

Manejo de efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma - proceso de la más avanzada tecnología*

Management of palm oil mill effluent
State of art processes

AZNIIDRIS¹
AUKAY SIAT²

RESUMEN

SUMMARY

Malasia es el productor y exportador de aceite de palma más importante del mundo, y actualmente enfrenta un desafío por parte de la gran generación de efluentes fuertes de las plantas extractoras de aceite de palma. Serios problemas ambientales se están desarrollando de estos desechos y por tanto ellos deben ser tratados con un sistema de alto rendimiento. La digestión anaeróbica se acepta ampliamente como un método efectivo de tratamiento de desechos fuertes tales como los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma. Los métodos convencionales de tratamiento anaeróbico, utilizando lagunas de estabilización y tanques anaeróbicos, no podrían mantener el ritmo de la creciente generación de desecho de las plantas de extracción. Este estudio pondrá en relieve algunas de las tecnologías y procesos más avanzados, utilizados para el tratamiento del efluente de la planta de extracción de aceite de palma. Se presentarán también algunos casos de estudio y se comentará sobre el comportamiento de un sistema de biofiltro de alto rendimiento recién desarrollado.

Palabras claves: Plantas extractoras, Efluentes, Residuos, Desechos, Biofiltros, Biogas.

Malaysia is the world's leading producer and exporter of palm oil and is currently facing a threat from the large generation of high strength palm oil mill effluent (POME). Serious environmental problems are developing from these wastes and therefore they must be treated by a high rate system. Anaerobic digestion is widely accepted as an effective method of treatment for high strength wastes such as palm oil mill effluent. Conventional methods of anaerobic treatment utilizing stabilization ponds and anaerobic tanks could not keep pace with the growing generation of waste by the mills. The paper will highlight some of the state-of-art technology and processes used for the treatment of palm oil mill effluent. Some case studies performance of a newly developed high rate biofilter system will also be presented.

1. Jefe del Programa de Tecnología de Desechos Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Universidad de Pertanian Malasia. 43400 Serdang, Selangor, Malasia.
2. Gerente General Wembley I.B.A.E Sdn Bhd Shah Alam, Selangor, Malasia.
Traducido por: Fedepalma

INTRODUCCION

Debido al incremento en la concientización pública acerca del problema del deterioro ambiental y la necesidad de no sólo preservar sino de mejorar la calidad de vida, es inevitable que las industrias tengan que invertir dinero y recursos para combatir los problemas de contaminación. El rápido desarrollo industrial, en muchos países, ha llevado a incrementar la generación de los desechos. En Malasia, de las fuentes agrícolas se generan más de 80 millones de toneladas de desechos y residuos anualmente. Estos desechos y residuos junto con los efluentes procedentes de diferentes industrias presentan una amenaza muy seria al medio ambiente, si no se les da algún tratamiento.

Para la experiencia malaya, el tener conciencia de la urgencia de preservar el medio ambiente, hizo que el gobierno hiciera cumplir la Ley de la Calidad Ambiental de 1974. Además fueron implementadas las legislaciones tales como la Reglamentación de la Calidad Ambiental de 1977 (Sitio Prohibido/Aceite Crudo) y la Reglamentación de la Calidad Ambiental de 1978 (Sitio Prohibido/Caucho Natural Crudo). Estas legislaciones esquematizaron, en etapas, los niveles permisibles de desalojo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) dentro de los principales cuerpos de agua durante un período de tiempo determinado.

EL MANEJO DEL DESECHO

El desecho es el material residual no deseable, el cual no se recicla y no tiene valor económico significativo. En el pasado, estos desechos tradicionalmente se eliminaban sin ningún tratamiento. Nunca se pensó en la utilización y recuperación de los desechos; pero ahora este tema y otros acerca del manejo de los desechos son parte de las agendas políticas y tienen la capacidad de estimular respuestas emotivas de los electores.

