

Tratamiento de los efluentes de las plantas procesadoras del aceite de palma

GIDEON VAN MELLE *

RESUMEN

Se describen las características del efluente de las plantas procesadoras de aceite de palma y la situación, a este respecto, del Cantón de Aguirre (Quepos, Costa Rica). Se expone un método de tratamiento utilizando la digestión anaeróbica y la utilización posterior de la materia orgánica, incluyendo la incidencia de estos desechos sobre los manglares.

Costa Rica tiene algunas plantas procesadoras de aceite de palma en los llanos litorales del Pacífico. La Compañía Bananera, dueña de esas plantas tiene la responsabilidad por la preservación del medio de donde ella saca sus productos. Aunque la Compañía está instalando o mejorando los sistemas de tratamiento de efluentes, todavía no existen en Costa Rica normas legales para efluentes industriales que puedan servir como pautas para determinar si las aguas negras de esas plantas han tenido el tratamiento apropiado.

En la República de Malasia existe una gran industria de procesamiento de aceite de palma, con una producción de un millón de toneladas por año. Lógicamente, esta producción ocasiona una contaminación enorme, pues

* Ecólogo, marco de cooperación técnica del Gobierno Neerlandés en Costa Rica, ASCONA.

para producir una tonelada de aceite se generan una y cuarta toneladas de sedimento efluent. El gobierno de Malasia ha decretado regulaciones para reducir esa fuente de contaminación, basadas en recomendaciones de una comisión de expertos, reunida en 1975. De acuerdo con las recomendaciones dadas por estos expertos, el nivel de contaminación se reducirá en unos cuatro años (a partir de 1975), lo que significará que, en 1982, se habrá reducido un 97,50% con respecto al nivel de contaminación de 1975.

Los niveles límites, según los parámetros tomados para los efluentes, son:

PARAMETROS	LIMITES PARA 1982
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 3 días, 30°C (mg/litro)	500
Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/litro)	1 000
Sólidos totales (mg/litro)	1 500
Sólidos volátiles (mg/litro)	400
Aceites y grasas (mg/litro)	50
Nitrógeno amoniacal (mg/litro)	10
Nitrógeno total (mg/litro)	50
pH	5,0 – 9,0
Temperatura (°C)	45

CARACTERISTICAS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA PROCESADORA DE ACEITE DE PALMA

En el proceso de sacar el aceite, las frutas son cocinadas y después aplastadas. Es un proceso continuo en el que se obtiene una mezcla de aceite y jugo de fruta. Junto con agua, esta mezcla es depositada en un tanque de sedimentación. La mayor parte del aceite se puede sacar directamente de la capa superior. La capa inferior contiene más agua, esta mezcla a menudo se centrifuga para sacar más aceite. El agua, efluente que sale de la planta sin tratamiento, tiene las siguientes materias y características:

PARAMETROS	PROMEDIO	ALCANCE
pH	3,7	3,5 - 4,5
DBO ₅ (mg/litro)	25 000	20 000-30 000
DQO (mg/litro)	45 000	30 000-60 000
N-NH ₄ (mg/litro)	30	20 - 60
N-orgánico (mg/litro)	600	500 - 800
N-nitrato (mg/litro)	30	20 - 60
Sólidos totales (°/o)	3,5	3 - 5
Sólidos volátiles (°/o)	2,5	2 - 3
Cenizas (mg/litro)	4 500	4 000-5 000
Aceite (mg/litro)	7 000	5 000-10 000
Fécula (mg/litro)	2 000	
Proteínas (mg/litro)	3 000	
Azúcar total (mg/total)	1 000	

FUENTE: Kirkaldy, J.L.R., 1978.

El efluente de la planta procesadora de aceite de palma (EPPAP) contiene sedimentos de los tanques de clarificación, partículas condensadas del esterilizador y agua del hidrociclón. Los desechos totales representan cerca del 60% del peso de las fructificaciones elaboradas. El material suspendido en coloidal consiste de hidrato de carbono

con aceite y otros sólidos de origen orgánico e inorgánico. El EPPAP contiene varias sales e iones en solución y altas demandas bioquímicas y químicas de oxígeno. No contiene elementos tóxicos, sino que el material orgánico se descompone rápidamente usando el oxígeno del agua del río. Esto produce en

general, la destrucción de la vida acuática y del medio de los ríos.

Para ilustrar la situación en nuestro país, presentamos los datos disponibles sobre los efluentes de la Planta Naranja, a partir de dos muestras analizadas. La muestra No. 1 fue tomada del líquido de las trampas y la No. 2, de los tanques de sedimentación.

