

La interrelación energía-medio ambiente en la industria malaya de la palma de aceite*

The energy-environment interface in the malaysian oil palm industry

A.N. MA.¹

RESUMEN

En la industria de la palma de aceite existe una sinergia entre la energía y el medio ambiente. Los productos de desecho se pueden utilizar beneficiosamente como combustible para generar energía para la producción de aceite de palma. Al eliminar los riesgos ambientales, la sinergia entre la energía y el medio ambiente también mejorará la imagen de la industria y creará oportunidades comerciales.

SUMMARY

There is an energy-environment synergy in the oil palm industry. Waste products can be beneficially utilised as fuel to generate energy for palm oil production. Eliminating the environmental liabilities, the energy-environment synergy will also enhance the industry's image and create business opportunities.

Palabras claves: Aceite de palma, Aguas residuales, Palma de aceite, Subproductos, Energía, Combustible, Fertilizantes, Contaminación.

La industria malaya de la palma de aceite ha crecido a pasos gigantescos para convertirse en el más grande productor y exportador del mundo de aceite de palma y sus productos. Existen más de 2,5 millones de hectáreas de tierra bajo el cultivo de palma de aceite, que ocupan aproximadamente un tercio del total del área cultivada de Malasia.

Para producir aceites de palma crudo y refinado existen 280 plantas extractoras y 36 refinerías activas. En 1996. Malasia produjo 8,4 millones de toneladas de aceite de palma crudo que constituyeron alrededor del

52,3% de la producción mundial de aceite de palma. La producción mundial de aceites y grasas en el mismo año se calculó en 96,6 millones de toneladas. El aceite de palma constituyó alrededor del 17% de esta cifra.

La industria de palma de aceite ha contribuido significativamente a las ganancias en divisas del país y al nivel de vida elevado de su población. Sin embargo, la producción de inmensas cantidades de biomasa (Tabla 1), tales como fibra, cáscaras, racimos vacíos y efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma, así como humo, han implicado a la industria con la contaminación ambiental.

Tomado de: Palm Oil Technical Bulletin [Malasia] Nov.-dic. 1997. P.2-5. Traducido por Fedepalma. PORIM, P.O. Box 10620,50720 Kuala Lumpur, Malaysia.

LA INDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE

Tabla 1. Biomasa generada por las plantas extractoras de aceite de palma en 1996 (millones de toneladas).

Fibra	6,4
Cáscaras	2,7
Racimos vacíos	10,8
Efluente de la planta extractora de aceite de palma	29,4

La fibra, la cáscara y, hasta cierto punto, los racimos vacíos son los recursos de energía tradicionales para las plantas extractoras de aceite de palma. Los racimos vacíos escasamente se explotan para energía, debido a que suficiente energía se deriva de la fibra y la cáscara (Gurmit Singh et al. 1989 y Chua 1991). La industria de palma de aceite es afortunada al tener una provisión abundante de estos recursos de energía gratuitos, los cuales se pueden utilizar rápidamente como combustible, ya que ellos, se queman fácilmente, a medida que se producen. En este asunto, la industria de palma de aceite se beneficia desde el punto de vista de la energía y medio ambiente. Por lo contrario, estas masas voluminosas se tendrían que eliminar, en forma separada de una manera amigable para el medio ambiente, imponiendo una carga adicional para la industria.

Tradicionalmente, los racimos vacíos se incineran y la ceniza producida es un buen fertilizante. Debido al humo excesivo que se emite durante las incineraciones, esta práctica es reprimida por el Departamento de Medio Ambiente. En grandes plantaciones, los racimos vacíos se vienen reciclando como cubierta protectora de las plantas en los cultivos. Sin embargo, esta práctica requiere de un sistema de manejo seguro para sacar el máximo provecho y evitar causar un impacto negativo en el medio ambiente de los alrededores.

LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE

Por lo general, la energía y el medio ambiente son asuntos que están entrelazados de una manera inextricable. La producción de energía es uno de los principales contribuidores a la contaminación del aire y a la generación de gases de invernadero. Quemar la biomasa para obtener energía también ayuda a deshacerse de materiales voluminosos. No obstante, si la combustión no se controla efectiva y eficazmente, se contribuirá a la contaminación del aire en términos de humo negro y emisiones de partículas. Por otro lado, la energía puede ser uno de los principales ingredientes o requisitos para solucionar problemas ambientales. Existen muchos estudios de casos exitosos y la palma de aceite es uno de ellos.

