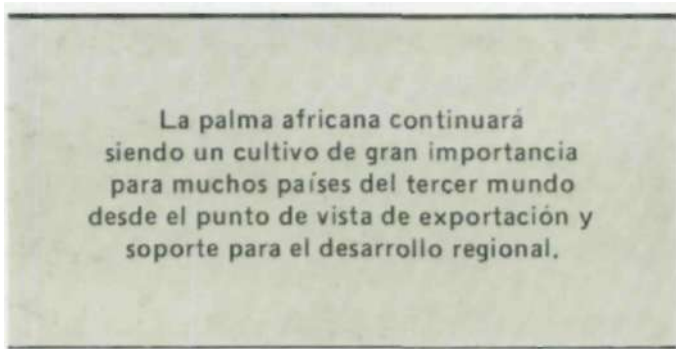


APERTURA IV MESA REDONDA LATINOAMERICANA SOBRE PALMA ACEITERA*

Antonio Guerra de la Espriella**

Es motivo de satisfacción para la Federación Nacional de Cultivadores de Palma Africana registrar la presencia de todos ustedes y darles el más afectuoso saludo de bienvenida, en especial a aquellos que haciendo grandes esfuerzos y movidos por un interés sobre la actividad palmicultora, han logrado cristalizar nuestro llamado a este evento técnico-científico.

Cuando en Belem, Brasil-1984, sugerimos a Colombia como sede de la IV Mesa Redonda Latinoamericana sobre Palma Aceitera, lo hicimos con el convencimiento de que FEDEPALMA con el aporte del Ministerio de Agricultura cumpliría con las responsabilidades encomendadas.



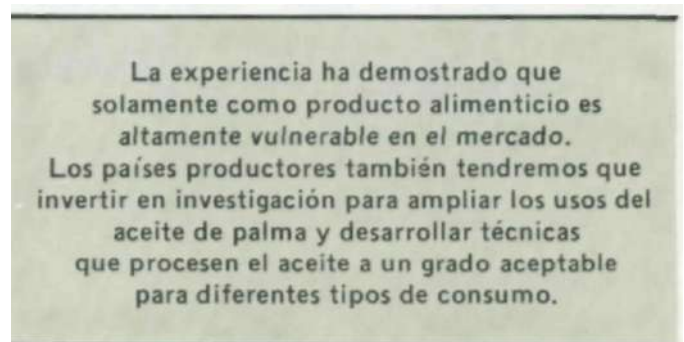
Se realiza esta IV Mesa Redonda bajo el auspicio de la FAO, con el propósito de conocer y discutir los avances últimamente registrados en materia técnica y económica en aquellas áreas productoras de aceite de palma. Desde ya expreso mis reconocimientos a todos los expositores e investigadores por su contribución a este certamen e interés en esta actividad, la cual a partir de su producto básico, el aceite de palma, juega un papel fundamental en el avance económico de muchos países en vía de desarrollo. Expreso igualmente nuestros agradecimientos a todas aquellas personas o entidades que con su aporte han hecho posible el éxito de la organización.

Esta Mesa Redonda es importante en muchos aspectos. En primer término, nos permitirá saber cuál es en realidad la situación actual y el potencial Latinoamericano en Palma Africana. Ello nos permitirá acercarnos a la verdadera contribución del aceite de palma a la estabilidad general del mercado de aceites y grasas comestibles de nuestros países, y estudiar los problemas que enfrenta para obtener mayor acceso al mercado.

Este certamen también es importante desde otro ángulo. Es aquel que le imprime su carácter dinámico: la investigación y avance tecnológico. Tendremos la oportunidad de asimilar los desarrollos más recientes en la materia así como la factibilidad de implementación en nuestras plantaciones. El mundo investigativo palmero es relativamente abierto, lo que permite afirmar que el nivel tecnológico de la actividad en Latinoamérica, está prácticamente a la par de aquellos que consideramos líderes, como pudiera ser el caso de Malaysia.

Las conclusiones que de aquí resulten, deberán servir para fortalecer la palma africana como actividad socio-económica básica en el crecimiento de nuestros pueblos. Ello no es en ningún momento incompatible con la triste y casi desastrosa situación del mercado mundial. La palma africana continuará siendo un cultivo de gran importancia para muchos países del tercer mundo desde el punto de vista de exportación y soporte para el desarrollo regional.

Lo que sí se nos impone es la búsqueda de usos alternativos económicamente viables para el aceite de palma. La experiencia ha demostrado que solamente como producto alimenticio es altamente vulnerable en el mercado. Los países productores también tendremos que invertir en investigación para ampliar los usos del aceite de palma y desarrollar técnicas que procesen el aceite a un grado aceptable para diferentes tipos de consumo.



Señoras y señores: No me cabe la menor duda que Valledupar, ciudad acogedora y sede de este significativo certamen internacional, nos brindará la oportunidad de deliberar con éxito, para que con sus resultados y a partir de lo que tenemos en Palma Africana, podamos enfrentar con fortaleza técnica el incierto futuro, propio de las actividades agrícolas.

* Valledupar, Junio 1986.

** Director Ejecutivo, FEDEPALMA.

INSTALACION IV MESA REDONDA LATINOAMERICANA SOBRE PALMA ACEITERA*

Luis Rodríguez Valera**

Me cabe el altísimo honor como gobernador del Departamento, instalar la CUARTA MESA REDONDA LATINOAMERICANA SOBRE PALMA ACEITERA que se estará celebrando en estas instalaciones a partir del día de hoy, hasta el 12 del presente mes de Junio.

Permítaseme en primer lugar, presentar un caluroso y efusivo saludo de bienvenida a los distinguidos representantes de las naciones hermanas que nos honran con su visita y a los líderes del gremio en el país, que gentilmente atendieron la invitación para analizar los aspectos más importantes inherentes al desarrollo de este importante renglón. A unos y otros, les deseo la mejor estadía en nuestro Departamento.

Este evento se cumple, gracias a los esfuerzos que se han propuesto realizar los países miembros de la FAO en Latinoamérica, que siguiendo las orientaciones de esta organización, buscan a través de la denominada RED LATINOAMERICANA DE PALMA, intercambiar experiencias y conocimientos prácticos entre instituciones de los países que la integran, utilizando básicamente sus propios recursos técnicos, humanos y financieros, para incrementar la producción y la productividad y en general, para alcanzar un mayor progreso en todos los aspectos de la actividad palmicultora.

En nuestro país hay que hacer un justo reconocimiento a la Federación Nacional de Cultivadores de Palma Africana, FEDEPALMA, entidad que bajo la dirección ejecutiva del doctor ANTONIO GUERRA DE LA ESPRIELLA, logró que Colombia fuera aceptada como miembro de la Sub-red Latinoamericana de Desarrollo Agroindustrial de la Palma y esto nos está permitiendo, como hoy lo constatamos con este evento, intercambiar los conocimientos sobre técnicas de cultivos de países vecinos con características socio-económicas, culturales y geográficas similares a las nuestras y con su aplicación en nuestro propio caso, terminar con la tradicional importación de tecnologías y procedimientos, originadas en otras regiones más avanzadas del mundo y de otras condiciones sociales y culturales.

Sea esta la oportunidad para resaltar también, la encomiable labor que las Naciones Unidas a través de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, viene desarrollando en nuestros países, colaboración que ha sido fundamental para el impulso del desarrollo agropecuario y el incre-

mento en la producción de alimentos en esta región del continente.

El cultivo de la Palma Africana es el que representa para el país, la más viable alternativa de solución en cuanto al autoabastecimiento de grasas y aceites comestibles, que en el momento se importan en volumen apreciable. Mientras en 1970 el aceite de palma contribuía con el 24 por ciento de la producción de aceites y grasas, en 1980, dicha participación alcanzó el 49 por ciento.

Las primeras plantaciones de palma africana se realizaron en el país a comienzos de los años 60. El cultivo presentó una rápida expansión en esa década al pasar el área cosechada de mil hectáreas en 1963 a 12.800 hectáreas en 1970. De la misma forma los rendimientos registraron un alto ritmo de crecimiento que llevó a un aumento sostenido de la producción de aceite de palma durante todo el decenio, llegando en 1970 a 27 mil toneladas comparadas con sólo mil toneladas en 1963. En la década del 70 se conservó esta dinámica de crecimiento, cuando se duplicó la superficie sembrada y la productividad. La producción aumentó entre 1970 y 1981 casi tres veces, como resultado no sólo del incremento del área plantada, sino también del mejoramiento del material genético y de las prácticas culturales en los cultivos. En los años recientes pasamos de 47.000 hectáreas sembradas en 1982 y una producción de 85 mil toneladas de aceite, a 65.400 hectáreas en 1985 y una producción de 120 mil toneladas, obteniéndose además en este corto período, un incremento en los rendimientos del orden de los 200 kilogramos de aceite por hectárea.

El cultivo de la Palma Africana es el que representa para el país, la más viable alternativa de solución en cuanto al autoabastecimiento de grasas y aceites comestibles, que en el momento se importan en volumen apreciable.

En lo que al Departamento del Cesar se refiere, este cultivo ha mostrado aumento significativos tanto en áreas sembradas, como en producción y rendimiento. Así tenemos cómo en el período 1976/1983 el área cosechada creció casi en un ciento por ciento, presentándose el hecho destacable de que en los últimos ocho años, el Cesar ha generado entre el 43 y 62 por ciento de la producción nacional. De la misma forma los rendimientos son óptimos comparándolos con otras regiones productoras, manteniéndose esos niveles por encima de las tres toneladas de aceite por hectárea en este mismo período.

* Valledupar, Junio 1986.

** Gobernador del Cesar.

Las cifras aquí anotadas correspondientes al Departamento del Cesar, arrojan como conclusión que la producción de aceite de palma se ha venido constituyendo en un importante renglón económico en esta sección del país, como quiera que hacia los últimos años del período 1976-1983, se ubica en los primeros renglones dentro del conjunto del valor de la producción agrícola departamental.

Al señor doctor Hugo Ferreira Neira,
el Cesar siempre lo recordará como uno de
los pioneros de su desarrollo agropecuario y
le rendirá permanentemente un homenaje de
admiración, respeto y gratitud
por esta encomiable labor.

Además de los factores pinamente técnicos responsables del avance de este cultivo en el Departamento, entre los cuales se destacan la disponibilidad de tierras óptimas para su desarrollo que a raíz de la crisis algodonera fueron utilizadas por los cultivadores para la siembra de la palma como alternativa de solución, hay que destacar dos circunstancias que han sido fundamentales en el impulso y fomento de la palmicultura en esta sección del país: El tesón, el ahinco y el empeño que en los años 60 le imprimió a esta actividad en las feraces tierras del municipio de San Alberto ese connotado hombre público y eximio dirigente del sector agropecuario del país, como fue el Exministro de Agricultura doctor HUGO FERREIRA NEIRA (q.e.p.d.). labor que fue ampliamente reconocida, elogiada y admirada por el señor Presidente López, cuando nuestro Departamento tuvo el alto honor de tenerlo como su Gobernador. Al señor doctor Hugo Ferreira Neira, el Cesar siempre lo recordará como uno de los pioneros de su desarrollo agropecuario y le rendirá permanentemente un homenaje de admiración, respeto y gratitud por esta encomiable labor. La otra circunstancia favorable para el auge de la palma en el Cesar en los últimos tiempos, ha sido sin lugar a dudas, la que en buena hora para el Departamento, hiciera irrupción en la dirigencia del sector agropecuario de esta sección del país, una figura joven pero igualmente emprendedora, progresista y audaz, como el doctor CARLOS MURGAS GUERRERO, sin cuyo concurso como destacado empresario del gremio, tal vez no estaríamos presentando cifras tan satisfactorias como las que hoy mostramos y que seguramente serán objeto de inteligentes análisis en el curso de esta reunión.

En el Departamento no contamos con la infraestructura de procesamiento del aceite, circunstancia que incrementa los costos de producción de este alimento. Esta situación ha hecho que a nivel de

nuestra Secretaría de Fomento, nos dispongamos a elaborar el proyecto de factibilidad para la implantación en la zona de una planta refinadora de aceite con recursos para dicho estudio, que hemos solicitado al Fondo de Inversiones Regionales del Conpes Regional. Con este proyecto nos proponemos incentivar al sector privado del Departamento, para que aunando recursos con el sector público, logremos que esta obra sea una realidad a corto plazo en el Cesar.

No obstante los halagadores resultados del cultivo en la región, en los últimos años ha aparecido un factor perturbador del desarrollo de esta actividad en nuestra zona, como es el Contrabando de aceites y grasas provenientes del vecino país de Venezuela, donde los menores costos de producción de los cultivos y el manejo de su política cambiaría, han incrementado considerablemente este flagelo de la economía colombiana. Esto ha hecho que a nivel de Gobierno Departamental solicitemos al alto Gobierno Nacional, la adopción de medidas urgentes tendientes a erradicar este fenómeno, medidas que deben ir, desde conversaciones al más alto nivel entre los dos gobiernos a fin de mejorar la vigilancia fronteriza y disminuir los perjuicios para ambos países, pasando por el establecimiento de mejores estímulos a nuestros productores con estrategias para aminorar los costos de producción y necesariamente adelantar una vasta campaña de concientización entre los consumidores tendiente a disminuir el consumo de estos productos de contrabando que no tienen ningún control sanitario.

El país registra en estos momentos déficit de producción de aceites y grasas, frente a una cada vez, mayor demanda. Por esto yo invito a todos los dirigentes del gremio aquí presentes, para que se hagan el propósito de sacar de esta reunión y del Congreso Nacional que se celebrará en próximos días en esta misma ciudad, un gremio más vigoroso, más dinámico y más ambicioso, que canalice todos sus esfuerzos hacia la meta de utilizar el mayor porcentaje del área potencial para la siembra de este cultivo en el país y que en el solo Departamento del Cesar son alrededor de 60 mil hectáreas, con el fin de abastecer satisfactoriamente el mercado interno y simultáneamente presentar a la palma africana como una alternativa de generación de divisas para el país a través de su exportación.

Declaro así oficialmente instalada la CUARTA MESA REDONDA LATINOAMERICANA SOBRE PALMA ACEITERA, deseándoles el mejor de los éxitos a sus organizadores.

Es posible que el Dr. Guerra de la Espriella al buscar los nombres de antiguos participantes en Mesas Redondas haya encontrado el mío, además del cargo que ocupaba cuando participé en la reunión de Honduras. Dudo poder contribuir a los principales temas que se plantearán en la Mesa Redonda de Valledupar, aún desconocidos para aquellos que tomarán parte en ella. Sin embargo, mencionaré un papel indirecto que desempeñaría la palma de aceite en la alimentación de la humanidad, al tiempo que resuelve problemas ambientales que se presentan en las zonas de cultivo de la misma.

Como se sabe, las plantas de extracción de aceite de palma producen una gran cantidad de efluentes, que podrían ocasionar serios problemas ambientales de desecho a gran escala. En términos generales, estos efluentes pueden sobrepasar el 50% del fruto de palma procesado. El tonelaje preciso depende del equipo de cada planta y su eficiencia de procesamiento.

