

## 1.DATOS GENERALES.

a. Responsable de la propuesta.

M.C. Jesús Cárdenas Mijangos.

Investigador CIDETEQ, S.C.

M.C. Antonio Joel Ruiz García.

Gerente de Tecnología Ambiental.

CIDETEQ, S.C.

M.C. Eruviel Flandes Alemán.

Director de la Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana.

Ing. Jorge Rojas Ríos.

Gerente General de Aceites de Palma S.A. de C.V.

b. Institución o Centro que hace la propuesta.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.

Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas.

Campus Coatzacoalcos, Veracruz.

Aceites de Palma S.A. de C.V.

c. Domicilio.

CIDETEQ, S.C.

Parque Tecnológico Querétaro, Sanfandila, Pedro Escobedo, Querétaro.

C.P. 76700.

Teléfono 01442 2 116000.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Apdo. Postal 140 Av. Universidad Veracruzana Km. 7.5

Teléfono 01 921 2185831.

Coatzacoalcos, Ver.

ACEITES DE PALMA S.A. DE C.V.

Av. Universidad Km. 6.7 Fracc. Rancho alegre Dos C.P. 96559.

Coatzacoalcos, Ver.

d. Teléfono.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.

01442 2 116000, 0449212722948

Universidad Veracruzana facultad de Ciencias Químicas.

019212185831

Aceites de Palma S.A. de C.V.

019212186738 ext: 35-46

e. Fax.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímicas, S.C.

014422116001

Universidad Veracruzana facultad de Ciencias Químicas. 019212185831

Aceites de Palma S.A. de C.V. 019212186750

f. Dirección de correo electrónico.

[cideteqsur@terra.com.mx](mailto:cideteqsur@terra.com.mx)

[eflandes@uv.mx](mailto:eflandes@uv.mx), [eruvief@yahoo.com](mailto:eruvief@yahoo.com)

[jruiz@cideteq.mx](mailto:jruiz@cideteq.mx), [jrojas541123@hotmail.com](mailto:jrojas541123@hotmail.com)

## 2. PROPUESTA.

### a. Título.

**DESARROLLO DE UN PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES GENERADOS EN LAS PLANTAS EXTRACTORAS DE ACEITE DE PALMA AFRICANA UBICADAS EN EL ESTADO DE VERACRUZ.**

### b. Tema del programa al que se hace referencia.

**SISTEMAS DE AGUA:** Captación, potabilización, conducción, regulación, distribución, desalojo, recolección y saneamiento del agua para todos los tipos de usos.

### c. Descripción sintética de la propuesta.

Este desarrollo tecnológico esta dirigido a solucionar una problemática ambiental que se va a presentar del resultado de operaciones de las plantas extractoras de aceite de palma africana (*Elaeis Guineensis* Jack), que actualmente están iniciando operaciones en México, principalmente en el sureste del estado de Veracruz, así como de los estados de Chiapas, Tabasco y Campeche.

Estas plantas extractoras generan un lodo residual o efluente con altas cargas orgánicas en demanda química de oxígeno (65,000 mg/l), demanda bioquímica de oxígeno (48,000 mg/l), y grasas y aceites (mayor de 2,000 mg/l), este efluente puede provocar un deterioro ecológico si carece de un sistema de tratamiento eficiente.

La investigación incluirá caracterizar el efluente, realizar pruebas de tratabilidad, pruebas piloto para obtener el tren de tratamiento para cumplimiento con la norma NOM-001-ECOL/1996 y desarrollar la ingeniería básica y de detalle del sistema.

Se realizará también un estudio integral para el manejo de residuos generados en el proceso de tratamiento de estos efluentes y principalmente la recuperación y utilización del biogás.

### d. Descripción detallada de la propuesta.

La necesidad de incorporar zonas tropicales a la productividad agroindustrial es imperante. Utilizar especies con potencial productivo en zonas húmedas de México, que ayuden a generar nuevos empleos, y que aporten productos de consumo nacional es muy importante. Un cultivo ideal, para satisfacer lo antes mencionado, es la palma de aceite (*Elaeis Guineensis* Jack). Esta especie es por excelencia un cultivo bien adaptado a los trópicos húmedos y puede ser utilizada en la producción de aceite y otros derivados grasos. Actualmente México importa cerca del 85% del aceite que se consume; lo anterior representa más de mil millones de US dólares al año.