Además del aceite de palma y del palmiste, la industria de palma de aceite genera grandes cantidades de residuos de biomasa: fibra, cáscara, racimos vacíos, hojas, troncos (durante la renovación de plantaciones) y efluentes de la planta extractora de aceite de palma. La Tabla 1 muestra las cantidades de biomasa generadas por las plantas extractoras de aceite de palma en 1996.

Desafortunadamente, estos materiales de biomasa todavía se consideran como desechos y han tenido muy poco valor comercial. Aunque se están haciendo esfuerzos intensivos en investigación y desarrollo para añadir valor a estos materiales, estos trabajos todavía se encuentran en etapas iniciales de desarrollo. Hasta que ellos tengan valor comercial, estos materiales de biomasa tienen que ser eliminados en una forma segura para el medio ambiente. Esto puede representar una pesada carga financiera para la industria.

Una de las formas más convenientes para eliminar esta biomasa es media la incineración. Afortunadamente, estas biomásas, especialmente la fibra y la cáscara, se pueden incinerar fácilmente sin muchos problemas. Los valores caloríficos de estos materiales de biomasa se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores caloríficos de algunos materiales de biomasa de palma de aceite (kcal/kg, secos).

Fibra	4420
Cáscara	4950
Racimos vacíos	3370

La tremenda cantidad de energía generada por estas biomásas mediante la combustión se puede aprovechar para generar calor y electricidad (co-generación) para muchas operaciones productivas. Todas las plantas extractoras de aceite de palma en el país utilizan estas biomásas como combustible en el cuarto de calderas para generar vapor y electricidad. Se ha calculado que alrededor de 775 millones de kWh de electricidad se generaron y consumieron en las plantas extractoras de aceite de palma en 1996. Esto ahorró al país 178 millones de RM (Ringgit malayo) (asumiendo que el costo de la electricidad es de RM 0,23 por kWh). Esta ilustración resalta que la industria de aceite de palma se ha beneficiado de la abundante provisión de materiales de biomasa.

La biomasa de la palma de aceite no contiene azufre ni otros componentes dañinos. Por lo tanto, durante el proceso de combustión no se generan gases tóxicos, aparte del bióxido de carbono (CO₂). Sin embargo, se puede generar un humo excesivamente oscuro si el proceso de combustión no es controlado apropiadamente - la única desventaja de utilizar la biomasa como combustible. Esta situación se puede controlar con medidas mitigantes, tales como no sobrecargar la caldera.

BIOGAS OBTENIDO DEL EFLUENTE DE LA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA

El efluente de las plantas extractoras de aceite de palma, un desecho líquido generado por las plantas extractoras de aceite, tiene una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 25.000 mg/l. Más de 100 veces más contaminante que una alcantarilla doméstica, es causa de preocupación.

En la década del 70, el efluente de las plantas extractoras de aceite de palma se señaló como uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental. Los reglamentos ambientales requieren que este efluente sea tratado hasta un nivel de menos de 100 mg/l. de DBO, antes de arrojarlo a corrientes de agua. La digestión anaerobia ha probado ser el proceso más eficaz para el tratamiento primario del efluente de las plantas extractoras de aceite de palma y todas las plantas extractoras han adoptado este proceso para disminuir la contaminación ambiental.

En el curso de la digestión anaerobia se genera un gas que contiene un 65% de metano (CH₄) y un 35% de CO₂, que comúnmente se conoce como biogas. Tanto el CH₄ como el CO₂ son gases de invernadero que contribuyen a un cambio global de clima. Es irónico que mientras que el proceso anaerobio reduce la amenaza de contaminación del líquido, genere un producto gaseoso que contribuye al efecto de invernadero o sea a la retención de calor de la luz del sol en la superficie de la tierra. En vista de que el CH₄ es más potente que el CO₂, es muy deseable que el CH₄ sea convertido en CO₂ para reducir su efecto invernadero. El biogas es fácilmente combustible y los productos finales son CO₂ y agua.