Es una mezcla dañina y desagradable, compuesta de agua, fibra, sustancias no oleaginosas y químicos, y tiene una Demanda Biológica de Oxígeno (BOD) de 20.000 mg/litro, los cuales la convierten en un contaminador peligroso. La práctica de arrojar volúmenes cuantiosos de estos efluentes crudos sin tratar a los arroyos, ríos e incluso al mar es totalmente inaceptable, puesto que contamina el agua y afecta las plantas y los peces. En Malasia, donde trabajé en la agroindustria entre 1953 y 1966, inicialmente intentamos reducir el problema canalizando estos efluentes hacia las represas construidas por el hombre, donde se dejaban asentar, degenerar y perder gran parte de su contenido de humedad mediante filtración y evaporación, hasta que su volumen se reducía y se convertía en una masa semi-sólida, cuyo BOD era un poco más aceptable y, por lo tanto, era menos objetable como contaminante, al canalizarlo hacia las vías fluviales para su desecho.

Sin embargo, las hectáreas sembradas y los cultivos de palma aumentaban —con el consiguiente aumento de efluentes— cada año. La agroindustria aceptó que este tipo de tratamiento y arrojar los efluentes

a las aguas, constituía un procedimiento costoso y no presentaba una respuesta satisfactoria, y muy posiblemente no sería aceptado por la comunidad ni por el Gobierno cuando aumentaran, según se esperaba, las plantaciones malayas. Intentamos también la posibilidad de dispersar el efluente semi-tratado entre las palmas, puesto que tiene, aparte de las variables, cierto valor como fuente de nutrientes, pero constituye un procedimiento muy costoso, y los recolectores y trabajadores de campo comprensiblemente encontraron los cambios inmediatos que se presentaron en las condiciones de la tierra, con el desagradable aumento de la población de insectos, por decir lo menos. Además, se encontró que, después de una serie de aplicaciones, el efluente semi-tratado "sellaba" la tierra, lo cual requería cultivo entre hileras, práctica indeseable en el cultivo normal de palma de aceite.

Obviamente, éramos conscientes de la composición química del efluente, ya que había sido práctica común analizar las muestras de efluente, especialmente para detectar cualquier contenido significativo de aceite, lo cual indicaría que la eficiencia del procesamiento de la fruta para extraer el aceite de palma y de palmiste era inadecuado. Por lo tanto, sabíamos que el efluente sin tratar es rico en nitratos y carbohidratos y que tiene un valor proteínico útil. A principios de la década de los 60, mis colegas de otras plantaciones grandes, autorizaron a algunas haciendas de cultivo de palma para llevar a cabo experimentos con la utilización del efluente sin tratar como forraje para animales. De hecho, los resultados fueron muy alentadores: los porcinos, el ganado, los búfalos de agua y, en cierta medida, las gallinas, se peleaban por la sustancia, al mezclarla con tapioca, pasto, algunos cultivos de cubrimiento e incluso racimos vacíos de palma, los cuales proporcionaban el forraje esencial y los nutrientes complementarios. El aumento de peso fue muy positivo, sin que hubiese muestras discernibles en la carne, leche o huevos.

Sin embargo, era necesario llevar a cabo más experimentos para producir alimento animal balanceado, fácil de manejar y de buen precio, pero estos no se llevaron a cabo. Al poco tiempo habíamos encontrado un obstáculo insalvable para la producción de alimento animal a base de efluentes sin tratar: la producción de nuestras plantas era tan alta que la cantidad de efluente era suficiente para alimentar un número considerable de animales y estos animales requerirían vastas áreas de tierra para pastar y alojarse y/o el cultivo del forraje necesario para producir un alimento balanceado y,

*El presente documento corresponde a la contribución del Dr. Bowkett a la IV Mesa Redonda Latinoamericana sobre Palma Aceitera realizada en Valledupar, Colombia entre el 8 y 12 de Junio de 1986. El presente documento se publica con el consentimiento del autor ya que fué imposible darlo a conocer durante el evento.

puesto que no existía el espacio, esto significaría reducir considerables áreas productoras de palma, lo cual, sobra decir, habría sido un procedimiento antieconómico.

Sin embargo, la situación actual en algunos países latinoamericanos —y de otras regiones— podría ser diferente, ya que las plantaciones de palma son menos y tal vez más pequeñas que en Malasia, y muy posiblemente en las proximidades habría pequeños y grandes terratenientes que podrían criar ganado o animales para la producción de carne, leche o huevos para su propio consumo y/o comercialización. Sería necesario emprender investigaciones exhaustivas a este respecto, para establecer la mezcla óptima de efluentes y forraje, disponible o cultivable, y los nutrientes complementarios, y que proporcione la distribución higiénica y económica de efluente de las fábricas a las haciendas. El último requisito podría ser difícil de cumplir, ya que el efluente crudo tiene muy mal aspecto y un gran volumen.

A principios de 1960
las Facultades de Ciencias e Ingeniería de
la Universidad de Malasia, en Kuala Lumpur,
estudiaron la posibilidad de convertir el efluente
de palma de aceite en un alimento seco peletizado.

Sin embargo, existe una alternativa. A principios de 1960 las Facultades de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Malasia, en Kuala Lumpur, estudiaron la posibilidad de convertir el efluente de palma de aceite en un alimento seco peletizado: desarrollaron prototipos de maquinaria y métodos para secar y centrifugar el efluente y volverlo polvo, mezclarlo con tapioca o con torta de palmiste y otros químicos, para convertirlo en una sustancia peletizada y fácil de manejar, que proporcionara raciones alimenticias balanceadas para ganado. Desde entonces, una serie de organismos comerciales y de investigación han desarrollado el proceso hasta convertirlo en plantas comerciales a gran escala potencial.

Sin embargo, los procesos requieren gran cantidad de energía. Esto no sería problema en los lugares donde hay plantas de procesamiento de palma de gran producción, las cuales normalmente generan más vapor y energía de la que necesitan para su funcionamiento e iluminación. En caso de no existir este excedente de energía —por lo demás económico—, la producción de un combustible, el metano, de una cierta cantidad de efluente, podría, según

entendiendo, proporcionar energía suficiente para procesar otra cantidad de efluente y convertirla en alimento animal peletizado, si se emplean las calderas y equipos apropiados. Esto requeriría estudios, por parte de los químicos, y evaluación, por parte de los economistas. Esta investigación puede ser objeto de consideración.

Sin embargo, hasta donde se, la industria malaya de aceite de palma no ha emprendido la fabricación de forraje para animales con sus efluentes a escala significativa, pero esta no es razón para que los cultivadores latinoamericanos de palma de aceite descarten la idea, dado que las circunstancias son muy diferentes de las existentes en Malasia. Allí, ya existen 1.46 millones de hectáreas de palma de aceite y este año las fábricas sacarán alrededor de 10 millones de toneladas de efluente, cantidad que, técnicamente hablando, podría alimentar un número muy significativo de animales, pero hay una considerable escasez de tierra disponible para alojar el ganado y para proporcionarle pastos y forraje. En teoría, el alimento animal podría producirse en Malasia con los efluentes disponibles y aún exportarse, pero, como se sabe, en el mundo existe un exceso de forrajes tradicionales, como lo son el trigo, el maíz, la cebada y la soya y, en estas circunstancias, es muy difícil persuadir a los compradores de que compren una variedad exótica, aunque ésta se ofrezca a un precio menor que el ya muy bajo precio de los forrajes tradicionales. Por lo tanto, las cultivadores de palma de aceite tienen muy pocos incentivos para invertir en la producción de alimento animal con el efluente y, debido a los problemas de transporte del efluente crudo, sería aconsejable que la fabricación de alimento se emprendiera en lugares próximos al origen de la materia prima, que es la planta procesadora de aceite de palma.

Al menos en algunos países latinoamericanos, donde se cultiva palma de aceite en menor escala que en Malasia, existe, creo, disponibilidad de tierras que, aunque pueden no ser ideales para la cría de ganado, podrían servir de alojamiento y proporcionar pastos y forraje para diversos tipos de animales que absorberían la producción interna de alimentos y que, a su vez, podrían ser consumidos a nivel local o, incluso, ser exportados a otros lugares de la región. Esto podría ser beneficioso desde el punto de vista de las economías nacionales, reservas de divisas, oferta de alimentos y utilización de la tierra. Uno de los resultados de no convertir el efluente del aceite en alimento animal podría ser la continua limitación de la capacidad de creci-

miento de la industria de la carne, los productos lácteos, la oferta de huevos, además el problema de qué hacer con el desecho seguiría existiendo.

Puede que en algunos casos este problema no se considere muy serio en la actualidad, al menos, pero en los lugares donde la producción es alta y se espera aumente, es inevitable que la opinión pública sea adversa, y con razón, al desecho de materiales efluentes sin tratar. El que esta posición sea acogida por los cultivadores o conlleve acción gubernamental puede ser dudoso, pero puede argumentarse que es razonable esperar que los cultivadores y procesadores de palma, como todo el mundo, eviten, dentro de lo posible, la contaminación del ambiente por su propio beneficio. Al convertir el efluente del aceite en forraje animal no solamente se cumple con una responsabilidad cívica sino un beneficio productivo y rentable de la economía nacional en donde podrían presentarse efectos multiplicadores del procesamiento del efluente de palma de aceite.

Otra forma de cumplir esta responsabilidad podría ser muy costosa, como sucedió en Malasia. A principios de la década de los 70, el gobierno malayo pasó una ley según la cual se prohibía, so pena y onerosas multas, arrojar a cualesquiera vías fluviales cualquier líquido o material que tuviera un nivel de BOD que, después de límites sucesivos más estrictos, hoy en día sobrepasa los 5000 mg/litro. Este es un requisito muy estricto que puede serlo aún más, desde que leí las leyes malayas, hace algunos años. Para cumplir la ley, los cultivadores malayos se han visto obligados a instalar y poner en funcionamiento, a un costo muy alto, sistemas sofisticados de digestión anaeróbica ya que, como dijimos, el BOD del efluente puede llegar a ser de 20.000 mg/litro y la digestión anaeróbica parece ser en la actualidad la mejor manera de producir residuos y agua que sean lo suficientemente inocuos para ser arrojados al agua, de acuerdo con las normas legales. El perfeccionamiento del diseño de los equipos de procesamiento puede llegar, con el tiempo y consiguientes costos, a reducir el contenido nocivo de los efluentes, pero no su volumen. En Malasia, el problema de los efluentes tiende a aumentar; para el año 2.000 se espera que el área sembrada de palma aumente a dos millones de hectáreas, comparada con los 1.46 millones existentes en la actualidad y el tonelaje de efluentes será mayor y por consiguiente su tratamiento se hará cada vez más costoso y difícil.

Es poco probable que un país latinoamericano desarrolle zonas de cultivo tan extensas como las

de Malasia, pero cualquier país que cultive o pudiera llegar a cultivar palma de aceite, haría bien en considerar este cultivo dentro de un contexto agroindustrial de crecimiento, en el cual los efluentes, lejos de ser un problema real potencial o en crecimiento, fueran un factor positivo. Dentro de este concepto, se cultivaría la palma como parte de un complejo agroindustrial que podría comprender lo siguiente:

1. La producción de aceite de palma o de palmiste para la fabricación, como parte del complejo, de grasas, margarinas, aceites de cocina y ensalada, aditivos industriales y, tal vez antes de que transcurra mucho tiempo, un sustituto de diesel y para alimentos farmacéuticos y químicos.
2. La producción de metano y, con aditivos, alimentos para animales del efluente crudo y voluminoso del aceite de palma.
3. La producción de torta de palmiste para ser incorporada a los alimentos para animales, de fácil transporte y manejo (peletizado y en otras formas).
4. El cultivo de forrajes, legumbres, tapioca y granos gruesos para ser incorporados a los alimentos peletizados para animales o a raciones complementarias.
5. La cría de ganado, cerdos, aves y otros animales para carne, lácteos y huevos.
6. Mataderos, centros de procesamiento de leche y carne, y empaque de huevos para manejar los animales, la carne y los huevos que se produzcan.
7. Plantas de procesamiento y refinación de aceites vegetales para convertir en productos comerciales la palma y el palmiste que se produzcan y/o, podría ser, refinerías/fábricas para producir sustitutos de diesel o sustancias farmacéuticas y químicas para alimentos con el aceite.
8. Servicios de apoyo para los anteriores.

En otras palabras, sería un programa global de desarrollo económico de carácter agroindustrial, del cual la clave sería el cultivo de palma de aceite. El tamaño y ubicación de las unidades compositivas de un desarrollo tal dependería de la disponibilidad de tierras adecuadas y de climas convenientes para su cultivo y el de otras plantas, de los fondos disponibles, de las oportunidades de mercado, de la

administración adecuada, del personal calificado técnica y profesionalmente y de los servicios de infraestructura.

Obviamente, este amplio concepto requeriría un estudio multidisciplinario exhaustivo y, de encontrarse viable después de analizarlo, sería necesario emprender una planeación muy detallada, tomando las plantaciones existentes o potenciales como línea de base. Considero aconsejable mencionar en este punto que, en el caso del cultivo y procesamiento de la palma de aceite, la experiencia, tanto en Malasia como en otras partes del mundo, ha demostrado enfáticamente que las unidades administrativas (plantaciones) demasiado grandes dan lugar a serios problemas de recolección de fruta y transporte rápido a las instalaciones de procesamiento, y en su vulnerabilidad a daños y a otras interrupciones del proceso, factores que se unen para contrarrestar la economía teórica de la escala. En Malasia, el punto de vista generalizado es que, teniendo en cuenta la producción actual por hectárea, las plantaciones individuales que tengan las instalaciones necesarias de procesamiento, no deben superar las 10.000 hectáreas. Por razones similares, **no** se aconseja la construcción de enormes plantas de procesamiento que atienden a varias plantaciones.

La reducción sustancial de los costos de producción de aceite de palma es de vital importancia en Malasia, que es, por mucho, el mayor productor de este bien primario.

Además, los técnicos en el cultivo de palmas siguen sacando árboles con mayores niveles de producción de fruta y aceite por hectárea, y en los últimos años se ha emprendido el estudio del cultivo de tejidos, lo cual conlleva la producción a gran escala de palmas clonales de alta producción inicialmente en Inglaterra (de todos los lugares del mundo) para transporte aéreo a las zonas de cultivo, con gran éxito. Las técnicas empleadas se han adoptado en otros países, incluyendo, en forma notoria, Malasia y otras zonas productoras de palma de aceite entre las cuales espero se encuentre América Latina. Como resultado de la cría tradicional de plantas, las palmas malayas en su etapa de completa madurez producen un promedio de 4.0-4.5 toneladas de aceite crudo de palma por hectárea anual y se espera que la cifra aumente, debido al aumento de material clonal de siembra, hasta 5-6 toneladas para el

año 2000 y a 8-10 toneladas entre el 2020 y 2030. Estos aumentos en parte serán consecuencia de un mayor tonelaje de fruta por hectárea, lo cual aumentaría los requisitos de capacidad de las plantas de procesamiento, factor crítico del tamaño de una plantación, y el tonelaje de efluentes que se producen, y en parte de un mayor contenido de aceite en la fruta, lo cual debería reducir en forma marginal la cantidad de efluentes y evitar el aumento del procesamiento de fruta.