Durante la última década, la mayoría de los países de la región del Sudeste de Asia se han preocupado considerablemente por el manejo de los desechos industriales y agrícolas. Al tratar el tema de los desechos de los sectores industriales y agrícolas, es necesario

considerar sus diferencias. Los desechos agrícolas son residuos naturales que se pueden reciclar, pueden aprovecharse en otros productos útiles y pueden también experimentar una bioconversión hacia otras sustancias. Los desechos industriales, en general, experimentan poca degradación y tienen un rango limitado de recuperación y reutilización.



*La minimización
del desecho es
siempre la
primera selección
en la jerarquía de
las opciones de
manejo en la
mayoría de los
países
desarrollados.*

En el pasado, el objetivo más común en el manejo del desecho fue mantener un tratamiento y eliminación mínimos. En lo que concierne a la política de manejo desechos, la utilización de residuos se practica sólo en muy pocos casos. En contraste, ha existido una tendencia creciente a darle una buena utilización a cada uno de los residuos o subproductos de las actividades industriales y agrícolas de hoy. Existe ahora también un interés creciente en el desarrollo de las políticas y prácticas para lograr la recuperación de recursos del desecho; por ejemplo, en la utilización del biogas del efluente de las plantas extractoras de aceite de palma.

Por lo tanto, a la luz de las crecientes actividades agrícolas y del progreso industrial, se percibe que se necesita un esfuerzo unido para proteger el medio ambiente. Debido a que las organizaciones de investigación y las universidades de la región se involucrarán directamente en educar a los generadores potenciales de desecho, existe una necesidad imperante de centrar su investigación ambiental en la utilización y tecnología del desecho.

MINIMIZACIÓN DEL DESECHO

Es también importante notar que el manejo del desecho no sólo se centra en el tratamiento, utilización y recuperación, sino que es más importante aún el aspecto de la producción en la fuente. Un mejor método de abordar el manejo del desecho debe concentrarse en la manera de reducir las cantidades de desecho residual. La minimización del desecho es siempre la primera selección en la jerarquía de las opciones de manejo en la mayoría de los países desarrollados.

La industria americana y europea han aceptado desde hace tiempo la minimización del desecho como uno de sus objetivos esenciales, por razones económicas,

a la concientización ambiental y políticas regulatorias. No obstante, aunque se reconozca que la minimización del desecho es el mejor método para manejarlos, el concepto aún no ha recibido la atención necesaria, inclusive en los Estados Unidos. La razón se debió, en parte, a que el gobierno y la industria, en general, continúan centrando su atención en las opciones de «Control y Tratamiento de la Contaminación», trabajando con los desechos ya creados y sin buscar las maneras para reducir el desecho en la fuente (Seong 1989).

En Malasia, el enfoque hacia la minimización del desecho aún se encuentra en su etapa inicial y tomará mucho tiempo antes de que se convierta en una práctica.

Los obstáculos iniciales para la minimización del desecho se pueden atribuir a los siguientes factores:

- a. La falta de conocimiento para proponer a la industria ideas nuevas e innovadoras. Los ingenieros o el personal encargado de la función de manejar los problemas de desecho sólo están entrenados para utilizar equipos convencionales.
- b. La falta de incentivos para que la industria cambie a una tecnología alterna de proceso que reduzca la producción de desecho.

LA UTILIZACION DEL DESECHO EN LA INDUSTRIA DE ACEITE DE PALMA

La producción de desechos industriales y agrícolas, especialmente en Malasia, varía tanto en cantidad como en calidad. Ellos consisten en desechos del procesamiento de alimentos, desechos animales, desechos agro-químicos y residuos de cosecha. Además de estas dos fuentes, los municipios y las plantas industriales también generan grandes cantidades de desechos sólidos.

Malasiaes, en la actualidad, el mayor productor y exportador de aceite de palma del mundo. En 1981, Malasia produjo cerca de 2,8 millones de toneladas de aceite de palma, lo que constituyó un valor de exportación del 80% de la

producción total mundial. La producción del aceite de palma se incrementó establemente hasta 6,37 millones de toneladas en 1992. Esta creciente producción de aceite de palma también ha creado el problema de desechos, especialmente en el efluente de las plantas extractoras de aceite de palma.