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jack) es la segunda fuente de aceite más importante en el mundo después de la soya.

La palma de aceite es importante por la gran variedad de productos que genera, los cuales se utilizan en la alimentación y la industria. Tanto el aceite de pulpa como el de almendra se emplean para producir margarina, manteca, aceite de mesa y de cocina y también jabones. El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta, velas, etc. Se usa también en la industria textil y de cuero, en la laminación de acero y aluminio, en la trefilación de metales y en la producción de ácidos grasos y vitamina A.

Del fruto de la palma se extrae el aceite crudo y la nuez o almendra de palmiste, lo cual se realiza mediante procesos mecánicos y térmicos. Estos productos se incorporan

luego a otros procesos para su fraccionamiento o la obtención de otros productos finales.

Entre 1997 y el año 2001 la producción mundial de aceite de palma creció a una tasa de 6.3 %. Malasia e Indonesia, principales productores, vieron crecer sus niveles de producción a tasas de 8% y 7%, en el mismo periodo, Colombia ha incrementado su producción a una tasa de 7% en los últimos cinco años.

A nivel mundial el consumo de aceites y grasas vegetales ha mostrado una tendencia creciente; sin embargo, dentro de este grupo, el aceite de palma ha sido el que más ha aumentado su participación al pasar del 7% en 1970 al 24% en el año 2000.

Asia es el mayor exportador de aceite de palma en el mundo, dichas exportaciones están altamente concentradas en dos países, Malasia e Indonesia, mayores productores del mundo. De América Colombia aporta el 1 % de las exportaciones mundiales.

Los mayores importadores de aceite de palma en el mundo son los países asiáticos y de la Unión Europea, grupos de países que además mostraron tendencias crecientes en sus importaciones, al presentar tasas de 10% y 9% respectivamente entre 1996 y el año 2000.

India se destaca por ser el país con el mayor tamaño y dinámica en sus importaciones de aceite de palma en el mundo. Le siguen en tamaño, aunque con baja dinámica, China y Pakistán.

Malasia es el país con el mayor tamaño y dinámica en el consumo per cápita de aceite de palma. Le siguen en dinámica Omán y Dinamarca.

Los países del mundo que presentan el desempeño más interesante como mercados objetivos de aceite de palma, debido a que combinan en mejor medida el comportamiento de sus importaciones y su consumo interno, son, en orden de importancia, India, China, Pakistán, Alemania, Reino Unido, Japón, Egipto, Singapur, Italia y Kenia.

Los países de América que presentan el desempeño más interesante como mercados objetivo de aceite de palma, debido a que combinan en mejor medida el comportamiento de sus importaciones y su consumo interno, son, en orden de importancia, Estados Unidos, México, El Salvador, Jamaica, República Dominicana, Cuba, Brasil, Nicaragua, Santa Lucía, Argentina y Venezuela.

En México, la explotación de la palma de aceite es una actividad relativamente reciente, en 1952 el gobierno Mexicano importó 30,000 semillas de Honduras, mismas que fueron sembradas en la costa de Chiapas, con las cuales se establecieron las primeras 200 hectáreas (Ha.) en la finca "La Lima", municipio Villa Comaltitlán, en el predio del Sr. Juan Bernstorff. La palma de aceite (o palma africana) cuyo nombre científico como ya se ha descrito es *Elaeis guineensis* Jack forma parte del grupo de cultivos que han sido impulsados durante el proceso de diversificación de la estructura productiva en las regiones húmedas de Veracruz, Campeche, Tabasco y Chiapas.

Este programa se inició ante la necesidad de disminuir el déficit de aceite y sus derivados que presenta México y que son del orden de un millón de toneladas métricas al año, con la consecuente fuga de divisas. Es un cultivo eminentemente tropical y que tiene un rendimiento de aceite mucho más alto que cualquiera de las demás oleaginosas (soya 296 Kg/Ha, algodón 192, ajonjolí 170, y coco 360), en tanto que la palma de aceite rinde 3,780 Kg/Ha. El estado de Chiapas cuenta en las regiones Selva y Soconusco con características agro climáticas en las que este cultivo se está desarrollando con buenas perspectivas y asimismo en Veracruz en la región de Acayucan, lo que permitirá en un futuro mediato disminuir las importaciones de aceites y sus derivados, además de fomentar el arraigo de los productores en sus comunidades, la generación de empleos permanentes por 25 o 30 años y la reforestación productiva.