Estos aumentos en la producción de aceite por hectárea deberían influir considerable y positivamente en los costos de producción de aceite de palma y esta reducción de costos, al menos en términos de valores reales, aumentaría el valor de otros progresos en lo que se refiere a técnicas de cultivo y procesamiento en Malasia, donde, por ejemplo, la introducción del *Elaeodobius kamerunicus* prácticamente ha desaparecido los costos de polinización mientras a la vez aumenta el peso de la cosecha, aunque también ha habido otros efectos secundarios no tan deseables.

La reducción sustancial de los costos de producción de aceite de palma es de vital importancia en Malasia, que es, por mucho, el mayor productor de este bien primario; el año pasado (en 1985) produjo 4.13 millones de toneladas (se calcula **que** la producción mundial global es de 7.5 millones de toneladas) y para 1990 podría producir seis millones de toneladas y nueve millones en el año 2000, dependiendo del clima y otros factores, de acuerdo con los pronósticos que en abril de 1986 realizó el Director General de la Agencia Federal de Desarrollo de la Tierra, en Kuala Lumpur. Este marcado aumento de la producción de aceite de palma en Malasia y aumentos sustanciales en otros países productores, como Indonesia, deberían ejercer mayor presión reductiva de los precios internacionales del aceite de palma, el cual debe competir en los mercados de jabones y aceites comestibles a nivel mundial, en **los** cuales se advierte una mayor oferta de otros aceites y grasas, mientras la demanda ha aflojado, o al menos se ha mantenido estable. Parece inevitable que los precios mundiales del aceite de palma y otros continúe, por lo tanto, en un nivel muy bajo, e incluso puede bajar más, en términos reales y tal vez de valor corriente. En consecuencia, los países productores que exporten, o tengan capacidad de divisas suficiente para importar aceite de palma y otros aceites a los precios internacionales, deben estar en capacidad de producir aceite de palma a un costo que esté por debajo de los precios internacionales del mercado.

Esto se aplica en gran medida a Malasia, en donde se han hecho inversiones enormes en palmas de aceite, desde el punto de vista financiero, económico y social, y donde sería imposible retirar la inversión fácilmente, además de otros, por factores políticos.

Si los productores latinoamericanos desean, por otro lado, entrar al comercio internacional, deberán presentar una calidad consistente y bajos costos, si quieren vender en forma rentable.

Los países productores de palma en América Latina están en una posición diferente y los precios internos del aceite que producen no se ven muy afectados por los precios internacionales, dado que las consideraciones de divisas inhiben la importación de productos competitivos, aunque esta inhibición podría debilitarse por lo bajo de los precios y la gran disponibilidad de aceite del mercado mundial, donde los grandes productores, en forma agresiva y casi desesperada, están en busca de compradores. Si los productores latinoamericanos desean, por otro lado, entrar al comercio internacional, deberán presentar una calidad consistente y bajos costos, si quieren vender en forma rentable, pero, incluso si se mantienen confinados dentro de los mercados internos, naturalmente podría ser una gran ventaja mantener los costos bajos, lo cual puede lograrse en gran medida utilizando material de siembra de alta productividad y adoptando las técnicas de cultivo y procesamiento desarrolladas por científicos, investigadores, ingenieros, expertos en agricultura y cultivadores, tanto extranjeros como locales.

Esto no solamente se aplica a la producción de palma para uso convencional. Se aplica también y tal vez con mayor énfasis, al uso del aceite para producir sustitutos de diesel o de alimentos químicos/farmacéuticos. Al menos, esta producción demanda calidad similar y bajos costos del aceite si pretende ser competitiva con el producto original, pero aquí también influyen otros factores. Los países latinoamericanos que producen aceite de palma y que no producen petróleo, tienen que emplear sus divisas para importar petróleo o sus derivados, mientras los países productores de petróleo quieren exportar tanto como sea posible, con el objeto de ganar divisas: ambas categorías tienen un interés real en explotar un recurso de disponibilidad interna que proporcione la base para la producción de un sustituto de los productos derivados del petróleo,

como combustibles. Obviamente, el mejor costo del producto doméstico lo hace más beneficioso. Esto seguirá siendo vital incluso si, como parece sucederá, la disponibilidad del mercado del petróleo disminuye y su precio aumenta progresivamente a medida que nos acercamos al año 2000, y estos dos procesos podrían verse acelerados por el reciente accidente nuclear sucedido en Chernobyl, Rusia, lo cual podría poner fuera de funcionamiento estaciones de diseño similar en la Unión Soviética, lo cual requeriría el uso interno de más petróleo del que produce (localmente y ocasionar el recorte de la expansión de generación de energía nuclear en otros países, los cuales se verían obligados a seguir empleando petróleo para obtener la energía que las estaciones nucleares podrían haber proporcionado. En estas circunstancias, la actitud de los dos tipos de países latinoamericanos, tal como se describieron anteriormente, cobraría fuerza. Por lo tanto, no sería poco razonable concluir que los bajos costos del aceite de palma serían esenciales en la etapa inicial y, con el transcurso del tiempo, serían aún más rentables y necesarios para la producción de sustitutos de los derivados del petróleo y, posiblemente, de otros recursos naturales.

"No sería poco razonable concluir que los bajos costos del aceite de palma serían esenciales en la etapa inicial y, con el transcurso del tiempo, serían aún más rentables y necesarios para la producción de sustitutos de los derivados del petróleo y, posiblemente, de otros recursos naturales".

Esperaría que los puntos antes mencionados sean conocidos por todos, o al menos por la mayoría, de los delegados que asistirán a Valledupar, pero si se considera de utilidad plantear de alguna forma lo que he escrito para contribuir a la discusión, por favor considérese en entera libertad de hacerlo. Pienso que el amplio punto de vista que tengo sobre lo que sería un complejo agroindustrial de producción de palma, el cual sería muy aceptable desde el punto de vista ambiental, merecería el estudio de un equipo de trabajo que cubra las disciplinas y experiencia necesarias. En algunas zonas de América Latina existen las bases físicas y la necesidad de realizar dicho concepto, en caso de encontrarse viable su implantación después de someterlo a estudio.

Sinceramente confío en que la IV Mesa Redonda sea un éxito, aunque espero no haya mucho recargo de trabajo. Lo primero es lo más posible, aunque no creo que lo segundo sea así.

RESUMEN

Para obtener máxima eficiencia de procesamiento y optimizar la calidad del producto, es de vital importancia cosechar la fruta de la palma en la etapa precisa de madurez. Las variaciones de calidad de la cosecha no solamente ocasionan pérdidas continuas en el campo sino que afectan la eficiencia del procesamiento y la calidad del aceite que se produce.

La calidad de la materia prima y el cálculo del contenido de aceite de palma en la misma no ha sido tarea fácil para la actividad de la Palma de aceite. Uno de los métodos más eficaces que existen para calcular el contenido de aceite en un racimo es sumar todas las pérdidas de aceite en la planta de beneficio frente a la extracción de aceite del racimo. Con este sistema se puede obtener el contenido de aceite en el racimo en forma realista.

El control del proceso de extracción no es solamente tomar muestras y probarlas. También es importante operar el proceso de acuerdo con un sistema de "control preventivo". Es necesario tomar muestras para tener un panorama claro de lo que está sucediendo en el proceso. Los datos que se obtengan pueden utilizarse más adelante para tomar las decisiones adecuadas para controlar las pérdidas. Las decisiones administrativas deben tomarse sobre la base de "hechos y cifras" y no suposiciones.

La reducción de la eficiencia del proceso y de las tasas de extracción de aceite siempre ha dado lugar a discusiones en contra de la planta de beneficio o de la administración del campo, los cuales se culpan entre sí por dichas reducciones.

La implantación de un método de evaluación adecuado de las pérdidas en la planta y el campo con un laboratorio independiente, ayudaría a evitar las situaciones desagradables que se presentan en las plantaciones y constituiría un elemento de apoyo para la administración.

INTRODUCCION

Malasia es el mayor productor de aceite de palma en el mundo. En 1980, Malasia produjo 2.56 millo-

nes de toneladas de aceite de palma. Allí existen alrededor de 150 plantas de extracción de aceite, de las cuales la mayoría son casi idénticas, y emplean equipos de procesamiento muy similares para la fruta de la palma de aceite. La expansión de esta industria ha sido tan acelerada, que no ha habido el tiempo ni el dinero suficiente para mejorar significativamente la eficiencia del proceso de extracción de aceite, dentro del sistema de producción del mismo. De hecho, el sistema básico de procesamiento de aceite ha variado muy poco con el transcurso de los años. Los fabricantes del equipo que se emplea han contribuido algo, aunque a menor escala, al mejoramiento de la eficiencia del proceso de extracción de aceite.

Uno de los principales problemas que afrontan los productores de aceite de palma es la carencia de métodos idénticos y adecuados de muestreo, pruebas y vigilancia de pérdidas de aceite de palma y palmiste, que son inevitables tanto en la fábrica como en el campo. Si el laboratorio toma un fruto de Tenera bien conformado y lo analiza para establecer su contenido de aceite, se obtiene una cifra de aceite por fruta del 26%. Sin embargo, la mayoría de las plantas producen únicamente una cifra de aceite por fruta o de extracción de aceite, del 20%.

Si se cosechan racimos de igual madurez, tipo y calidad, deberíamos obtener un contenido de aceite del 26%. Sin embargo, esto no es así. El negocio de palma africana ha venido perdiendo aceite de palma en cantidades de alrededor del 6% de los racimos y del 20% de la producción total de aceite.

Estas pérdidas se presentan principalmente por lo siguiente:

- La cosecha de los racimos antes de que las frutas estén completamente maduras y hayan alcanzado su máximo contenido de aceite.
- La pérdida de frutos en el campo durante su cosecha y transporte hacia la fábrica.
- Las pérdidas de aceite durante el proceso de extracción.

Las pérdidas mencionadas se han venido aceptando como pérdidas inevitables y se consideran irre recuperables si se emplean los métodos de procesamiento y cosecha de que disponemos en la actualidad.

* Director. PROPALM CONSULTANCY SERVICE. Kluang Baru, Kluang 86000, JOHORE. MALAYSIA.

De hecho, el sector de palma de Malasia pierde anualmente alrededor del 20% de la producción total de aceite, lo cual representa cerca de 0.5 millones de toneladas, por un valor de \$433 millones de pérdida anual. Lo único que podría reducir estas pérdidas y mejorar la productividad sería emprender nuevos estudios y planes de desarrollo, tanto en los campos de cosecha, recolección y transporte como en el de optimización del proceso de beneficio.

Las plantaciones afrontan problemas de escasez de cosechadores, reducción de eficiencia por las dificultades de recolección y transporte. A medida que las palmas van creciendo, especialmente en las zonas de nuevos cultivos, estos problemas se van haciendo más graves.

A nivel de planta de extracción se pueden reducir las pérdidas, aplicando mejores técnicas de procesamiento y utilizando el proceso y los procedimientos de control de calidad adecuados.

A este respecto, un método generalizado para determinar la eficiencia de extracción de aceite sigue haciendo falta. Sería importante que los productores se unieran al PORIM con el objeto de establecer un enfoque común ante este serio problema.

DEPARTAMENTO DE PROCESO Y CONTROL DE CALIDAD

El departamento de proceso y control de calidad es necesario para medir la eficiencia del proceso de producción y de los métodos de control de calidad. Dentro de lo posible, este departamento debe mantenerse independiente de la administración del campo y de la planta de extracción.

Su función debería ser la de prestar apoyo a la administración, tanto del campo como de la planta, para que ésta pueda mantener un alto nivel de eficiencia, notificando a aquellos que están involucrados con las operaciones de fábrica y campo sobre cualquier cambio que se detecte. Igualmente, es importante mantener a la administración informada sobre los cambios que se presenten en la calidad del aceite y del palmiste, para que así, en caso necesario, la administración tome las medidas del caso.

Aunque en el laboratorio se genera la mayor parte de la información de control sobre procesos y control de calidad, es importante establecer un sistema efectivo de informe sobre estas importantes cifras

entre el laboratorio y la administración, con el objeto de permitir la evaluación del problema y la solución del mismo.

Generalmente, esto se hace mediante una recopilación de resultados en un balance diario y la elaboración de un informe mensual.

EXTRACCION DE ACEITE POR RACIMO

En el cultivo de la palma africana, la cifra que mejor indica a simple vista la eficiencia del campo y de la planta es la relación extracción de aceite por racimo.

$$\text{Extracción de Aceite} = \frac{\text{Aceite Producido}}{\text{Racimos de fruta fresca}} \times 100$$

El aceite que se obtiene en la planta generalmente se determina midiendo los tanques de almacenamiento y pesando el aceite que se despacha en la zona de peso.

El peso del racimo de fruta fresca se determina en el momento en que llegan a la planta de extracción los camiones cargados de racimos.

Es importante tomar estas dos medidas en la forma más exacta posible para evitar variaciones en la tasa de extracción de aceite. Así mismo, deben aplicarse medidas de seguridad en la zona de pesado, para evitar que se sobrecalcule el aceite que se despacha o se subestime el peso del racimo de fruta fresca. En los últimos años nos hemos venido dando cuenta de la importancia de aplicar estas medidas de seguridad. Esto se presentó especialmente por el hecho de que la mayor parte de nuestra producción se vendía a nivel local y de que los minifundistas comenzaron a enviar racimos de fruta fresca a nuestras plantas.

En una planta, la tasa de extracción de aceite variará de día a día y de mes a mes por causa de la variedad en el estado de madurez de los racimos de fruta fresca, las condiciones climáticas, la polinización, la eficiencia de las técnicas de cosecha y transporte, y la eficiencia de la extracción del aceite.

Las tasas de extracción de aceite en sí mismas son cifras muy arbitrarias y es por lo tanto necesario tener esto en cuenta al comparar estas cifras con las de otras plantas, e incluso entre mes y mes en la misma planta.

EFICIENCIA EN LA EXTRACCION DE ACEITE

En muchos procesos de trituración, por ejemplo en el procesamiento de palmiste, es práctica común pesar la materia prima para determinar el contenido de aceite, analizando una muestra representativa, y pesar el aceite producido. La relación de aceite producido por contenido de aceite, expresado en forma de porcentaje, es lo que se denomina la eficiencia de la extracción o, más exactamente, la eficiencia "analítica" de la extracción.

En las plantas de extracción de palma de aceite, la materia prima permanece invariable en forma de racimos de fruta fresca que se pesan al entrar. No es difícil, aunque si dispendioso, analizar el racimo individual de fruta fresca y determinar su contenido de aceite.

Sin embargo, y desafortunadamente, los racimos de fruta que llegan a la planta son tan diversos en cuanto a tipo, peso y madurez que el análisis de cada uno de ellos carecería de valor. De hecho, sería necesario analizar por separado un número tal de racimos para calcular el porcentaje promedio de contenido de materia prima con la exactitud necesaria, que sería muy largo y poco práctico.

Otra alternativa sería obtener muestras de frutas esterilizadas durante un determinado período de tiempo, a medida que van saliendo del separador y analizarlas. Estas muestras deberían presentar menores variaciones en el contenido de aceite que los racimos individuales.