Serios problemas ambientales se pueden originar si los desechos generados se continúan multiplicando y salen sin control o tratamiento alguno. Sólo en 1992, las plantas extractoras de aceite de palma generaron 15,9 millones de metros cúbicos de efluente altamente contaminante. En términos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), este tiene una población equivalente alrededor de 25 millones de personas, cifra mayor que la actual población de Malasia. La Tabla 1 muestra las características típicas del efluente crudo de la planta extractora de aceite de palma.

Las plantas extractoras de aceite de palma están ubicadas principalmente cerca de ríos, debido a que se requieren grandes cantidades de agua para la operación de éstas. Es muy normal que durante los primeros días, las plantas extractoras descarguen el efluente directamente al río. Mientras más efluente contaminante se descargue en la cuenca del río, mayor es el impacto ambiental adverso ocasionado en el ecosistema del río. En la mayoría de los casos, el río eventualmente se vuelve séptico y seriamente se destruye la vida acuática y el hábitat.

Desde la aprobación y sanción de la Ley de Calidad Ambiental de 1974, las reglamentaciones ambientales de Malasia requieren que los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma sean tratados hasta un nivel aceptable por el Departamento del Medio Ambiente,

Tabla 1 .Características del Efluente de las Plantas Extractoras de Aceite de Palma (Ma et al 1982).

Parámetro	Margen	Promedio	Estándar del Departamento del Medio Ambiente
pH	3,8 - 4,5	4.1	5,0 - 9,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	10.250 - 47.500	25.00	50
DQO	15.550 - 106.360	53.630	100
Sólidos Totales	11.450 - 164.950	43.635	
Sólidos Suspendidos (SS)	410 - 60.360	19.020	100
Sólidos Volátiles (SV)	8.670 - 154.720	36.515	
Nitrógeno Amoniacal	0 - 110	35	100
Aceite y Grasa	8.000	50	
Temperatura	80 - 90°C	85	40

*Todos los parámetros están en mg/l excepto el pH y la temperatura

antes de que se permita su descargue en aguas receptoras. Los estándares requeridos por el Departamento del Medio Ambiente se muestran en la Tabla 1.

Una gran reducción en la carga contaminante proporcionada por las plantas extractoras de aceite de palma se produjo después de seguir las estrictas reglamentaciones estipuladas en la Reglamentación de la Calidad Ambiental de 1977 (Sitio Prohibido/Aceite Crudo de Palma). El Departamento del Medio Ambiente ha informado que después de 10 años, durante los cuales la ley ha estado en vigor, sólo el 83% de las plantas extractoras cumplen con el parámetro DBO establecido por el Departamento del Medio Ambiente (Tabla 2). El estado de cumplimiento con respecto a otros parámetros de contaminación para las plantas extractoras de aceite de palma se muestran también en la Tabla 2.

Tabla 2. Estado de Cumplimiento de las Plantas Extractoras de Aceite de Palma por Parámetro julio - diciembre 1989 (Departamento del Medio Ambiente 1990).

Parámetro	Cumplimiento (%)
pH	95
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (3 días a 30°C)	83
Sólidos Suspendidos (SS)	80
Aceite y Grasa	83
Nitrógeno Amoniacal	93
Nitrógeno Total	93

TECNOLOGIA DEL TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA

Es ampliamente reconocido que el proceso anaeróbico es el método primario más efectivo para manejar desechos fuertes de las plantas extractoras. Las prácticas actuales de tratamiento usadas para estabilizar o manejar los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma se desarrollan utilizando lagunas anaeróbicas, tanques anaeróbicos convencionales, procesos de contacto y también la combinación tanto de lagunas como de tanques. Más del 85% de las plantas extractoras de aceite de palma en Malasia han adoptado el sistema de lagunas para el tratamiento del efluente (Ma et al. 1990). Sin embargo, los procesos anaeróbicos, adoptados ampliamente, requieren un tiempo muy largo de retención y también se necesita de un tratamiento adicional utili-

zando aeración para estabilizar el efluente de las plantas extractoras de aceite de palma ya tratado para lograr el patrón del Departamento del Medio Ambiente. Los datos operacionales típicos de una planta extractora que utiliza tanques anaeróbicos se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos operacionales para el digestor anaeróbico (Ma y Ong 1986).