Aproximadamente en México en su totalidad se encuentran en producción 3,000 ha. Existe un potencial para la producción de palma de aceite de más de 2 millones de ha. ubicadas principalmente en las costas de Veracruz, Chiapas, Campeche y Tabasco. El consumo en México anual aparente es de 137,500 toneladas (ton) y la producción de 7,500 lo que representa tan sólo el 5.4 % de la demanda. Hasta el momento se han establecido 2,750 ha en Veracruz, 5,700 en Chiapas, 2,450 en Campeche y 2,050 en Tabasco. En México hay aproximadamente 12,950 ha en total que empiezan a producir.

Actualmente existen 6 plantas extractoras de aceite de palma en el estado de Chiapas cuyas capacidades se encuentran de 2 a 10 ton/hr, 1 en el estado de Tabasco y 1 en construcción en el estado Veracruz de 30 ton/hr de racimos de fruta fresca (RFF).

El procesamiento en estas plantas extractoras de los racimos de fruta fresca (RFF) de la palma de aceite se realiza mediante los efectos de presión, temperatura y procesos mecánicos; extraen el aceite contenido en la pulpa del fruto. Es un proceso de cinco etapas, principalmente el primero consiste en utilizar esterilizadores de vapor para detener la formación rápida de ácidos grasos libres. En seguida se agotan los racimos, digiriéndolos, y entonces se presionan para extraer el aceite. El aceite crudo es finalmente separado y clarificado por flotación y centrifugación del licor acuoso residual. El licor de desecho es producido en cada una de estas etapas, así como de derrames, vapor de las trampas, pero principalmente son condensados del esterilizador y lodos aceitosos en la etapa final de clarificación. La cantidad de licor de desecho (efluente) producido de estas plantas extractoras de aceite de palma varía con la cantidad de agua usada. El peso total de efluente líquido es estimado alrededor de 0.82 toneladas por tonelada de racimo de fruta fresca procesada. Las características del efluente contienen una alta concentración de materia orgánica. Una concentración de demanda química de oxígeno en el rango de 45,000 a 65,000 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno entre 18,000 a 48,000 mg/l y las grasas y aceite en un valor mayor a 2,000 mg/l. La siguiente propuesta tecnológica está enfocada en este efluente por las altas concentraciones de contaminantes que posee, y actualmente, la experiencia en diversas partes del Mundo demuestra que el efluente de las plantas extractoras de aceite de palma se puede tratar en forma tradicional por procesos de tratamiento biológico anaerobio y facultativo que tiene limitaciones (Chin K. K. Et al., 1996).

En las instalaciones de las plantas extractoras de aceite de palma en México por ser una empresa nueva, no se tiene bastante infraestructura en el tratamiento de estos efluentes; de estudios (Estrada A. Carlos et al. 2003) realizados en México por el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica para la innovación de tecnología en el tratamiento de estos efluentes, se tiene la posibilidad de obtener un desarrollo tecnológico eficiente para cumplir con la normatividad mexicana en materia de este tipo de efluentes que no la proporciona el tratamiento biológico anaerobio y facultativo en su totalidad, y que para las plantas extractoras de aceite de palma del estado de Veracruz y del País sería muy benéfico contar con esta tecnología que ayudaría a cumplir el propósito de estas empresas altamente competitivas de generar un bien para la sociedad con la mejor calidad y precio, y conservando el medio ambiente ya que debido a las altas concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno y las cantidades de grasas y aceites que aporta este efluente se puede tener un fuerte impacto en el entorno ecológico de la región donde se ubican estas plantas extractoras de aceite de palma africana.

Por lo anterior la siguiente propuesta consiste en desarrollar el paquete tecnológico eficiente para el tratamiento de estos efluentes, el manejo de lodos y utilización de subproductos principalmente la recuperación del Biogás generados por las plantas extractoras de aceite de palma ubicadas en el estado de Veracruz.