Otro problema es que sería necesario medir lo más exactamente posible el porcentaje de fruta pelada esterilizada con los racimos de fruta fresca. En los años setenta se instaló para tal efecto un pesómetro en la fábrica de Pamol Kluang. Después de utilizarlo durante más de un año, al cabo del cual nos dimos cuenta que éste no constituía un método confiable, ya que el vapor de cocción en el proceso de esterilización era un elemento de interferencia que afectaba el peso. Por consiguiente, este método se dejó a un lado y se reemplazó por un cálculo que conocemos como eficiencia de "pérdidas conocidas". Esto se implantó después de serios estudios llevados a cabo en la planta piloto de Mongana y de desarrollar sencillos artefactos de peso conocidos como básculas, los cuales hacen de éste un método práctico y aconsejable para efectos de control de proceso en el método analítico.

La eficiencia de la extracción por pérdidas conocidas se define como la relación de aceite producido

al contenido de aceite, expresado en porcentaje. La única diferencia radica en que, en lugar de medir el contenido de aceite directamente mediante análisis, se mide indirectamente, en la suma del aceite producido y la pérdida de aceite durante el proceso. Este enfoque es útil si se tiene el cuidado de medir las pérdidas y, en la práctica, hace más fácil la obtención de una cifra significativa de eficiencia que el análisis de racimo, en gran parte porque el material de muestra y análisis es mucho más uniforme.

PERDIDAS DE ACEITE Y PALMISTE EN LA PLANTA

Las "pérdidas conocidas" de aceite son:

- La fibra en la prensa
- Las tusas o raquis de los racimos
- Las nueces
- El agua de desperdicio

Las "pérdidas desconocidas" de aceite son:

- Las salidas a los desagües
- El retiro deliberado de un punto del procesamiento o del almacenamiento
- El sobre cálculo del peso de los racimos de fruta fresca
- El subcálculo de la producción de aceite

Las pérdidas "conocidas" pero no registradas son:

- Aceite en el condensador del esterilizador
- El escape de aceite de los racimos duros y sin pelar al incinerador
- Derrames de frutas

Las pérdidas "conocidas" de palmiste son:

- La nuez que se pierde dentro de la cascara
- La nuez que se pierde en la fibra ciclona
- La nuez que se pierde en el polvo ciclona

Las pérdidas "desconocidas" de palmiste son:

- El palmiste que deliberadamente se saca de un punto del proceso o del almacenamiento
- El sobrecálculo del peso de los frutos de fruta fresca
- El subcálculo de la producción de palmiste

Las pérdidas "conocidas" pero "no registradas" de palmiste son:

- La fuga de racimos duros y sin pelar al incinerador

- Las pérdidas de humedad ocasionadas por el sobresecado
- El palmiste pulverizado en la prensa

En los últimos tiempos se ha enfatizado aún más que la eficiencia del proceso de extracción de aceite obtenida por el sistema de pérdidas conocidas, no constituye un método del todo seguro y confiable. Sin embargo, en la actualidad no existe ningún método más eficaz para verificar la eficiencia del proceso de extracción que utilizar este sistema de pérdidas conocidas, siempre y cuando las pérdidas conocidas y no registradas se mantengan en un nivel mínimo en todo momento.

Por lo tanto, incluso el método de las pérdidas conocidas también debe mantenerse bajo estrecha vigilancia.

NORMAS DE COSECHA Y CALIDAD DE LOS RACIMOS DE FRUTA FRESCA RECIBIDOS EN LA PLANTA

El peso total del aceite producido por racimo sería óptimo si éste se dejara en el árbol hasta que alcanzara un nivel de madurez suficiente o se cayera o estuviera a punto de caerse.

En la práctica esto no se aplica por razones muy valederas. En primer lugar, sería dispendioso y poco económico recoger las frutas sueltas.

En segundo lugar, la calidad del aceite producido sería mala, ya que, a los pocos días, el daño microbiológico de la fruta es considerable y el aceite de estas frutas tendría un alto nivel de ácidos grasos libres y no sería fácil blanquearlo.

Sería posible reducir la cantidad de fruta por recoger, asegurando así un bajo contenido de ácidos grasos libres en el aceite producido, cosechando los racimos antes de que ninguna fruta haya caído, de tal manera que solo sea necesario recoger los racimos que se aflojan debido al impacto del racimo que se corta.

Esto tampoco se hace en la práctica, porque los racimos que se cortan no están lo suficientemente maduros y contienen menos aceite que los racimos maduros.

En realidad, el método de cosecha que se emplea en una plantación de palma de aceite debe ser el justo medio entre la madurez suficiente para que tenga una cantidad aceptable de ácidos grasos libres y un nivel de extracción razonablemente alto.

Aquí no se trata del cultivo de una sola palma sino de miles, y por lo tanto es importante reconocer el hecho de que es imposible cortar racimos que tengan la misma cantidad de fruta suelta, sino más bien que los racimos cosechados cubran niveles de madurez entre menos y más maduros que la norma que se aplicaría, en caso de que se tratase de una sola palma.

Este nivel de madurez de la cosecha se determinará según la extensión de la ronda de la cosecha, es decir, el intervalo entre dos cosechas sucesivas en una zona específica. Esto dependerá del número de cosechadores y de la dificultad de la cosecha, como la altura de las palmas, el estado de la poda y la maleza, el terreno, la cantidad de fruta suelta, etc.

Normalmente, la fruta que llega a la planta se analiza para establecer la curva de madurez, y la forma que esta curva adquiera puede constituir un aviso, en caso de que se esté cortando un gran número de racimos cuyo nivel de madurez sea insuficiente. Por el contrario, si se cortan racimos demasiado maduros, constituirá un indicador para tomar las medidas correctivas necesarias.

En la planta ya es práctica común inspeccionar la carga de racimos de los camiones y establecer categorías, según las siguientes normas:

- Racimos a los cuales les falta entre 0 y 10 frutas
- Racimos a los cuales les faltan entre 11 y 70 frutas
- Racimos a los cuales les faltan entre 71 y la mitad de las frutas
- Racimos a los cuales les faltan entre la mitad y tres cuartos de las frutas
- Racimos a los cuales les faltan más de tres cuartos partes de las frutas
- Racimos sin polinizar.

Algunas plantas también han implantado un sistema para establecer el porcentaje de racimos frescos que llegan.

Por lo general, cada carga de camión de racimos de fruta fresca que llega a la planta viene junto con un recibo de plataforma que indica el número de racimos por cada una de ellas y la fecha de la cosecha. Con estos recibos es posible establecer el porcentaje de racimos (por número) que llegan a la planta el primero, segundo, tercero y cuarto día después de la cosecha.

Estas cifras son de utilidad tanto para la planta como para el campo, puesto que constituyen una

guía de la eficiencia del transporte de los racimos de fruta fresca a la planta.

Es importante anotar que los resultados que se obtengan de la clasificación de los racimos a su arribo a la planta dependen, hasta cierto punto, del tratamiento que hayan recibido hasta ese momento, por ejemplo la altura de la cual hayan caído, el método de carga y descarga, y las demoras entre la cosecha y el transporte a la planta. Las condiciones en las cuales se encuentren los racimos, por consiguiente, no serán las mismas en que se encontraban en el momento de la cosecha, lo cual debe tenerse en cuenta al evaluar los resultados de la madurez de la fruta en particular.

LA OBTENCION DEL ACEITE DE PALMA EN RELACION CON EL CONTROL DE PROCESO Y CALIDAD

Para alcanzar los objetivos globales es aconsejable dividir el proceso en etapas y definir el objetivo de cada una de ellas. Así mismo, es importante y de utilidad para la administración de la planta, definir las diversas pruebas, observaciones y registros de cada etapa.

1. Esterilización

Los objetivos de la esterilización son los siguientes:

- a) Evitar posibles aumentos de los ácidos grasos libres
- b) Facilitar la separación mecánica para aflojar la fruta que *aún* se encuentre pegada al racimo
- c) Preparar el mesocarpio para la prensa subsiguiente
- d) Acondicionar las nueces para romperlas

El método de esterilización consiste simplemente en cocinar los racimos y la fruta suelta al vapor, a una presión de 276 kPa. Generalmente esto se hace durante una hora, pero el tiempo puede variar ligeramente, según las condiciones de la fruta y la disponibilidad de vapor.

El aire es un mal conductor de calor. Por lo tanto, es necesario retirar del esterilizador la mayor cantidad de aire posible. Para hacerlo, la mayoría de las plantas llevan a cabo la esterilización utilizando ciclos pico dobles o triples. Los primeros dos picos son básicamente para retirar el aire atrapado en el contenedor.

La eficiencia de la esterilización se mide con las siguientes observaciones y pruebas:

- a) Las pérdidas de aceite en el condensado del esterilizador
- b) Las pérdidas de aceite en los raquis de los racimos
- c) Los racimos duros y sin separar

Pérdida del aceite en el condensado del esterilizador. La pérdida de aceite en el condensado es una pérdida conocida, mas no registrada. El muestreo de partes representativas del condensado es bastante difícil debido a la amplia variedad del aceite y al volumen de la descarga del mismo. Sin embargo, las muestras que se toman durante la última evacuación de agua dan una idea de la pérdida de aceite en la condensación.

Algunas fábricas han instalado colectores de aceite separados para el condensado del esterilizador. El volumen de aceite que se recoja en estos colectores puede constituir una guía útil en cuanto a pérdidas. El aceite que se recupere de los colectores no debe añadirse al proceso, por su mala calidad, especialmente en lo que se refiere a un alto contenido de hierro y de ácidos grasos libres.

Pérdida de aceite en los raquis. La cantidad de aceite que se pega al raquis del racimo indica la cantidad de aceite que sale de la fruta durante lo siguiente:

- El proceso de esterilización, especialmente durante las últimas etapas del período de espera
- La demora entre la esterilización y la separación
- El proceso de separación

Racimos duros y sin separar. A medida que los racimos limpios van saliendo del tambor separador, algunos de ellos presentan restos de fruta aún adherida a ellos. A éstos se les conoce como racimos duros sin separar. Los racimos duros son aquellos que tienen frutas fuertemente adheridas. Normalmente, estos racimos tienen más de la mitad de la fruta original. Los racimos sin separar son los que aún tienen unas pocas frutas que pueden retirarse manualmente.

Tanto a los racimos duros como a los racimos sin separar se les debe retirar la fruta y volverla a esterilizar. En caso de que el porcentaje de éstos sea demasiado alto y el inspector de raquis no pueda manejarlos, los racimos se fugan hacia el incinerador. Esta es una pérdida conocida aunque no regis-

trada de la planta, ya que el porcentaje de pérdida generalmente es bajo y es difícil determinar en forma exacta la magnitud de las pérdidas. Por lo general se tiene el cuidado de asegurar una esterilización y separación adecuadas, con el objeto de mantener las pérdidas a un nivel mínimo.

2. Calidad de los racimos de fruta fresca recibidos en la planta

Dentro del mismo tema de la esterilización, la verificación de la madurez que se lleve a cabo en la rampa de descarga constituye una guía útil, en cuanto a los métodos de esterilización que se deben emplear en la planta. El 70 u 80% de los racimos que llegan a ella deben estar en el nivel adecuado de madurez o dentro de esta categoría. Si existen variaciones muy marcadas en la calidad de la fruta, por ejemplo si el 40% está lo suficientemente maduro y otro 40% está demasiado maduro o podrido, la administración tendrá problemas en lograr un mínimo de pérdidas durante la esterilización, sea en el condensado o en los racimos duros.

Los racimos duros son consecuencia de cortar muchos racimos verdes en el campo.

Así mismo, al volver a esterilizar los racimos duros se presentan más pérdidas, debido a que las frutas ya se habían roto durante la primera esterilización. Por lo tanto, es importante mantener en un mínimo el volumen de racimos duros reesterilizados.

3. Separación o desgrane

El objeto de la separación es apartar la fruta esterilizada (junto con sus hojas) de los raquis esterilizados. Usualmente los raquis se incineran y producen una ceniza que puede emplearse como fertilizante de potasa.

Si la alimentación del separador es irregular puede ocasionar un aumento, tanto del aceite que absorben los raquis como de la cantidad de fruta que sale con ellos. Esta pérdida adicional se presenta durante el período de sobrecarga, cuando los racimos pueden tomar más tiempo en llegar al separador. La necesidad de que el proceso de separación sea adecuado se hace más patente en las plantas modernas donde el volumen de entrada de fruta es tan alto que sería impráctico revisar cada uno de los raquis que salen de la máquina antes de desecharlos. La regularidad de la alimentación del separador se facilita en la planta moderna empleando un alimentador de racimos. La velocidad del ali-

mentador se ajusta de tal manera que las calderas de fruta se mantengan siempre llenas y que haya un reciclamiento de sobrantes de fruta separada. Esta velocidad puede regularse automáticamente acoplando un instrumento eléctrico sensor del nivel de la caldera de la fruta al alimentador de la misma.

La mayor parte de las plantas ha instalado sifones para fruta suelta antes de que los racimos pasen al tambor de separación. Así, la fruta suelta pasa al sifón antes de llegar al tambor, para evitar que se golpee contra los tallos, lo cual ocasionaría mayores pérdidas de aceite. La mayoría de los tambores de separación cuenta con lo que se llama hileras de dientes o espigones que están colocados de tal forma que aseguran una mayor eficiencia del proceso de separación.

4. Digestión

Los digestores de la fruta de la palma son vasijas dentro de las cuales se revuelve y se calienta la fruta, y se deja en las condiciones necesarias para pasar a la prensa. Es importante mantener los digestores siempre llenos, con el objeto de asegurarse de que la fruta esté dentro de la vasija el mayor tiempo posible para obtener mejores resultados al revolverla.

Los digestores tienen un eje rotativo vertical, con brazos de dirección, cuyo objeto es revolver y frotar la fruta, aflojando el mesocarpio de la nuez y abriendo simultáneamente tantas células de aceite como sea posible.

Los factores que ocasionan la mala digestión son:

- a) Suministrar calor insuficiente en forma de vapor para aumentar la temperatura de la fruta digerida a 100°C.
- b) Colocar brazos de dirección que no sean lo suficientemente largos para formar una capa de material seco en la pared del digestor.
- c) Alinear los brazos de dirección en forma tal que no den a la fruta un movimiento ascendente y descendente cuando pasa el brazo.
- d) Practicar un drenaje inadecuado del aceite de los digestores, como sucede cuando se utilizan digestores inferiores perforados.
- e) No controlar el nivel del digestor.

5. Extracción

Después de someter la fruta a la esterilización y digestión adecuadas, la extracción del aceite en la prensa (prensa de tornillo) alcanzará óptimos resultados.

Para el caso de la palma de aceite pueden existir diferentes tipos de prensas de tornillo, pero su funcionamiento y métodos de control son **muy** similares.

Los siguientes métodos de observación y medidas de control son aplicables cuando se emplean prensas de tornillo:

- a) Los procedimientos adecuados de esterilización y digestión son condición básica para la extracción del aceite en la prensa.
- b) Durante el mantenimiento, es importante verificar el estado de los tornillos para asegurarse de que no estén desgastados.
- c) Verificar el estado de las jaulas de la prensa para que no estén desgastadas.
- d) Ajuste de los conos - con el objeto de asegurar el control automático dentro de los límites existentes.
- e) Es importante verificar las tasas de entrada a la prensa, llevando un registro diario de las horas de funcionamiento de las prensas.
- f) Extracción de aceite de la fibra de la prensa - las muestras de fibra de la prensa que se tomen cada hora o cada media hora no deben tener un contenido de aceite superior a 7 o 9%.
- g) Rompimiento de la nuez - el porcentaje de nueces sueltas, en relación con el total de éstas debe mantenerse en un nivel de 6 a 9%.
- h) Detener y poner en funcionamiento la prensa continuamente puede ocasionar grandes pérdidas de aceite. Dentro de lo posible, debe mantenerse la prensa en funcionamiento continuo, sin pararla.
- i) Es importante intentar mantener una alimentación adecuada y continua de frutas digeridas de las calderas a la prensa.