Tipo	Proceso Convencional	Proceso de Contacto
Volumen (m ³)	3,400	10
	340	1
Carga Orgánica (kg SV/m ³ .d)	2,4 - 4,8	2,4 - 4,8
Tiempo de retención hidráulica	10	10
Temperatura (°C)	44 - 52	50
Producción de Biogas (m ³ ./kg de SV agregado)	0,59	0,80
Contenido de Metano (%)	60 - 70	60 - 70

Para obtener una buena calidad de efluente, se deben intensificar las etapas de refinamiento utilizando lagunas grandes y un sistema mecanizado de aeración.

Técnicas de separación física tales como el sistema de Decantador-Secador y las unidades de Flotación de Aire Disuelto se han usado exitosamente para remover grandes cantidades de sólidos y de DBO, pero no son ampliamente utilizados debido a los altos costos de inversión y la carga para el desalojo de los sólidos. Se necesitan tratamientos adicionales para disminuir la contaminación a límites aceptables.

Se ha introducido un proceso de tratamiento más efectivo que utiliza reactores de alto rendimiento para el tratamiento del desecho del aceite de palma. El popular sistema convencional anaerobico de lagunas de bajo costo tendrá que dar lugar a otras opciones cuando se eleve el precio de la tierra.

Un sistema de biofiltro de alto rendimiento, llamado Sistema BioFil, se ha desarrollado en Malasia para resolver el problema de los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma. Algunos de los resultados se muestran en la Figura 1. Los niveles de remoción de DBO, DQO y TSS logrados en estudios pilotos con 5 días de tiempo de retención fueron de 94%, 92% y 97%, respectivamente.

Estudios en un sistema de dos fases operando en un tiempo de retención de 4,5 días, alcanzaron el 95% y el 91 % de remoción de DBO y DQO, respectivamente (Azni Idris 1994).