PARAMETROS	NORMAS	MUESTRA No. 1	MUESTRA No. 2
pH	5,0-9,0	4,62	4,52
DBO ₅ (mg/litro)	500	26 407,5	6 371,9
DQO (mg/litro)	1 000	?	?
Sólidos totales (mg/litro)	1 500	48 280,0	13 690,0
Sólidos volátiles (mg/litro)	400	8 510,0	1 620,0
Temperatura (°C)	45	55	40
No hay información sobre otros parámetros			

FUENTE: Ortiz, E. Castro, 1980. *Informe de la inspección a Quepos durante los días 15 y 16 de enero, así como 13 y 14 de febrero de 1980.* (3 pág. 6 cuadros de análisis).

No es difícil ver que las cifras de los efluentes están mucho más altos que las normas, lo que indica que en Naranja casi no hay tratamiento químico o bioquímico de los desechos. Una tercera muestra fue tomada 50 metros abajo de este punto de desecho con los siguientes resultados:

PARAMETROS	NORMAS	muest. 50 m. + abajo
pH	5,0-9,0	6,3
DBO ₅ (mg/litro)	500	559,4
DQO (mg/litro)	1 000	?
Sólidos totales (mg/litro)	1 500	944
Sólidos volátiles (mg/litro)	400	260
Temperatura (°C)	45	27
No hay información sobre otros parámetros.		

FUENTE: Ortiz, E. Castro, 1980.

Aunque no se pueden sacar conclusiones determinantes sobre la calidad del agua de desecho, debido al hecho de que el punto de muestra está 50 metros después del punto de descarga, sí se puede observar que la demanda bioquímica de oxígeno, que es el parámetro más importante para determinar el grado de contaminación, está fuera del límite aceptado.

La gerencia de la Compañía Bananera se ha dado cuenta de la gravedad del problema de la contaminación y está instalando sistemas para evitarla, sin embargo todavía se pueden mejorar estos sistemas y utilizarlos para obtener, además, energía o alimento para los animales.

METODOS DE PURIFICACION

El tratamiento para purifi-

cación de los desechos es costoso. Casi no se les puede filtrar o centrifugar para sacar aceite, debido a sus características físicas. La fermentación anaeróbica y aeróbica es posible, pero se necesita mucho tiempo para bajar el DBO hasta un nivel aceptable. Con estudios hechos en Malasia, se estimó que son necesarios unos 80 días de estancia lo que significa, que se requiere una superficie de unas seis hectáreas para instalar lagunas de purificación, trampas y tanques de sedimentación de los desechos de una planta con capacidad de 300 toneladas de producción de aceite por día (1), (4). Además, se estima que la DBO del EPPAP se reduce entre 70 y 90% en períodos de 25 ó 30 días.

La Planta de Palo Seco, con un promedio de producción diaria de aceite de 35 toneladas,

tiene una laguna para purificación de 0,35 hectáreas, área que, según lo anotado anteriormente, es suficiente para tratar los desechos producidos. La Planta de Naranja produce también un promedio diario de 35 toneladas, pero no tiene ningún sistema de purificación del EPPAP, solo tiene trampas para atrapar la mayor cantidad de aceite posible.

El método de purificación por bacterias anaeróbicas es un proceso lento y complicado, en el que microorganismos descomponen y asimilan el material orgánico de hidratos carbónicos, proteínas y grasas y lo convierten en sustancias más estables. Se pueden distinguir dos fases diferentes: en la primera parte, los organismos que hacen ácidos, cambian la sopa orgánica compleja en ácidos orgánicos volátiles. En la segunda etapa, los organismos que forman metano, descomponen los ácidos orgánicos volátiles en metano y dióxido de carbono.

El proceso total es controlado por el aumento lento de las bacterias que producen metano. Este proceso es muy sensible a los cambios de pH y funciona mejor entre límites de acidez de 6,6 y 7,4, normalmente sostenido por un sistema bufer de bicarbonato. La ceniza de las fructificaciones de la palma contiene mucho óxido de potasio (K_2O) y ha sido usada con buen resultado para la neutralización.

Para que el proceso se inicie satisfactoriamente en la laguna, es necesario suficiente material de cultivo. En la fase inicial se requiere un control constante de pH, alcalinidad, ácidos volátiles y DBO.

En un experimento con un

tanque de 2 000 toneladas, se usaron 600 toneladas de efluente crudo y cuatro toneladas de cal ($Ca(OH)_2$) para neutralizar la acidez. Después se circuló la mezcla y se añadieron 36 toneladas de material de cultivo (efluentes fecales). Al cabo de tres meses de tranquilidad, las condiciones anaeróbicas aparecieron.