6. Clarificación

Por lo general el aceite crudo proveniente de la prensa se diluye en ella o después de la extracción, en el tanque de aceite crudo. Hasta cierto punto, ya en la prensa hay una dilución que resulta en el aumento de la entrada a ésta, y el aceite crudo sale bien homogenizado, para proceder a la subsiguiente separación en el tanque continuo de sedimentación.

a) Dilución del **Aceite Crudo**

La composición del aceite crudo de la prensa de tornillo es más o menos la siguiente:

Aceite	66%
Agua	24%
NOS	10%

En esta composición, el aceite crudo es muy viscoso y por lo tanto es esencial añadir la suficiente cantidad de agua en la dilución, con el objeto de obtener la adecuada sedimentación del aceite del ceno. Como se describe arriba, la dilución se da durante el proceso de compresión.

Al hacer un experimento, añadiendo agua al aceite crudo, se demostró que hasta llegar a una dilución del 50%. se presentaba un aumento de la viscosidad; sin embargo, al sobrepasar este punto, la viscosidad disminuía hasta llegar a un 100% de dilución. Al seguir aumentando el punto de dilución, la viscosidad seguía disminuyendo, aunque no en forma tan notoria.

Basados en los resultados de este experimento, se decidió fijar un punto de dilución que estuviera entre el 50 y el 100%. Se encontró que una dilución entre el 60 y el 70% era adecuada para nuestros tanques de sedimentación. No es recomendable una dilución de más del 100%, por cuanto el tamaño de la planta de aclarado debe ser mayor y el volumen de las pérdidas de aceite puede aumentar.

Normalmente, la dilución en la prensa se verifica cuidadosamente cada hora, para asegurarse de que el aceite crudo que pasa al tanque continuo de sedimentación sea en todo momento uniforme. El control de la dilución en el proceso de clarificación es esencial para el buen funcionamiento del tanque continuo de sedimentación. Para facilidad de medida, la dilución dada se mide por la cantidad de aceite en el aceite crudo diluido (asumiendo que el

aceite* crudo contiene alrededor de un 65% de aceite limpio). Para obtener una dilución del 70% del aceite crudo, el contenido de aceite en éste debe ser del 39.6%.

% dilución por volumen de aceite crudo	% aproximado de aceite por volumen en aceite crudo diluido
0	67.3
50	44.9
60	43.5
70	39.6
80	37.4
90	35.4
100	33.6

La tabla anterior se calcula asumiendo que el aceite crudo diluido tiene 65% por peso de aceite.

La prueba sencilla de centrifugación, que da el contenido de aceite por volumen de aceite crudo es de gran valor para asegurar la obtención de un aceite crudo diluido homogéneo y uniforme, que pasa al tanque continuo de sedimentación. La prueba de centrifugación también se puede aplicar al examen del sedimento y el aceite superior del tanque continuo de sedimentación.

b) Sedimento sin arena

El sedimento del tanque continuo pasa a un tanque de sedimento y luego al hidrociclón de extracción de arena y al tamiz vibrador de sedimento (o tamiz rotativo de sedimento).

El propósito del desarenador es reducir el contenido de arena del sedimento a un nivel mínimo, para minimizar el desgaste de la centrifuga y el bloqueo de las boquillas. En la práctica, se considera aceptable que el contenido de arena se reduzca a 0.04 o 0.06%.

c) Sección de Purificación

El aceite que se separa en el tanque continuo de sedimentación pasa a un precalentador de aceite de palma, para asegurar que la temperatura del aceite sea lo suficientemente alta para la centrífuga y el deshidratador de vacío.

Por lo general se toman muestras durante las diversas etapas de la sección de purificación para verificar el contenido de humedad. La humedad final del aceite producido debe mantenerse entre 0.10 y 0.25%.

Se ha encontrado que cuando la humedad del aceite producido es demasiado baja, puede representar un mayor riesgo de oxidación en los tanques de almacenamiento. Si la humedad del aceite sobrepasa el nivel de 0.25%, podría ocasionar la sedimentación de agua en los tanques de almacenamiento, lo cual crearía problemas con la formación de ácidos grasos libres, debido a la hidrólisis. El alto contenido de humedad también hace que los ácidos grasos aumenten más rápidamente durante los viajes, especialmente a ultramar, los cuales normalmente tardan dos meses hasta llegar al comprador final.

El contenido de impurezas del aceite, de palma durante la producción debe mantenerse dentro del 0.02 y 0.04%.

d) Clarificación del Aceite de Palma empleando Decantadores

Ultimamente se han venido utilizando decantadores en el proceso de clarificación del aceite de palma, para separar los materiales sólidos gruesos directamente del aceite crudo sin diluir. El aceite y los sólidos más livianos se pasan a los tanques corrientes de sedimentación y a la centrífuga. Estos decantadores pueden reducir el volumen de efluente del proceso de clarificación del aceite, al igual que se ha observado una reducción de las pérdidas.

Hoy en día, en las plantaciones de Pamol, se están utilizando activamente los decantadores como máquinas de tres etapas, para separar el aceite crudo sin diluir, obteniendo aceite limpio, excedentes de agua y sólidos. Si este sistema de decantadores tiene éxito, nos permitirá abolir los tanques continuos de sedimentación, las centrífugas, y las bombas y calentadores asociados al proceso. Este sistema puede ser más fácil de manejar y podría disminuir el problema de los efluentes.

7. Tanques de Producción y Almacenamiento

Después de que el aceite pasa por el deshidratador y el enfriador, va a un tanque de producción. Este tanque recibe únicamente la producción de cada día. El aceite se mide a la mañana siguiente, para determinar el peso del aceite que se produce. Se toman muestras del aceite para verificar los ácidos grasos libres, la humedad, las impurezas, el valor del peróxido, la capacidad de blanqueo, etc. Después de tomar las muestras, el aceite pasa a un tanque de almacenamiento, donde se almacena antes de ser despachado al comprador.

El tanque de almacenamiento se ensucia con el agua y las impurezas que quedan en el fondo. Por lo general, se aconseja que los tanques se limpien periódicamente para que haya un mínimo de deterioro de la calidad durante el almacenamiento.

8. Planta de Extracción del Palmiste

La torta que sale de la prensa pasa a un separador nuez/fibra, en donde la fibra se separa de la nuez.

a) Separador nuez/fibra, Tamiz pulidor

Los pasos preliminares esenciales para una óptima separación de la nuez y la fibra son:

- i) Esterilización, digestión y compresión adecuadas para asegurar que la fruta esté bien cocida y que los pericarpios se separen de las nueces y se conviertan en pulpa, y que la pulpa esté desaceitada y deshidratada, para obtener una fibra relativamente seca.
- ii) El rompimiento adecuado de la torta y la separación de la fibra de la nuez, por medio de una banda de ruptura de la torta.

En la actualidad los separadores de nuez y fibra que se utilizan más comúnmente en las plantas de aceite de palma son los de tipo columna vertical, a través de los cuales pasa un flujo de aire ascendente a una velocidad tal que toda la fibra sube. Las nueces caen al fondo de la columna separadora, directamente a una banda de tornillo que las pasa al tambor pulidor.

Las nueces, especialmente las que se rompen en la prensa, tienden a perderse en la fibra. Por lo tanto, es importante tomar muestras para asegurarse de que sean pocas las nueces que se pasan a la fibra.

Existen ajustes para evitar las pérdidas excesivas de nueces en la fibra, y éstos se pueden emplear a veces para mantener las pérdidas en un nivel mínimo.

Las nueces que pasan al tamiz pulidor rotativo se deshacen de la fibra que aún se adhiere a ellas antes de pasar al silo o tolva, en donde se almacenan hasta que se abren.

b) Acondicionamiento de las nueces en el Silo

Antes de romper las nueces, éstas se almacenan en silos durante un período de 24 horas o más. Du-

rante este tiempo, las nueces se enfrían y se secan un poco.

Por lo general, los silos se mantienen llenos para que haya un mayor tiempo de acondicionamiento.

La extracción de las nueces del silo debe hacerse en forma uniforme, para asegurar que las nueces pasen por el silo en el mismo número de horas de procesamiento y para que las nueces que están en el centro no pasen más rápido que las que están cerca de la pared.

Si el tiempo de acondicionamiento de la nuez es excesivo, puede resecarse el palmiste, lo cual daría lugar al rompimiento excesivo de la nuez durante el cascado o a la formación de moho en las nueces rotas durante la compresión.

Como se dijo anteriormente, la esterilización adecuada es un prerequisite básico para que el acondicionamiento y rompimiento de las nueces sea adecuado.

c) Fraccionamiento de la nuez

Si el acondicionamiento de la nuez ha sido apropiado, la cascara se rompe limpiamente en uno o más pedazos y cuando se golpea con la suficiente fuerza, saldrá el palmiste.

Las máquinas de fraccionamiento de las nueces son casi siempre del tipo centrífugo, en el cual se da velocidad a la nuez al alimentarla con un rotor y se rompe al arrojarla contra un anillo estator. Es obvio que el porcentaje de fraccionamientos aumentará al aumentar la velocidad del rotor e igualmente obvio que el porcentaje de palmistes rotos también aumentará si la velocidad del rotor es excesiva. Es importante establecer un punto de equilibrio y la velocidad del rotor debe limitarse a aquella que produzca un fraccionamiento adecuado sin ocasionar roturas innecesarias del palmiste.

Un alto porcentaje de palmistes rotos ocasiona la formación de moho y el aumento rápido de los ácidos grasos libres.

Además, la velocidad excesiva de los fraccionadores ocasionará un aumento del polvo de palmiste, que se escapará con el soplado de la mezcla fraccionada.

Es importante tomar muestras del polvo del ciclón para verificar el total del palmiste perdido y esta-

blecer el porcentaje de polvo del ciclón en relación con el total de las cascara del palmiste.

d) Separación de las nueces no fraccionadas

Cuando las nueces pasan por el fraccionador, una porción de ellas no se rompe en la primera pasada y, por consiguiente, es necesario separarlas del palmiste, de los pedazos de cascara y de las nueces recicladas.

Existen dos enfoques diferentes para afrontar este problema:

- i) Utilizar un tamiz rotativo cuyos orificios sean lo suficientemente grandes que permitan el paso del palmiste y de los trozos de cascara a través de él. Las nueces sin fraccionar pasan al final del tamiz para ser fraccionadas nuevamente.
- ii) Utilizar tamices que clasifiquen la nuez en varias (tres por lo general) categorías de tamaño antes de romperlas y luego fraccionar cada categoría con su propio fraccionador, seguidos por un tamiz que mezcle las nueces fraccionadas, cuyos orificios sean adecuados para cada categoría.

El sistema (i) funcionaría perfectamente si el tamaño de las nueces fuese idéntico. El sistema (ii) podría ser necesario en caso de que hubiese marcas variaciones de tamaño y diámetro.

e) Separación de la almendra y la cascara

La cascara tiene una densidad un poco mayor que la del palmiste. El separador de baño de arcilla o salmuera hace uso de esta diferencia. El separador hidrociclónico es una máquina más moderna, en la cual el flujo de agua separa los dos componentes de diferente densidad mediante acción centrífuga.

En la mayoría de las plantas de aceite de palma los separadores hidrociclónicos son comunes.

Cuando se emplea el sistema hidrociclónico es necesario observar y hacer las siguientes pruebas, con el fin de asegurar máxima eficiencia durante la operación.

- i) Tasa de flujo de la nuez - Mantenerla y evitar las fluctuaciones.
- ii) Velocidad del fraccionador - Debe ajustarse para evitar la mayor parte de las nueces sin fraccionar y el rompimiento del palmiste.

iii) Hidrociclón de palmiste y cascara - Debe mantenerse la presión de la bomba en un nivel dado. Es necesario verificar el cono del hidrociclón semanalmente para detectar desgastes.

iv) Ex hidrociclón de palmiste - Debe tomarse una muestra cada hora para analizarla y detectar palmistes rotos e impurezas.

v) Ex hidrociclón de la cascara - Debe tomarse una muestra cada hora para detectar nueces partidas, nueces enteras y palmistes. La relación de cascara que salen con el total de las cascara de las nueces debe tomarse semanalmente.

vi) C.M. Blowings - Tomar muestras cada hora y analizarlas para detectar pérdidas de palmiste.

f) Secador de palmiste

El palmiste que pasa por el hidrociclón tendrá un contenido de humedad del 20%. Por consiguiente, es necesario secarlo hasta que alcance una humedad del 7 al 8% para almacenamiento y despacho. Si la humedad es mayor, se presenta formación de moho y aumento rápido de los ácidos grasos libres del palmiste durante su almacenamiento.

El buen funcionamiento del secador de palmiste debe verificarse sobre las siguientes bases:

- i) El secador de palmiste debe mantenerse lleno para asegurar máxima capacidad y tiempo de calentamiento.
- ii) Debe haber un flujo constante de aire caliente para asegurar el secado uniforme del palmiste.
- iii) Los radiadores del secador de palmiste deben limpiarse a diario para evitar bloqueos, etc.
- iv) Debe verificarse la tasa de retiro de palmiste diariamente.
- v) Normalmente, la parte superior del secador debe tener la temperatura más alta, seguida por la parte intermedia de temperatura media y la parte inferior, con la temperatura más baja.
- vi) Siempre es más aconsejable utilizar temperaturas más bajas y aumentar el tiempo de secado en el secador, que utilizar altas temperaturas y reducir el tiempo de secado.

g) Precalentador del palmiste

Recientemente se comprobó, mediante investigaciones realizadas por el Profesor Larsin y la señorita Jacobsberg en Bruselas, que el palmiste que se produce (después del secado) puede tener los áci-

dos grasos libres bien estabilizados si se le somete a esterilización de vapor por un período de dos o tres minutos, seguida por secado de aire caliente.

Antes de que el palmiste pase al secador, se coloca un precalentador que esteriliza y un tambor rotativo en el cual se seca rápidamente.

Este equipo mantiene los ácidos grasos libres a un nivel inferior al 2% para almacenamiento de seis meses.

9. Tasa de compresión y factores de utilización

Es importante registrar detalladamente el tiempo perdido durante la molienda. Esto permite hacer un cálculo del efecto de ésta y otras diferencias entre la tasa de compresión real y la nominal dentro del contexto global de la tasa global de la molienda, comparada con la tasa que de lo contrario existiría.

a) Tasa de compresión

Sería interesante calcular la tasa de molienda por prensa, lo cual requiere llevar un registro de las horas reales de compresión de cada prensa por un período de tiempo dado, por ejemplo un mes. Dividiendo el tonelaje de racimos molidos durante este período por el total de horas reales de todas las prensas, se obtiene el porcentaje de toneladas de racimos extraídas por prensa por hora real de extracción.