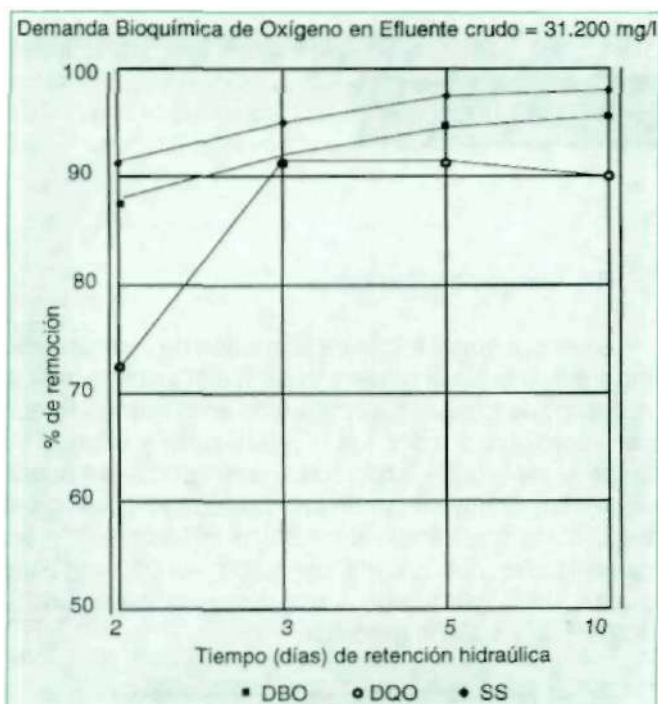


Figura 1. Resultados de un tratamiento piloto en POME usando BIOFIL

UTILIZACION DEL RESIDUO DEL EFLUENTE DE LAS PLANTAS EXTRACTORAS DE ACEITE DE PALMA

Los efluentes crudo y tratado de las plantas extractoras de aceite de palma tienen un alto contenido de nutrientes tales como N, K, Na y Mg, lo que hace que este efluente sea atractivo como fertilizante. La utilización del efluente de las plantas extractoras como fertilizante es un método de reincorporar los nutrientes al suelo. Muchos estudios han mostrado que la aplicación del efluente de las plantas extractoras ha incrementado el rendimiento de la cosecha y ha mejorado las propiedades del suelo (Ma y Ong 1986). Hoy en día, un gran número de plantaciones de palma aplican el efluente de las plantas extractoras en sus tierras, lo cual ha resultado en ahorro en el costos de fertilizantes. Además se ha informado que el rendimiento de la cosecha se incrementa hasta en un 24% debido a la aplicación del efluente de las plantas extractoras al suelo (Ma et al. 1990).

La producción de Biogas de los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma para generar energía ha sido explotada comercialmente. De cada tonelada del efluentes de la planta extractora de aceite de palma digerido en tanques digestores se pueden obtener casi 28 m³. Kheng y Noor (1989) estimaron que

Porcentaje de Remoción para el Efluente de las Plantas Extractoras de Aceite de Palma.

Tiempo de Retención Hidráulica (días)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Sólidos suspendidos (mg/l)
2	86,6	72,6	90,9
3	90,7	90,7	95,3
5	94,2	91,9	97,4
10	96,3	90	98,3

la electricidad recuperable de los efluentes de las plantas extractoras para 1990 sería cercana a 693 millones de kWh o el equivalente al 3% de la demanda nacional de electricidad.

El interés sobre el manejo y la utilización de desechos en Malasia y también en la mayoría de los países que tienen intensas actividades agrícolas e industriales será muy grande. Los problemas asociados con el tratamiento y disposición de los desechos de los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma aún permanecerán como un tema importante de investigación. Varios sistemas de tratamiento se han desarrollado para tratar los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma, pero el sistema de biofiltro de alto rendimiento parece ganar apoyo y preferencia debido a la alta eficiencia del proceso, a su mejor control y, además, requiere poca área de terreno.

BIBLIOGRAFIA

- DOB. 1990. Environmental Quality Report 1989. Department of Environment, Malaysia.
- AZNI IDRIS. 1994. High Rate POME treatment using 2th phase Anaerobic Digester System. In: 1994 PORIM International PalmOil Milling and Refining Technology Conference, 7-8 July, Kuala Lumpur.
- KHENG, Y.K.; NOOR, M.J.M. 1989. Enviromental Engineering for Agricultural Production. In: International Symposium of Agricultural Engineering, 12-15 September, Beijing. Proceedings.
- MA.A.N.;CHEAH,SC;CHOW. M.C. 1990. Current Status on Treatment of Palm Oil Industrial Wastes in Malaysia. In: Workshop of the National Working Group for Enviromental Biotechnology, MARDI, Serdang, 11-13th October.
-;..... 1993. Current Status on Treatment of Palm Oil Industrial Wastes. In: B.G. Yeoh (Ed.). Waste Management in Malaysia: Current Status and Porspects for Bioremediation. Kuala Lumpur.
-; ONG, A.S.H. 1986. Palm Oil Processing - New Development in Effluent Treatment. Water Science and Technology, v. 18 no.3, p.39-40.
- SEONG, C.Y. 1989. Waste minimization through reduction, recycling and reuse. In: Workshop on Hazzardous/scheduled Wastes Regulation and Management, 13-14th November, Kuala Lumpur. Proceedings.

PANEL

P/ ¿Cuál es el uso práctico que tiene el gas metano como combustible o como generador de energía? ¿Qué experiencias prácticas hay en este momento.

R/ Dr. Idris.