Por cada tonelada de efluente de las plantas extractoras de aceite de palma que se trate, se generan casi 28 m³ de biogas. En una planta extractora que procese 60 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) por hora, se obtienen alrededor de 1.092 m³ de biogas por hora. Éste se puede aprovechar para generar alrededor de 1.965 kWh de electricidad (a 1,8 kWh/m³). Esta cantidad es más que suficiente para satisfacer la demanda de energía para la planta extractora, la cual fluctúa entre 16 y 20 kWh por tonelada de RFF. Sin embargo, esta energía, aunque es útil, sólo es utilizada por muy pocos establecimientos (Quah et al. 1982; Chua 1991). Las otras plantas extractoras no utilizan el biogas para ningún proceso productivo y en cambio lo arden y con ello acaban con su potencial para ser utilizado como energía.

Se debe mencionar que mientras que la quema de la biomasa y el biogas produce CO₂, un gas de invernadero, esto no contribuye a un aumento neto del gas, ya que el CO₂ fue asimilado originalmente por el cultivo durante la fotosíntesis.

El efluente de las plantas extractoras de aceite de palma contiene una cantidad de nutrientes de las plantas.

TECNOLOGIA DE CERO DESECHOS

En los últimos años, la industria de palma de aceite ha tomado más y más conciencia sobre la contaminación ambiental, debido al consumo de artículos que no perjudican el medio ambiente y a los reglamentos ambientales más estrictos.

Aplicación de efluente de las plantas extractoras de aceite de palma al suelo

El efluente de las plantas extractoras de aceite de palma contiene una cantidad de nutrientes de las plantas y es utilizado por algunas plantas extractoras como fertilizante en sus plantaciones. Esta es una opción muy viable, tanto desde el punto de vista económico como del ambiental, ya que ahorra el costo del fertilizante y logra la visión de cero desechos. El efluente de las plantas extractoras de aceite de palma es ampliamente considerado como un recurso valioso, en vez de un desecho (Zin et al. 1995). La utilización provechosa de los desechos es la mejor opción para el control de la contaminación. No sólo erradica la

contaminación, sino que también genera ganancias directa o indirectamente mediante el ahorro en las facturas de los fertilizantes y en la mano de obra para el trabajo no productivo en la operación de plantas de tratamiento de los efluentes. No obstante, esta práctica sólo es viable para plantas extractoras que estén cercanas a las plantaciones.

Estrategia de prevención de contaminación - la sinergia de la energía

Siempre es mejor prevenir que curar. Los beneficios económicos, reglamentarios y otros intangibles de prevenir la contaminación en el origen son bien conocidos.

La extracción del aceite de palma genera grandes cantidades de agua residual y energía. Más de la mitad del agua que se consume termina como efluente que requiere tratamiento. Mientras que la mayor parte de los materiales de biomasa se utiliza como fuente de energía para satisfacer la demanda de energía de la planta extractora, los materiales en exceso se botan en el complejo de la planta o en otro lugar como desechos, a menudo causando un impacto ambiental negativo.

La oferta y demanda de energía de la mayoría de las plantas extractoras de aceite de palma, especialmente los más viejos, están estrechamente equiparadas. Con frecuencia, las calderas se sobrecargan para maximizar la producción a vapor. La sobrecarga de las calderas es uno de los factores principales que contribuyen a la emisión de humo negro. Esto se puede superar, en gran parte, al aumentar la capacidad de la caldera de tal manera que esta funcione con una carga de alrededor del 70%.

El efluente de las plantas extractoras de aceite de palma contiene más de un 95% de agua y el resto consta de residuos de fibras finas de los frutos y una pequeña cantidad de aceite de palma "perdido". Ma et al. (1994) demostraron que al emplear la tecnología de evaporación, se puede recuperar más del 80% del agua. Ésta es de alta calidad y se puede reciclar como agua de proceso con un mínimo de tratamiento químico, en el planta extractora de aceite (Tabla 3). Se ha calculado que la cantidad de agua recuperada es suficiente para satisfacer los requisitos de alimentación de agua para la caldera. Esto disminuiría el consumo de agua de ríos, la cual requiere más tratamiento químico. El costo del tratamiento del agua se reduciría en conformidad.

Como co-producto se obtiene un concentrado sólido del 20% del volumen original del efluente de planta extractora de aceite de palma. Este es 20 a 30% sólido y contiene todos los nutrientes originalmente presentes en el efluente (Tabla 4). Sus características físicas y químicas con comparables con las del sólido del decantador que se puede convertir en fertilizante y cocentrado para animales (Gurmit Singh et al. 1994). Este sólido se convierte en un recurso para la producción de fertilizantes o cocentrado para animales.