Sin embargo, esto no daría las tasas individuales de extracción para cada prensa por separado. En caso de ser necesario hacerlo, se puede lograr tomando medidas especiales de la descarga de torta de la prensa y pesando la torta por un número dado de minutos.

Así, por ejemplo, si la producción de torta medida de una de las prensas fuese 7.35 Kg. por minuto y el porcentaje de nueces a torta fuese 47.62% y el de nueces a racimo 14.00%, la tasa promedio de extracción para esa prensa sería la siguiente:

$$\frac{7.35}{100} \times 60 \times \frac{47.62}{100} \times \frac{100}{14} = 15.0 \text{ toneladas de racimos por hora}$$

Teniendo en cuenta que la tasa de la molienda dependerá no solamente de la tasa real de extracción sino también del tiempo perdido, la primera se registra separadamente para cada prensa. Las horas perdidas se subdividen en las siguientes categorías:

- i) Las horas perdidas debido a daños de la prensa o la caldera. En caso de que sea necesario detener una prensa una vez que comienza el proceso, debido a fallas en la prensa en sí o en la caldera, es importante registrar el tiempo perdido. Solamente debe tenerse en cuenta el tiempo perdido que no entre dentro de los cálculos. Si, por ejemplo, un día no se utiliza la prensa (o parte del día) porque estaba programado no hacerlo durante ese período, esto no se considera tiempo perdido.
- ii) Las horas perdidas debido a otras fallas mecánicas. Dichas fallas probablemente afectarían la operación de más de una prensa a la vez. De ser así, es necesario registrar las horas perdidas por cada prensa que de no existir el daño, estarían funcionando.
- iii) Las horas perdidas debido a demoras en la entrega de los racimos de fruta fresca. Es decir, cualquier detención, una vez comenzado el proceso de compresión en la fábrica y antes de terminar el día, que puedan ser ocasionadas por demoras en la entrega de la fruta fresca.
- iv) Horas perdidas debido a demoras en el recibo de racimos esterilizados. Algunas veces sucede que la tasa de extracción sobrepasa ligeramente la tasa de esterilización. De ser así, es común tener reservas de racimos esterilizados el día anterior para asegurar la alimentación continua de las prensas. Si se terminan las existencias o sucede algo que demore la esterilización, debe registrarse este tiempo como horas perdidas ocasionadas por el recibo de racimos esterilizados.

Si se suma el total del tiempo perdido para cada prensa a las horas reales de extracción, el resultado se denomina las horas potenciales de extracción para cada prensa.

b) Factores de utilización

Se puede utilizar las cifras anteriores para computar los factores de utilización de la planta.

- i) Factor A - porcentaje real a tasa nominal de extracción.
- ii) Factor B - porcentaje real a horas potenciales de extracción.
- iii) Factor C - porcentaje real a tonelaje potencial de extracción.

- iv) Factor D - porcentaje real de tonelaje por mes a tonelaje potencial en 400 horas de prensa.

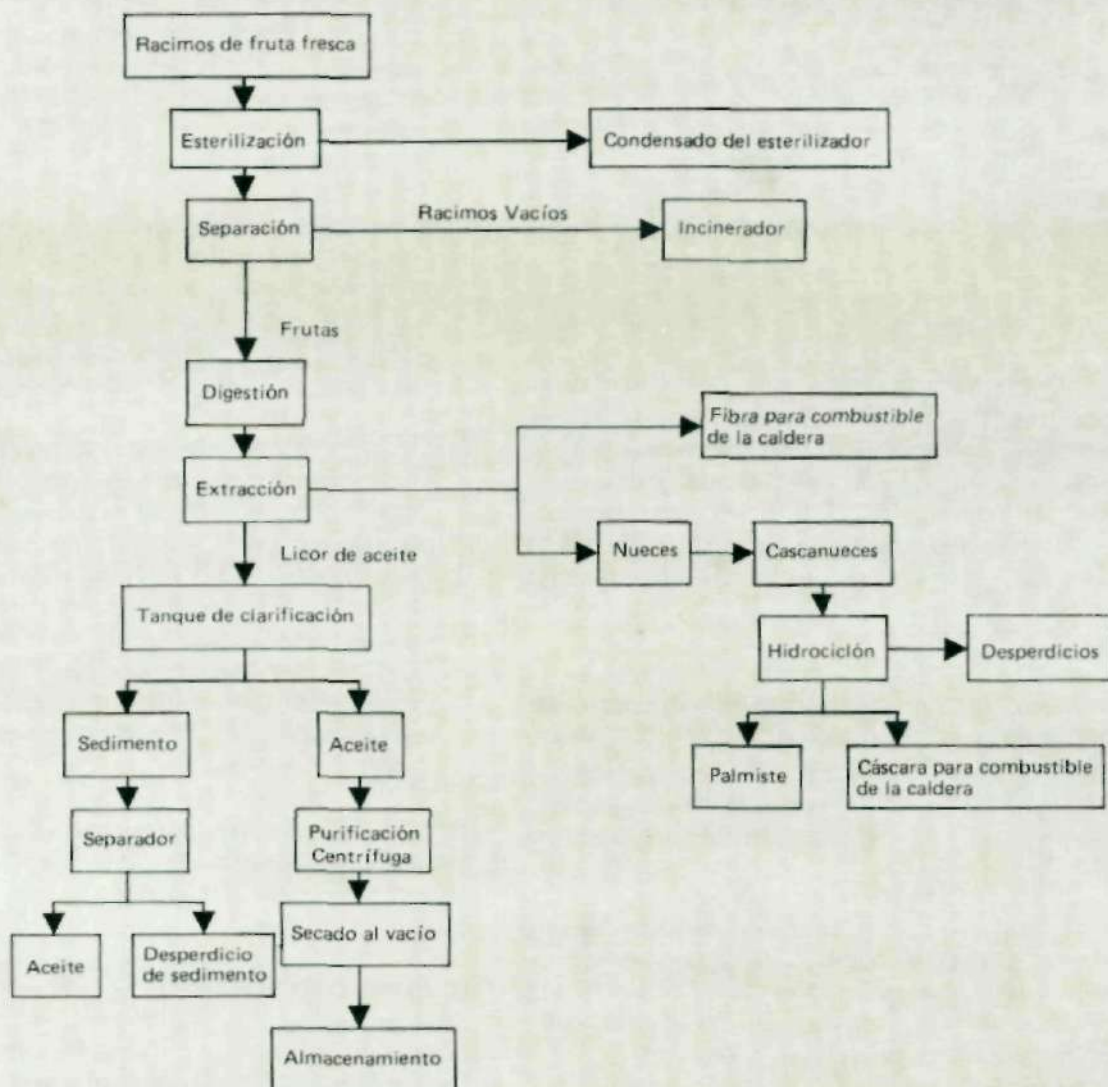
10. Exactitud de presión, medidores de temperatura y calibradores

Las inexactitudes de los medidores de temperatura y presión y de los calibradores ocasionan ineficiencia en la planta. Es importante verificar mensualmente todos los equipos básicos de medición de

temperatura y presión, con el objeto de que los operarios **no** se vean perjudicados por las fallas del equipo. Esto se puede hacer tomando temperaturas con termómetros de laboratorio. Los calibradores de la presión pueden examinarse mensualmente en el taller.

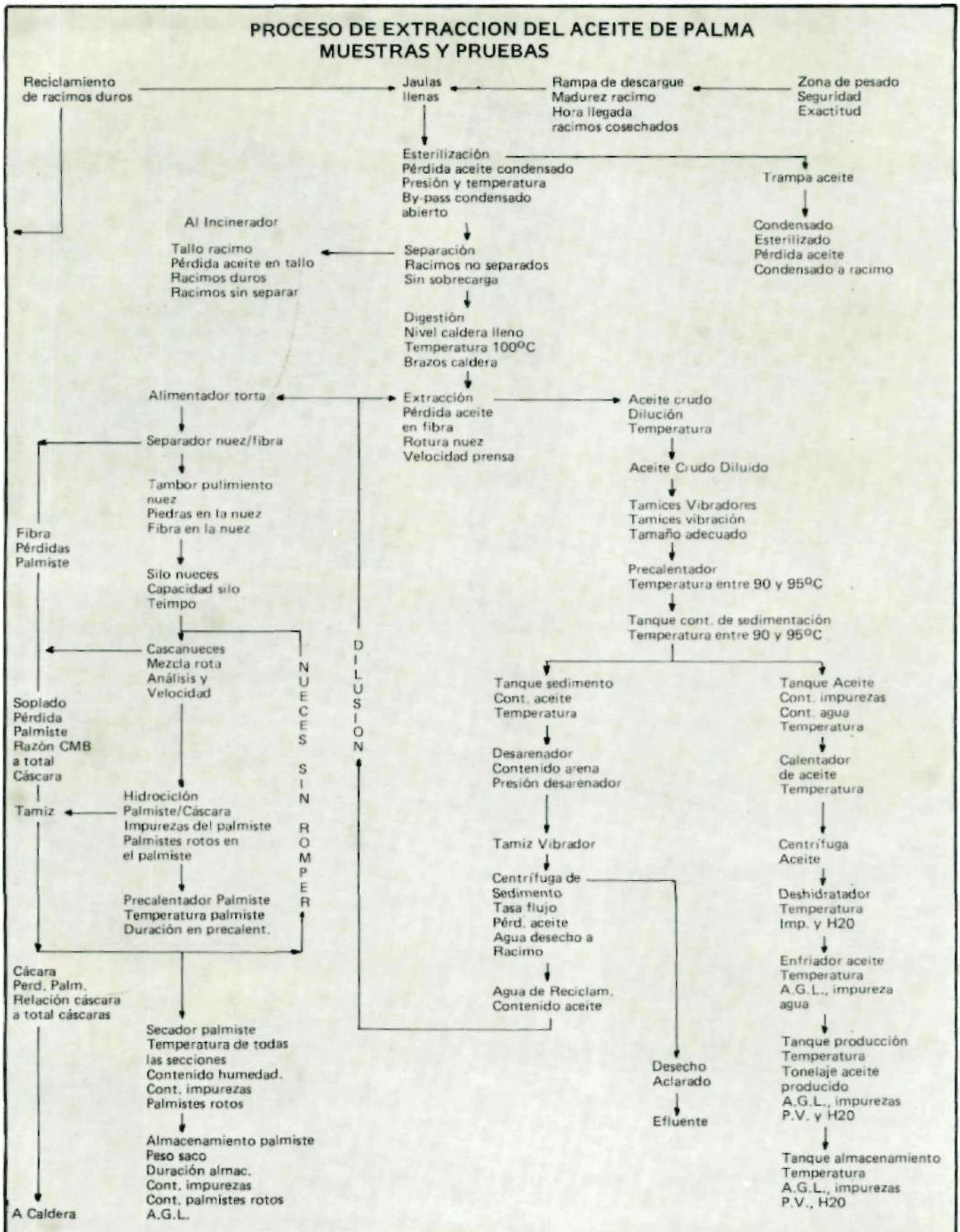
11. Resumen mensual del Proceso

En el Apéndice 1 aparece una copia del resumen mensual del proceso.



GRAFICA 1. PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE DE PALMA

APENDICE 1.



**EVIDENCIA DEL VECTOR DE MARCHITEZ
SORPRESIVA DE LA PALMA DE ACEITE:
EL INSECTO LINCUS LETHIFER**

B. Perthus*. R. Desmierde Chenon** y E. Merland

INTRODUCCION

En América Latina existen dos enfermedades que son causa de numerosas pérdidas: la marchitez sorpresiva de la palma de aceite y el Hart-Rot en el coco.

Estas dos enfermedades se caracterizan por el mismo tipo de síntomas externos (secamiento de las hojas, necrosis de la flor y la raíz, y la consiguiente muerte de la palma) y por la presencia de protozoos flagelados (Phytomonas/Trypanosomatidae) (1,2,3,4,6). En las parcelas afectadas por estas enfermedades, se propagan rápidamente y por lo general se desarrollan en forma exponencial. Cada una de estas pestes se puede controlar en forma eficaz con tratamientos de insecticidas en el círculo (5).

Según el trabajo que llevó a cabo Desmier de Chenon en la plantación de palma de aceite Shushufindi, en Ecuador (1983), parece probable que la Heteroptera Pentatomidae del género del Lincus Stal fuese un vector de la marchitez sorpresiva. Esta hipótesis se vio apoyada por un descubrimiento de Morin en Guyana Francesa el mismo año de dos especies de Lincus en cocoteros enanos afectados por el Hart Rot.

Este artículo describe una prueba relativa a la producción de la marchitez sorpresiva, soltando en una jaula insectos de la especie Lincus, encontrados en las palmas de aceite en Shushufindi, Ecuador. Proporciona elementos adicionales que fortalecen la hipótesis de que estos insectos son los que transmiten la enfermedad.

1. MATERIALES Y METODOS

1. Ubicación

Shushufindi está situada en la zona oriental del Ecuador (Región amazónica) sobre el río Aguarico. El clima es ecuatorial, con un nivel de lluvias bien distribuido en todo el año. La Plantación Palmeras del Ecuador está totalmente rodeada de selva primaria.

2. Material de siembra

Se seleccionó una sola palma de la plantación comercial para exponerla al Lincus, después de aislar-

la en una jaula. Las palmas de la misma edad, cercanas al punto de prueba, se tomaron como controles externos. El árbol que se seleccionó está en el lote D9a, 24 ha, hilera 77, árbol 1, es decir, a 1.500 kilómetros de la selva más próxima y cerca de un camino de gravilla. Todo este lote se sembró en 1982, con material de siembra de la categoría IRHO 2501.

Los insectos se expusieron por primera vez a palmas de 26 meses de sembradas; en Shushufindi es frecuente que los primeros casos de marchitez sorpresiva se presenten a esa edad. La jaula de aislamiento es una estructura de madera de 5 metros de altura y 4.5 metros de ancho por cada lado. Las paredes son de malla, cuyos orificios son de 1 x 2 mm. El grueso de la malla no impide la entrada de otros insectos a la jaula, pero no deja entrar a todos los Lincus. Tiene una pequeña puerta que se cierra herméticamente para soltar los insectos y para fines de mantenimiento (fertilización con MgC_{12} , tratamientos con herbicidas, reducciones del tamaño de las hojas y poda en enero de 1985).

Con el fin de reducir el riesgo de un brote espontáneo de marchitez que pudiera presentarse en la zona de prueba, los círculos de palmas que estuvieran dentro de un radio de 100 metros recibían un tratamiento de Endrin, mensualmente, de junio en adelante (cuando se instaló la jaula), hasta que se hicieron evidentes los síntomas de la enfermedad en la palma aislada.

3. Exposición a los insectos

Los Lincus fueron capturados en palmas Elaeis guineensis de aproximadamente 3 años de edad, que habían sufrido la enfermedad poco antes (con excepción de tres palmas sanas al final de la prueba). Para hacerlo, se disectaron las palmas, hoja por hoja (los insectos prefieren congregarse en las bases peciolares y racimo por racimo). Se reunieron tanto larvas como adultos, identificados como Lincus por un director de equipo que participó en el descubrimiento de estos insectos en la plantación. La palma de prueba se expuso a los insectos el mismo día, cuando éstos se soltaron, uno por uno, en el espacio entre la flecha y las primeras hojas, por lo general alrededor de las 6 p.m. Se tomaron muestras de la cosecha del día, con el fin de garantizar la pureza genérica. En la Tabla 1 aparece el programa de exposición.