Hay un buen número de ejemplos donde están usando el metano como combustible, porque cuando utilizan el biogas la eficiencia es del 60 al 70% con relación al gas normal. El biogas se está utilizando principalmente para calefacción. Se puede demostrar que el retorno para usar este tipo de gas para calentamiento es de 3 a 4 partes en comparación con el uso del gas natural. Llevamos trabajando 5 ó 6 años y estamos comparando con la utilización de carbono. Indudablemente que se deben hacer más estudios para ver su factibilidad económica. Se deben hacer estudios comparativos de costos, pero no solamente estudiando el biogas, sino todo el conjunto de la planta extractora, y se debe analizar también que la utilización de ese biogas debe ser cerca de donde se está produciendo.

P/ ¿Se puede usar el biogas como vapor o como calor para la extractora de palmiste?

R/ Se puede utilizar también para el secado durante el proceso de extracción del aceite. El diseño tradicional para la planta extractora diseñada para la utilización de aceites o kerosén mejor, como fuentes de calor, no están diseñadas para la utilización del biogas en el proceso. Se podrían tener algunos problemas adicionales en algunas calderas y se tendría que considerar la utilización del biogas para ello.

Pregunta: Washington Padilla - Ecuador.

Respecto a las lagunas de oxidación, para el arranque, qué tiempo debe mantenerse hasta cuando los parámetros sean regularizados? ¿La alimentación se puede hacer periódica? ¿Con qué frecuencia, es interdiaria o depende específicamente de los parámetros que se midan?

R/ Jesús Alberto García.

Se busca que la forma de alimentar, de ir aumentando progresivamente la materia orgánica al sistema, sea el resultado de lo que está ocurriendo en el mismo. Puede ser interdiaria o todos los días, siempre y cuando se tenga el reporte de laboratorio que diga que se puede aumentar. Si hoy se toman las medidas y la capacidad buffer está por debajo de 0,35, el pH sobre 7 y las alcalinidades por encima de 1.500 - 2.000 mg/l, se puede, sin ningún temor, al otro día aumentar en un 20, 30 o 40% la materia orgánica.

En el caso de la Hacienda Las Flores, lo que se adaptó fue una mayor cantidad de microorganismos. Fueron microorganismos más eficientes. Eso hizo que el arranque fuera más rápido, sin necesidad de usar ningún tipo de nutrientes y se uso menos volumen de canecas con inóculo que en Palmar de Manavire. Todo lo da el sistema en la medida en que responda a lo que se le agrega.

P/ Willian Nieto. Guaicaramo.

En el caso de lagunas que ya hayan arrancado, podría para una piscina nueva en una plantación vecina utilizar las bacterias que tiene esa piscina? qué cantidad se necesitaría, sería según los litros de efluentes que haya?

R/ Jesús Alberto García.

Definitivamente, esa es la mejor opción. Cuando se iniciaron estos trabajos, no habían lagunas cerca que estuvieran trabajando eficientemente. Pero sin duda, si el vecino tiene una laguna que esté trabajando bien, lo mejor es coger un carro tanque y llenarlo con el mayor volumen posible. Esto es más rápido y barato que sembrar inóculos en canecas.

Pregunta: Jorge Corredor - Palmeiras.

Quisiera saber si el Dr. Azni tiene experiencia con el uso de bacterias comerciales, o cuál es la experiencia en Malasia con bacterias comerciales en el tratamiento de efluentes?

R/ Dr. Idris.

La utilización de las bacterias comerciales implica tener un control muy preciso de las condiciones en las cuales van a trabajar. Cuando se está trabajando en el

campo hay mucha variación de organismos y de condiciones ambientales que posiblemente van a orientar el trabajo de esas bacterias comerciales, ya que en la naturaleza hay una gran variedad de bacterias y organismos que están trabajando en esa degradación. Yo soy más partidario de usar este tipo de organismos que están adaptados a esas condiciones para la degradación de los efluentes. Indudablemente que hay un campo para trabajar con organismo controlados, y si se sabe exactamente cuáles son las condiciones en las que van a trabajar, posiblemente se van a obtener buenos resultados.