Sin neutralización, una laguna de efluente (EPPAP) puede volverse anaeróbica en un plazo largo (más de dos años).

La digestión anaeróbica no es suficiente para disminuir todos los parámetros hasta los límites aceptables, pero puede servir como un proceso preliminar para aplicar otros métodos de purificación o para utilizar los desechos como abono.

BIOGAS

La fermentación anaeróbica da como productos finales: dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4). La EPPAP puede ser una fuente para la producción de biogás.

Teóricamente $1m^3$ de CH_4 es formado a partir de 2,85 Kg. de DQO. Un promedio de 45 gramos por litro de DQO en la EPPAP resulta en 15,8 litros de biogás por litro de EPPAP.

En una planta con producción de 10 000 toneladas de aceite por año, se generan 12 500 toneladas de EPPAP, o sea 200 000 m^3 de biogás. El biogás contiene entre 60 y 70% metano. Entonces, un volumen de 120 000 a 140 000 m^3 de metano, equivale, en energía, a 46 barriles de petróleo crudo, o a 936×10^9 joules (26×10^4 Kwh).

EFFECTOS DE "MULCHING"

"Mulching" o sea, la aplicación de una cubierta muerta o colchón, se utiliza para evitar malezas y como abono verde.

El suelo es un medio excelente para descomponer efluentes de varios tipos, debido a los procesos físicos y biológicos que se dan en la capa ulterior de la tierra. La DBO se disminuye y los elementos en solución son absorbidos por el suelo y tal vez inmobilizados, antes de estar disponibles como alimento para la vegetación. La experiencia común ha sido que EPPAP elimina la vegetación y detiene la percolación, favoreciendo las condiciones anaeróbicas y la eliminación del drenaje al formarse la estancación del efluente.

Los problemas con el olor y los insectos acaecen muchas veces. Pero se ha observado que, cuando el EPPAP ha sido aplicado en cantidades pequeñas sobre el suelo imperturbable, el efluente se seca, aún durante la estación de lluvias, resultando una capa como pergamino de humus, con excelentes características para los cultivos.

En Malasia se aplicó EPPAP como colchón en plantaciones de caucho. Se hicieron aplicaciones de efluente crudo (10 cm/mes) dos veces por semana, sobre una superficie de cuatro hectáreas de plantación. Se obtuvo una capa gruesa, de color negro y consistencia de pergamino. En esta capa se desarrollaron insectos y lombrices de tierra en grandes cantidades, los hongos crecieron y la tierra abajo fue más húmeda que en el área de control. Aunque la vegetación no creció, las raíces crecieron bajo la capa.

La percolación de la lluvia fue rápida y no había problemas con el agua de desagüe excesiva. Hasta tres años después de iniciado el experimento no hubo acumulación excesiva de sólidos y tampoco cambios en la estructura del suelo o en la fisonomía

de los árboles.

En el ensayo de control se aplicó abono comercial. Las medidas de circunferencia de los árboles demostraron que los árboles con colchón de EPPAP crecían mejor, como se observa en el siguiente cuadro.

MESES DESPUES DE LA SIEMBRA	ALTURA (CM)	CIRCUNFERENCIA	
		CONTROL	EPPAP
1,5	15	4,4	4,0
3,5	15	7,0	7,0
7	15	11,4	12,2
9,5	15	12,7	13,7
13	152	10,2	11,5
17,5	152	14,3	16,3
21,5	152	17,3	19,3
24	152	18,1	20,4

FUENTE: Pillai, K.R. 1978.

Un análisis químico después de 20 meses de las características nutritivas del suelo,

muestra que éstas aumentaron, especialmente en la capa superior del suelo:

ELEMENTO*	CONTROL PROFUNDIDAD			EPPAP PROFUNDIDAD		
	10 cm	20 cm	30 cm	10 cm	20 cm	30 cm
Carbono orgánico (0/o)	3,03	3,00	2,47	3,06	2,96	2,76
N (0/o)	0,39	0,33	0,26	0,79	0,21	0,34
P (ppm)	96	66	26	169	39	37
K (0/o)	1,47	1,32	0,93	4,91	2,57	1,99
Ca (0/o)	3,59	1,06	0,40	9,11	2,26	1,28
Mg (0/o)	2,05	0,87	0,45	9,67	3,10	1,85

* Carbono orgánico y Nitrógeno total, los otros elementos son disponibles para las plantas.

FUENTE: Pillai, K.R. et al, 1978.