* IRHO-CIRAD, Entomólogo, Palmeras del Ecuador.

** IRHO-CIRAD, Entomólogo, con base en Indonesia.

*** Nuestros agradecimientos al Sr. Dolling por la identificación.

Tabla 1
PROGRAMA DE EXPOSICION
A LOS INSECTOS

Fecha	(Número de Insectos liberados)		Número y condiciones Fitosanitarias de Palmas disectadas.
	Adultos	Larvas	
21/06/84	5	40	2 Palmas - Marchitez
27/08/84	20	50	1 Palmas - Marchitez
17/10/84	35	46	2 Palmas - Marchitez
01/11/84	3	32	1 Palma - Sana
03/12/84	0	3	1 Palma - Marchitez
10/12/84	1	11	2 Palmas - Sanas
Total	64	182	

II. RESULTADOS

1. Aparición de síntomas

El 31 de diciembre de 1984 comenzaron a aparecer los primeros síntomas de pudrición del racimo de la palma aislada. Pronto comenzaron a pudrirse los demás. En apariencia, la raíz permanecía sana, pero en las muestras que se tomaron el 5 de enero, apareció un gran número de flagelados. El 15 de febrero de 1985, todas las hojas inferiores presentaban características de marchitez sorpresiva.

Es importante anotar que los síntomas de marchitez probablemente habrían aparecido en la palma un mes antes si las hojas viejas no se hubieran arrancado a finales de diciembre, con el fin de despejar la jaula.

2. Tipo de insectos

Todas las larvas de las muestras pertenecían al género de los *Lincus* Stål. Este género se había observado in situ en numerosas ocasiones, tanto en Ecuador como en Guyana Francesa. Los adultos pertenecían a la especie de los *Lincus lethifer*, capturados en Shushufindi y descritos por W.R. Dolling (3, 9).

III. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La incidencia de la Marchitez Sorpresiva en los lotes adyacentes se mantuvo a niveles bajos durante

todo el período del experimento. En Abril de 1985 no se presentó ninguna señal de la enfermedad en el lote en sí, salvo dentro de la jaula. Hasta Septiembre de 1984, cuando apareció un pequeño brote a una distancia de 450 metros (6 casos hasta febrero), no se presentaron casos de árboles afectados dentro de un radio de 500 metros alrededor del lugar del experimento. Por lo tanto, lo más probable es que la enfermedad no se haya presentado por azar sino como consecuencia del tratamiento que se dio a la palma.

Desde 1982, en Shushufindi se han llevado a cabo numerosos experimentos mediante el aislamiento de la palma y la exposición de la misma a los insectos diferentes al *Lincus*, pero no se han presentado casos de Marchitez Sorpresiva. El que no exista una planta de control dentro de la caja no invalida por lo tanto, la conclusión de que la Marchitez Sorpresiva se reproduce a través de la exposición al *Lincus*.

El sistema utilizado no permite la evaluación del período de incubación de la enfermedad. Sin embargo, los datos epidemiológicos disponibles indican que es de alrededor de 4 meses. Suponemos que la transmisión se dio durante las primeras dos veces que se soltaron los insectos, en las cuales se emplearon 115 chinches. Por cuanto desconocemos la proporción de diversos *Lincus* que se soltaron, es imposible dar detalles en cuanto a la especificidad de dicha transmisión. Hasta la fecha no hemos podido definir claramente cómo se establecen los *Lincus* en las palmas de aceite, ya que estos insectos son discretos (lo reducido del número de insectos que se encontró durante el proceso de captura podría explicarse por un comportamiento según el cual los insectos abandonan la planta receptora cuando los vasos se bloquean parcialmente, impidiendo el flujo normal de la savia). Por lo tanto, el estudio del asentamiento de la población de insectos requiere disectar árboles que no hayan sido afectados por la enfermedad. Además, podría ser que el *Lincus* transmitiera la Marchitez Sorpresiva sin necesidad de establecerse en la palma, sino simplemente mediante unos pocos orificios hechos por algunos individuos vectores.

BIBLIOGRAFIA

1. PARTHASARATHY M. V., VAN SLOBBE W. G., SOUDANT C. (1976). Trypanosomatid flagellate in the phloem of diseased coconut palm. *Science*. 192, p. 1346-1348.
2. PARTHASARATHY M. V., VAN SLOBBE W. G. (1978). Hartrot of fatal wilt of palms. I. Coconuts (*Cocos nucifera*). *Principles*, 22, p. 3-14.

3. DOLLET M., GIANNOTTI J., OLLAGNIER M. (1977). Observation de protozoaires flagellés dans les tubes criblés de palmiers à huile malades. *C. R. Acad. Sci. Ser. D*, **284**, p. 643-645.
4. DOLLET M., LOPEZ G. (1978). Etude sur Passociation de protozoaires flagellés à la Marchitez sorpresiva du palmier à huile en Amérique du Sud (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 33, p. 209-217.
5. LOPEZ G., GENTY P., OLLAGNIER M. (1975). Control preventivo de la 'Marchitez sorpresiva' del *Elaeis guineensis* en América Latina (bilingue esp.-fr.). *Oléagineux*, 30, p. 243-250.
6. DOLLET M. (1984). Plant diseases caused by flagellate protozoa (*Phytomonas*). *Ann. Rev. Phytopathol.* 22, p. 115-132.
7. DESMIER de CHENON R., MERLAN E., GENTY P., MORIN J. P., DOLLET M. (1983). Research on the genus *Uncus*, *Pentatomidae Discocephalidae*, and its possible role in the transmission of the 'Marchitez' of oil palm and 'Hartrot'. Présenté à la 4e Réun. Com. Tecn. Reg. San. Veg. SARH IICA. Cancun, Mexico.
8. DESMIER de CHENON R. (1984). Recherches sur le genre *Uncus* Stal, *Hemiptera Pentatomidae Discocephalidae*, et son role éventuel dans la transmission de la Marchitez du palmier à huile et du Hartrot du coctier (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 39, no. 1. p. 1-6.
9. DOLLING W. R. (1984). Pentatomid bugs (*Hemiptera*) that transmit a flagellate disease of cultivated palms in South America. *Bull. Ent. Res.* 74, p. 473-476.
10. GENTY P. (1981). Recherche entomologique sur le palmier à huile en Amérique latine (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 36, no. 12, p. 585-594.

COMAGRARIA LTDA.

OFRECEMOS PARA SUMINISTRO LOCAL:
BORATO CALCITA O BORAX NATURAL,
TONSIL OPTIMO PARA DESODORIZAR,
BLANQUEAR Y ELIMINAR LA ACIDEZ
EN GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES.

HYFLO SUPER-CEL PARA FILTRACION
FINAL ANTES DEL ENVASE.

CARBONES ACTIVADOS DARCO-NORIT
PARA BLANQUEO Y ELIMINACION DE
OLORES.

EQUIPOS INDUSTRIALES.

Pedidos: Tels.: 262 38 26 - 262 35 97

Télex: 42207 GRILL CO.

A. A. 17993 Bogotá, D.E.

FEDEPALMA: Tels.: 255 68 75 - 211 68 23

**Aumente los rendimientos
y mejore la calidad
de sus cultivos ...**



BORATOS FERTILIZANTES 68 48 Y SOLUBOR

Marcas Registradas

UNITED STATES BORAX & CHEMICAL CORP.

U.S. BORAX Confiabilidad absoluta en boratos,
protege sus cultivos y su inversión

Garantía de Calidad y Concentración
para dosis exactas y uniformes

Representantes Exclusivos

SAMTEC

Samudio & Asociados Ltda.

Representaciones técnicas desde 1950

Cra. 14 No. 87-45 Of. 202 Apdo. Aéreo 89509
Tels.: 218 29 08 - 218 21 76 - Bogotá, D.E.

DISTRIBUIDORES MAYORISTAS

Xmonomeros
COLOMBO VENEZOLANOS, S.A.
Barranquilla

DISTRIBUIDORES

COLINAGRO S.A.

A.A. 4671 Télex 43166 Conm. 775-6200 Bogotá, D.E.

ABONAL LTDA.

Carrera 6a. No. 26-10 Tels.: 421742 - 422453 - Cali.

Y LOS DISTRIBUIDORES DE MONOMEROS
EN TODO EL PAIS

INTRODUCCION

La palma *Elaeis guineensis* es la planta oleaginosa de mayor producción. En condiciones ecológicas favorables, donde la producción potencial de las últimas variedades distribuidas se calcula entre 6 y 7 toneladas, hoy alcanza una tasa anual de 4 a 5 toneladas por hectárea por año. Esta planta es originaria de Africa Occidental y aunque la explotación de la palma espontánea data de muchos años, el cultivo de palma de aceite en sí comenzó este siglo y se ha fortalecido en los últimos 20 años, debido a la escasez de aceites y grasas de la mayor parte de los países en desarrollo.

El progreso alcanzado, en términos de productividad, dará un salto con la difusión del proceso de propagación vegetativa in-vitro, el cual plantea la posibilidad de aumentos en la producción del 20 al 25%, comparada con la cosecha que en la actualidad se obtiene en condiciones ecológicas satisfactorias, mediante el cultivo de plantas escogidas.

OPTIMIZACION DE LAS VARIEDADES Y VENTAJAS DE LOS CLONES

Las variedades seleccionadas son híbridos compuestos en un 100% de palmas tenera (cuya fruta es de cascara delgada), obtenidas del cruce de palmas dura (cascara espesa) y palmas pisífera (carentes de cascara, en general por atrofia).

Las palmas se seleccionan según criterios de productividad, fluidez del aceite (alto contenido de ácidos grasos no saturados), limitación del crecimiento vertical (reducción de costos de cosecha y prolongación del período de explotación) y, finalmente, según factores de tolerancia a determinadas enfermedades.

Desde 1957, el esquema de selección IRHO se ha constituido en una adaptación de la Selección Recíproca Recurrente (SRR).

Este esquema hace uso del marcado efecto de la heterosis sobre la producción que se obtiene mediante el cruce de árboles de orígenes no relacionados entre sí y con características complementarias, y utiliza pruebas comparativas de cruces para de-

terminar la capacidad de combinación de las características que no se heredan fácilmente, como la producción.

El siguiente es el resumen de los resultados de la producción de aceite de palma en 30 años, en condiciones ecológicas promedio:

Híbridos	Aceite de palma en t/ha/año
Selección normal	3.3
1er. ciclo de SRR	3.9
2o. ciclo de SRR	4.5
(al comienzo de la extensión)	

A lo anterior se suma un aumento promedio del 10% en el porcentaje de ácidos grasos no saturados y una reducción promedio del 20% del crecimiento vertical.

La hibridización interespecífica con palmas americanas, las cuales tienen fluidez de aceite y una tasa de crecimiento vertical reducida, se emprendió hace alrededor de quince años y plantea grandes esperanzas en cuanto al mejoramiento futuro de estas dos características.

Los cruces que asocian características deseables en el mejor nivel se someten a extensión. El proceso de selección es estricto, puesto que de 780 cruces que se sometieron a prueba durante el primer ciclo de selección, se adoptaron únicamente 15.

Con el fin de obtener semilla en cantidad, se utilizan plantas madres descendientes de los cruces seleccionados.

En Africa se producen alrededor de 6 millones de semillas con etiqueta de IRHO al año, mediante el proceso anterior, lo cual garantiza la siembra de 20.000 hectáreas.

Los cruces entre individuos de cigotes heterogéneos presentan considerable variedad en cuanto a diversas características, especialmente producción.

La figura 1 presenta la distribución de la producción de aceite resultante de una prueba que se realizó en Indonesia, en excelentes condiciones climáticas: para una producción promedio de 44.3 kg. de aceite de palma/árbol/año (6.3 t/ha), la producción cambia de 21 a 77 kg., es decir de 3 a 11 t/ha.

La extensión de clones obtenidos de los mejores árboles ofrece ventajas obvias. Además, la explota-

Director Adjunto, División de Selección, IRHO-CIRAD.

Director División de Selección, IRHO-CIRAD.

*** Investigador del IRHO; Servicios Científicos Centrales del PORSTOM.

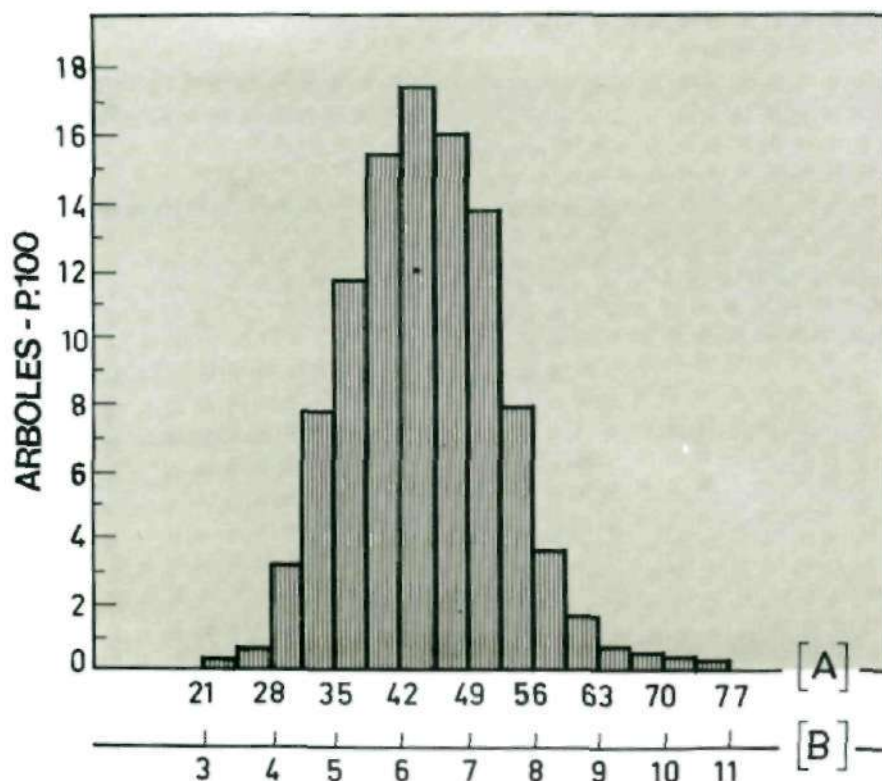


Figura 1.
Distribución de las producciones de aceite de palma por árbol en un ensayo.
A: kg de aceite de palma/árbol/año
3: equivalente (t/ha/año)

ción de la variabilidad entre árboles, combinada con la posibilidad de propagar genotipos específicos, da nuevas perspectivas de cultivo: los cruces entre palmas excepcionales, con características complementarias, deben producir árboles que reúnen las características de los padres (recombinación).

Su extensión en forma de clones tendrá una ventaja de 15 años sobre el material de siembra de desempeño similar, obtenido por el método sexual.

El esquema general de mejoramiento no cambia radicalmente con esta técnica, sino que sus resultados adquieren mayor valor y se explotan más rápidamente.

Un caso típico es el híbrido interespecífico de *E. melanococca* x *E. guineensis*. Este híbrido presenta un considerable nivel de esterilidad y se requerirán varias generaciones antes de poder crear cruces fértiles de valor agronómico.