El requisito de energía es una de las consideraciones principales para el proceso de evaporación. Se calcula que al utilizar un evaporador de efecto múltiple, el consumo específico de vapor es menos del 0,5, o sea, 0,5 tonelada de vapor por cada tonelada de agua evaporada, y la demanda de electricidad es de alrededor de 14 kW por tonelada de agua evaporada. En los últimos años han ocurrido adelantos significantes en la tecnología de la evaporación. Reducir el consumo de la energía conduce a una mayor eficacia de la energía. Además, al mejorar la producción de energía y los

Tabla 3. Calidad del destilado.

Apariencia	De claro, a ligeramente turbio
pH	5-6
Demanda Química de Oxígeno [mg/l]	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno [mg/l]	20
Sólidos Totales [mg/l]	150
Sólidos Suspendidos [mg/l]	10
Aceites y Grasas [mg/l]	10
Nitrógeno Amoniacal [mg/l]	6
Nitrógeno Total [mg/l]	20
Hierro [mg/l]	No detectable
Fósforo Total [mg/l]	No detectable

Tabla 4. Análisis de nutrientes de efluente de plantas extractoras de aceite de palma y concentrado (%).

	Base húmeda	Base seca
Nitrógeno Total	0,41	2,07
Nitrógeno Amoniacal	0,03	0,15
Fósforo Total (P ₂ O ₅)	0,19	0,96
Fósforo Soluble en Agua (P ₂ O ₅)	0,15	0,76
Potasio Total [K ₂ O]	1,29	6,51
Calcio Total [CaO]	0,023	0,12
Magnesio Total [MgO]	0,396	2,00
Manganeso Total [MnO]	0,003	0,015
Hierro Total	0,007	0,035
Sodio Total	0,004	0,020
Humedad	80,0	

sistemas de conservación en la planta extractora, se puede obtener más energía. En la planta extractora existen suficientes materiales de biomasa como para proporcionar energía para la evaporación. Al incorporar la tecnología de evaporación en la extracción del aceite de palma se puede eliminar o minimizar de una vez los desechos.

CONCLUSIÓN

En la industria de la palma de aceite existe una sinergia entre la energía y el medio ambiente. Los productos de desecho - fibra, cáscara y racimos vacíos - se pueden utilizar beneficiosamente como combustible para generar energía (vapor y electricidad) para la producción del aceite de palma y para minimizar la contaminación. Esto eliminará la amenaza de la contaminación o el riesgo para el medio ambiente y también creará oportunidades comerciales. Igualmente conducirá a un ambiente de trabajo más limpio y seguro. Aunque esto requerirá algunas inversiones de capital

este gasto de capital es justificable cuando en el análisis de costo/beneficio se incluyen los beneficios intangibles.

BIBLIOGRAFIA

- CHUA, N.S. 1991. Optimal utilisation of energy source in a palm oil processing complex. *In: PORIM Seminar on "Developments in Palm Oil Milling Technology and Environmental Management"*, 1-17 May 1991. Genting Highlands, Malaysia.
- GURMITSINGH;MANNIHARAN,S.;TOH,T.S. 1989. United Plantations approach to palm oil mill by-product management and utilisation. *In: 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference, Module II: Agriculture. Proceedings. p.225-234.*
- MA.A.N.;SEIJASAHYOSHIOJAJIMA;HANIFJUNIT.1994.Anoveltreatment processfor palm oil effluent. Management of Palm Oil Mill and Rubber Factory Effluents,21 December 1994. Proceedings.
- QUAH. S.K.; LIM, K.H.;GILLIES,D.; WOOD, B.J.; KANAGARATNAM. J. 1982. Sime Darby POME treatment and land application systems. *In: Regional Workshop on Palm Oil Mill Technology and Effluent Treatment, Porceedings. p. 193-226.*
- ZIN Z. ZAKARIA; HAMDAN, A.B.; KHALID, H. 1995. Land applications of Palm Oil Mill Effluents Guidelines and Effect on Soil, Water and Crop. *In: Workshop on Environmental Quality Management in the Plantations, 24 Jury 1995. Proceedings. p.46-54.*