ALIMENTACION ANIMAL

Como el EPPAP es de origen vegetal, se han investigado las posibilidades de utilizarlo como alimentación para animales. El

sedimento de los tanques de clarificación fue dado a cerdos con buenos resultados, pero se necesitaría gran cantidad de estos animales para consumir todo el efluente producido: algo así

como 10 000 vacas para una planta de producción de 10 toneladas/hora. Una mezcla de 25% de efluente con hierba produjo un aumento en el peso de las vacas que era satisfactorio. EPPAP crudo es difícil de manipular, por eso el producto seco sería más económico. Una mezcla con 20% de harina seca y después una reducción de agua hasta 5% es perfectamente aceptable. La energía disponible en una planta procesadora de aceite de palma es, sin embargo insuficiente para un tratamiento de este tipo y además se necesitaría una fuente de harina barata en la vecindad.

LOS ESTEROS

Un estero es una trampa natural para alimentos, pues es un sistema donde se da circulación del agua y hay retención y reciclaje rápido de los alimentos por microorganismos. Además la actividad microbiana de plantas que tienen sistemas de raíces profundas y de poblaciones de animales subterráneos perforadores permiten la recuperación de alimentos en los sedimentos de las profundidades del mar.

Esta tendencia a la eutrofización hace a los esteros muy vulnerables a la contaminación, porque las sustancias tóxicas (abonos e insecticidas) son atrapados también. Los esteros sustentan las más importantes fuentes de energía en el mundo: maleza y algas marinas, hierba marina e hierba marisma, conjuntos llamados macrofitos y microfitos bentónicos y fitoplancton.

Según Odum (2) los ríos en general no están "fertilizando" los esteros. En realidad los ríos (en sus desembocaduras en

el mar) a menudo son menos productivos que los esteros a los que faltan grandes afluencias pero tienen una flora bentónica bien formada. Los alimentos que son concentrados y reciclados en los esteros vienen originalmente del mar. Muchas veces en los esteros se producen más nutrientes de los que pueden utilizar, resultando una efluencia de los alimentos y detritos orgánicos hacia el océano.

La adaptación de los esteros a un ecosistema con interferencia humana es posible por la capacidad existente del reciclaje de los alimentos y de los desechos orgánicos. El material como aguas fecales tratadas, descargas de plantas procesadoras de aceite vegetal o papel, descargas de aceites y petróleos, pueden ser descompuestas y dispersadas si el sistema no está en peligro de intoxicación, por ejemplo de insecticidas, ácidos o plaguicidas. También la velocidad de afluencia tiene que ser moderada; pues los "choques" pueden producir efectos nocivos.

Uno de los más graves errores es la desconexión con el mar, que sería como una amputación, lo que aceleraría la eutroficación.

Entonces, para depositar los desechos de las plantas procesadoras de aceite de palma, los manglares y sistemas de esteros son muy importantes y con la cooperación de los esteros, la EPPAP (efluentes de las plantas procesadoras de aceite de palma) pudiera ser purificada totalmente después de un tratamiento preliminar, por ejemplo, en lagunas o tanques anaeróbicos.

La capacidad de carga y de autopurificación en un sistema abierto como los manglares afec-

ta en su producción y sobrevivencia a todas las especies vegetales y animales existentes en este ecosistema y factores externos no controlados pueden iniciar un retroceso en la reproducción natural de dichas especies.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las dos plantas en Costa Rica, en el Cantón de Aguirre, todavía tienen que mejorar la purificación de sus desechos y completar la información sobre los diferentes parámetros contaminantes.
2. Se requiere una reglamentación nacional sobre los límites de contaminantes en aguas negras. Las normas existentes en Malasia pueden servir como guía para Costa Rica.
3. Es necesario realizar experimentos locales para determinar el uso óptimo de los sedimentos contaminantes generados. Es recomendable que la Gerencia de la Compañía Bananera participe en dichos experimentos.

LITERATURA CONSULTADA

1. Kirkaldy, J.L.R. "Treatment of oil palm sludge". *Symposium on the Malaysian Environment*. RECSAM COMPLEX-PENANG. Sept. 16-20. 7 p. 1978.
2. Odum, E.P. *Fundamentals of ecology*. 3 ed. 1971.
3. Ortiz, Edgar. *Informe de la inspección a Quepos durante los días 15 y 16 de enero,*

así como 13 y 14 de febrero de 1980. 3 p. Seis cuadros de análisis, 1980.

4. Pillai, K.R. y otros. "A review of practical experiences in dealing with palm oil mill effluent". *Symposium on the Malaysian Environment, RECSAM-COMPLEX-PENANG*. Sept., 1978, 16-20. 25 p.
5. Wong Kien Keong. *Biogás potential from crude palm oil mill effluent*. Malasia, 1978. 9 p.