El desarrollo tecnológico contendrá los siguientes alcances y metodología:

- 1.- Caracterización de los efluentes generados en las extractoras de aceite de palma africana ubicadas en la región.
- 2.- Pruebas de tratabilidad de muestras de efluentes obtenidos del proceso de estas plantas extractoras.
- 3.- Pruebas a nivel piloto de la mejor opción para el tratamiento de efluentes del proceso de extracción de aceite de palma africana.
- 4.- Diagrama de flujo del proceso de tratamiento seleccionado.
- 5.- Memoria de cálculo y descripción del sistema, estimaciones de volúmenes, capacidades de equipo y especificaciones de materiales de construcción.
- 6.- Realizar ingeniería básica que incluye planos de la vista de planta general para la localización de las unidades y equipos de tratamiento.
- 7.- Realizar ingeniería de detalle: elaboración de planos civiles, mecánicos, hidráulicos y eléctricos del diseño de una planta de tratamiento de efluentes de extractoras de aceite de palma africana, reutilización de subproductos y recuperación del Biogás.
- 8.- Manuales de operación.
- 9.- Manuales de mantenimiento.
- 10.- Cálculo del monto de inversión para diferentes capacidades.
- 11.- Cálculo del costo de operación para diferentes capacidades.
- 12.- Estudio integral para el manejo de residuos generados en el proceso de tratamiento de estos efluentes.

El desarrollo tecnológico se tiene planeado para obtenerse en 12 meses de trabajo de investigación y gabinete con una inversión económica de \$359,288 (Trescientos cincuenta y nueve mil doscientos ochenta y ocho pesos 00/100 M.N.)

Este desarrollo tecnológico obtenido del tratamiento de efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma africana se competirá para obtener una patente en México.

#### BIBLIOGRAFIA:

- Becari M., et al., "Interaction Between acidogenesis and Methanogenesis in the Anaerobic Treatment of Olive Oil Mill Effluents", *Wat. Res.*, Vol 1, pp 183-189, 1996.
- Borja R., et al. "Anaerobic Treatment of Palm Oil Mill Effluent in a Two-Stage Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket", *Journal of Biotechnology*, 45 (1996), 125-135.
- Chin K. K. Et al., "A Study of Palm Oil Mill Effluent Treatment Using a Pond System", *Wat. Sci. Tech.*, Vol 34. No 11, pp 119-123, 1996.
- Eckenfelder W. W., *Industrial Water Pollution Control*, Mc Graw Hill, 3th ed, USA, 2000.
- García J. A., Uribe L. D., *Manejo de efluentes de Plantas Extractoras: 2. Diseño de Lagunas de Estabilización*", Cenipalma, Boletín Técnico No. 11, Bogota, Colombia. 1997.
- Noor M. J. M.M., et al., "Treatment of Palm Oil Mill Effluent (POME) with the Membrane Anaerobic System (MAS)", *Wat. Sci. Tech.*, Vol 39, No 10-11, pp. 159-163, 1999.
- Ramallo R. S., *Tratamiento de Aguas Residuales*, Ed. Reverte, Barcelona, España. 1993.
- Setiadi T., et al., "Palm Oil Mill Effluent Treatment By Anaerobic Baffled Reactors: Recycle Effects and Biokinetic Parameters", *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 34, No. 11, pp 59-66, 1996.

Piedrahita E., Conil P., "Experiencia de 5 años en la Biodigestión y Utilización de los efluentes de una extractora de Aceite de Palma en la región de Tumaco, Colombia". BIOTEC Colombia S.A.

Ugoji Esther O., Anaerobic digestion of palm oil effluent and its utilization as fertilizer for environmental protection, Renewable Energy, Vol. 10, No. 2/3, pp. 291-294, 1997.

Estrada Artega Carlos, Montoya Hernández Carlos, Hernández Benitez Carlos, Estudio de análisis y evaluación de opciones de tratamiento de aguas residuales generadas por la operación de la planta extractora de aceite de palma africana a instalarse en Acayucan, Ver de la empresa ACEITES DE PALMA S.A. de C.V., CIDETEQA, S.C. , Reporte final No. TA-03-07-003, Julio 2003.

Ng, W. J., Goh, A.C.C. and Tay, J. H.(1988) Palm oil mill effluent treatment liquid-solid separation with dissolved air flotation. Biol. Wastes 25, 257-268.

Souza, M. E. (1986) Criteria for the utilization, design and operation of UASB reactors. Waters Sci. Technol. 18, 55-69.