Por otra parte, la propagación de los pocos árboles de interés, esperanza que (desde la primera generación) ha planteado el estudio de esterilidad, impul-

sará la extensión de este material, el cual se considera ideal para los cultivos de palma africana a los 20 años.

Sin embargo, todavía es necesario emprender el programa de restablecimiento de la fertilidad, a nivel de cruces, si se quiere mejorar este material con el fin de lograr árboles de mayor desempeño futuro para la propagación vegetativa.

TECNICA DE PROPAGACION VEGETATIVA

Desde 1970, el IRHO, con la colaboración de ORSTROM, emprendió estudios investigativos sobre la técnica de propagación vegetativa de la palma de aceite mediante el cultivo in-vitro, dado que las técnicas estándar, tales como los esquejes, injertos o acodaduras no se pueden aplicar a esta planta, que solamente tiene un capullo vegetativo, el ápice.

Se investigaron diversos procesos, pero la propagación vegetativa partiendo del ápice fue un fracaso.

Los otros métodos consistían en dar lugar a la re-

generación de plántulas obtenidas de callosidades de fragmentos de diferentes órganos (raíces, florescencias, hojas).

Finalmente, en 1976, Rebéchault y Martin obtuvieron las primeras plántulas del tejido de la hoja. El procedimiento ha ido perfeccionándose.

La base para la iniciación del cultivo es un fragmento de las hojas jóvenes sin abrir, que no requieren una exhaustiva desinfección, la cual siempre resulta traumática.

Este material es abundante y de un solo árbol pueden obtenerse alrededor de 2.000 fragmentos, sin que peligre la supervivencia de los mismos.

Después del cultivo en condiciones estériles, se almacenan los fragmentos durante 12 semanas en cuartos de cultivo, con control atmosférico y de luz; algunas células se dividen y forman callosidades que aparecen a lo largo de las venas.

En esta fase, la producción varía de árbol a árbol, dependiendo del estado fisiológico y de otros factores. En la actualidad, entre el 20 y el 80% de los fragmentos producen callosidades.

Las callosidades se aíslan y transfieren a otro medio de cultivo que propicia la organogénesis, para pasar luego a los cuartos de cultivo (Fotos 1 y 2). Después de un mínimo de dos meses, aunque en muchos casos el término se prolonga, aparecen estructuras organizadas en algunas callosidades; éstos son embrioides somáticos que tienen una vara aulífera y una vara de raíz.



Foto 1, Aislamiento de callos



Foto 2. Sala de cultivo

La aparición de estos embrioides se presenta al azar; son pocas las callosidades que los producen, aunque la frecuencia es relativamente alta en los árboles que producen clones, ya que el 75% de ellos dan embrioides después de un solo muestreo de explantas.

Una vez transferidos a otro medio de cultivo, los embrioides se desarrollan en plántulas a los cuatro meses, y se pasan luego a condiciones normales de siembra.

Durante el primer mes después de sembradas, las plántulas son frágiles, aunque la tasa de brote por lo general es superior al 90%.

Aunque son pocas las callosidades que generan embrioides, la tasa de propagación es alta, ya que estos embrioides pueden generar embrioides secundarios.

La tasa de propagación, que varía según el clon, se

acerca a 3 mensuales (500.000 embrioides al año de un solo clon) y se puede mantener durante varios años (algunos cultivos de embrioides tienen más de 5 años).

El núcleo de la masa de embrioides representa todas las etapas de desarrollo de los mismos. En cada transferencia, se aíslan los embrioides de más edad y se desarrollan en plántulas; lo más jóvenes continúan garantizando la propagación del clon.

El proceso puede dividirse en dos fases principales:

- La creación de clones, incluyendo la callogénesis y la organogénesis, v.g. hasta cuando se obtiene los primeros embrioides, proceso, que, en promedio, toma un año. Esta labor se hace una vez en el árbol y por un periodo aún desconocido, que depende del desarrollo de los cultivos de embrioides a medida que pasa el tiempo.
- La producción de plántulas, incluyendo la multiplicación de embrioides, seguida por su desarrollo y transferencia a condiciones normales de cultivo. Una vez se obtiene una determinada masa de embrioides, la triplicación de la masa todos los meses asegura la producción de plántulas que solamente necesitan 4 meses de cultivo in-vitro en el laboratorio.

En vista de la existencia de estas dos fases, podríamos imaginarnos un circuito de distribución de clones en los centros de investigación que crean clones de sus mejores árboles, los cuales terminan en unidades comerciales que reciben los embrioides para propagación y cría.

El transporte de embrioides a grandes distancias (Francia a Costa de Marfil o Francia a Malasia e Indonesia) se ha realizado varias veces y no presenta problema alguno.

IMPLANTACION DE LA TECNICA Y PROBLEMAS QUE PLANTEA

Antes de aplicar las técnicas de propagación vegetativa, fue necesario resolver dos grupos de problemas: el primero se refiere a la técnica en sí y el segundo a los árboles que generarán clones y el valor de los últimos.

Problemas relativos a la técnica en si.

La utilización del cultivo in-vitro y, más específicamente, del proceso de embriogénesis somática para

la generación de clones partiendo de individuos, implica comprobar que el proceso empleado sea conservador.

En principio, la línea de información hereditaria se mantiene intacta después del proceso de propagación vegetativa, aunque el paso por la etapa de tejido no diferenciado (callo), conservado en un medio de cultivo que contiene hormonas de crecimiento, puede inducir una modificación irreversible en la estructura o en el funcionamiento de la herencia.

Además, la producción económica de millones de plantas in-vitro requiere que las técnicas de laboratorio se adapten a las contingencias de la unidad comercial.

Problemas relativos a los árboles que generarán clones y al valor de los últimos.

Las características observadas (fenotipo) son la resultante de dos influencias paralelas: la primera, debida a la herencia, se transmite íntegramente al clon, y la segunda, consecuencia del ambiente, varía de un individuo a otro.

La importancia de la influencia ambiental, especialmente en lo que se refiere a una característica como la producción de aceite, dificulta la selección de los árboles que generarán mejores clones.

Los estudios teóricos han establecido un método de selección. Este método debe aplicarse a las pruebas de clones de siembra, que, eventualmente, permitirá reconocer los mejores clones.

Estos dos grupos de problemas se entrecruzan y justifican una producción considerable de plantas in-vitro de diferentes clones para el material de siembra de prueba, utilizando la técnica más confiable posible.

Entre 1976 y 1981 se dio preferencia casi exclusiva a la técnica que comprendía la reducción del tiempo de cultivo para cada fase, la reducción de las tasas de los diversos productos empleados, el mejoramiento de la producción, etc.

En Francia (ORSTROM, Bondy) se emprendieron diversas pruebas y 17 personas estuvieron involucradas en la investigación durante este período. Simultáneamente, se estableció una unidad piloto en Costa de Marfil, en el Centro de Investigación de La Mé, en donde era posible seleccionar árboles que generaran clones y sembrar clones de prueba.

En La Mé, existen 50.000 árboles que representan 1.000 cruces. La observación de la producción de cada árbol en un lapso de 7 años garantiza una amplia gama de alternativas de selección. Los cultivos comenzaron en mayo de 1981, con un programa para la creación de 50 clones anuales. Los primeros clones de prueba se sembraron en 1983 y hoy en día es posible lograr que 50.000 plantas cultivadas in-vitro produzcan aceite.

Se han encontrado soluciones técnicas originales pues, según sabemos, no existía ningún laboratorio de tanta importancia en los países tropicales húmedos, donde el peligro de contaminación es mayor que en los climas templados.

La unidad tiene un área de 250 m², donde existe control atmosférico, y está dividida en dos zonas, de acuerdo con las condiciones asépticas: la filtración de aire es más fina en los cuartos de transferencia y cultivo que en los cuartos de preparación y esterilización. Se llevaron a cabo pruebas de simulación de producción comercial: rendimiento del personal, condición de los cultivos, optimización de la producción y de los costos de cada fase, pruebas de equipos, etc.

Aunque no se han resuelto todos los problemas aún, se ha diseñado un esquema de producción comercial, que determina, para la producción de un determinado número de plantas in-vitro, las características técnicas de una unidad comercial, incluyendo, además de las instalaciones, el personal necesario y la base para el cálculo de los costos operativos.

La transferencia de plantas in-vitro a condiciones normales de cultivo es sencilla cuando se trata de pequeños lotes que se supervisan en forma estrecha, y en los cuales no se tienen en cuenta los factores económicos. En estas condiciones, el éxito alcanzado llega casi al 100%.

La adaptación de la técnica anterior a lotes de plantas a nivel comercial está en proceso y requiere específicamente el desarrollo de las instalaciones adecuadas (invernaderos o estercoleros, seguidos por un período en un previvero estándar y sombreado, con un sistema de riego de tipo atomizador de rocío).

RED INTERNACIONAL PARA LA DIFUSION DE LA TECNICA

Desde la producción de las primeras plántulas en 1976, los centros de investigación profesional y

compañías de siembra, han expresado su interés por la difusión de la técnica de propagación vegetativa.

ORSTROM y la IRHO están compitiendo con un equipo investigativo de Unilever, el cual obtuvo resultados similares el mismo año. Sin embargo, las políticas adoptadas son fundamentalmente diferentes: Unilever estableció sus propias unidades productivas en Malasia y Gran Bretaña, mientras ORSTROM y la IRHO buscaban acuerdos en el campo profesional.

Estos acuerdos proponían la transferencia de "know-how" e incluían cláusulas de exclusividad y confidencialidad, compensadas por regalías sobre las plántulas producidas con una garantía mínima.

La transferencia de "know-how" comprende la instalación de las unidades productivas, la capacitación del personal, al cual se informa de los avances del proceso, y la asistencia técnica que pueda requerirse. Además, los progresos alcanzados en un determinado laboratorio son transferibles a otros laboratorios de la red. Cada unidad es propietaria de sus clones y puede negociar su aplicación.

Antes de la total difusión del proceso, los primeros acuerdos se firmaron con Compañías de Siembra que tenían sus propios centros de investigación y por lo tanto, estaban interesadas en generar clones de sus mejores árboles para someterlos a prueba.

El primero de estos acuerdos se firmó con FELDA (Departamento Federal de Desarrollo de la Tierra), una compañía estatal Malaya que cubre 350.000 has. de cultivo de palma africana, pertenecientes a alrededor de 80.000 cultivadores, asociados bajo un sistema cooperativo. Esta compañía conforma el mayor complejo de cultivo de palma de aceite en el mundo y produce alrededor del 20% del aceite de palma a nivel internacional.

Se entrenó un investigador de FELDA, y las primeras operaciones de cultivo que se llevaron a cabo en 1983, empleando plantas madre seleccionadas de la estación Tun Razak, desencadenaron en la creación de los 10 primeros clones, al cabo de nueve meses.

En Kuala Lumpur ya se está terminando una unidad comercial: tiene una superficie de 1.300 m² y una capacidad anual de 1 millón de plántulas, con la creación de 100 clones. Con el tiempo, ésta unidad estará encaminada específicamente a la creación

de embrioides para otras unidades, con el fin de garantizar que se conviertan en plántulas; FELDA requiere alrededor de 3.5 millones anuales de plantas in-vitro para asegurar el programa de resiembra.

En Indonesia se firmaron dos acuerdos: uno con SOCFINDO, una compañía mixta que tiene 35.000 has, de palmas de aceite y la otra con el PNP, Compañía Estatal de Plantaciones Gubernamentales, que tiene 250.000 has. sembradas de palma de aceite y cuyo programa de desarrollo comprende 450.000 has.

La unidad de SOCFINDO está operando desde noviembre de 1983 y tiene una capacidad anual de 150.000 plántulas, la cual puede aumentar a 600.000 con la creación de 20 clones, mediante cuartos adicionales de cultivo.

La unidad de PNP se está construyendo en la Estación de Investigación Marihat y, en su fase inicial, tendrá una capacidad de 250.000 plántulas y 100 clones, con la posibilidad de que aumente a 2 millones de plantas in-vitro (1.600 m²).

Al igual que la unidad de FELDA, la del PNP eventualmente producirá principalmente embrioides para diversas unidades, cuyas necesidades se calculan en 7 a 8 millones de plantas por año.

Se están preparando o negociando acuerdos similares en América del Sur y el Lejano Oriente. En los países africanos, con los cuales Francia tiene acuerdos particulares de cooperación, las cláusulas se limitan a la exclusividad y confidencialidad de las convenciones.

Paralelamente con estas redes de laboratorios, se está creando otra red de pruebas clonales y semi-comerciales, con el fin de someter los clones a prueba en diversas condiciones ecológicas y promover el material clonal en los círculos profesionales donde aún no se prevee la instalación de unidades productivas.

Estas pruebas se han implantado en países de África, América del Sur y África Suroriental. El grupo de control está conformado por esquejes obtenidos mediante el método sexual y correspondientes al mejor material de cría que poseen.

Las 30.000 o 40.000 plantas in-vitro que se requieren para los anteriores programas se producen en la unidad piloto de Costa de Marfil, y se crían en Francia, por razones fitosanitarias.

Se ha decidido que por el momento se suministren plantas in-vitro después de haber sido transferidas a las condiciones normales de crecimiento, ya que la transferencia exige instalaciones especiales y cierta experiencia.

Las pruebas clonales que se han sembrado permitirán verificar la conformidad de reproducción en 1990, mediante el cultivo in-vitro.

Los índices que hablan a favor de la reproducción conforme son numerosos:

- Las anomalías de las plantas in-vitro son de excepción;
- las cepas cromosómicas no se modifican;
- las primeras inflorescencias de clones jóvenes son normales, al igual que su apariencia vegetativa, etc.

Sin embargo, es importante continuar con los experimentos con el fin de garantizar las características agronómicas aconsejables de los árboles de los clones y mantenerlas intactas en los mismos.

La producción comercial de plantas in-vitro debería entonces comenzar en 1991 y aumentar a medida que surgen nuevos clones de las pruebas comparativas.

Las perspectivas de comercialización de plantas in-vitro son buenas, debido al esperado aumento de la producción y al lapso de tiempo en el cual pueden explotarse los árboles.

El precio de las plantas in-vitro, que varía según los jornales pagados al personal local, se calcula en 5 a 10 veces más que el de las semillas, el cual se amortiza en 3 años, con un aumento de la producción del 20%, en condiciones ecológicas normales.

Es difícil garantizar la protección del proceso de propagación y de los clones, por la falta de legislación nacional e internacional en este sentido. El proceso ORSTROM-IRHO se ha patentado en varios países.

Los clones que se distribuyen con fines de prueba, tienen la protección de los contratos y la cuidadosa selección de las organizaciones que lo reciben.

Sin embargo, esta práctica no será posible cuando se difunda el material en todo el mundo, y se planteará la necesidad de buscar otras soluciones, que incluyan, por ejemplo, la difusión de clones mixtos

con característica similares y, específicamente, la creación de clones con mayor capacidad de desempeño.

Aunque en la actualidad la distribución de clones es el principal objetivo del cultivo in-vitro de la palma de aceite, se han emprendido estudios sobre otras aplicaciones.

Los estudios que se están realizando sobre crioconservación de embrioides han dado buenos resultados y permitirán la recolección (vitro-bancos), lo cual dificulta en el campo, cuando se trata de plantas voluminosas como la palma africana.

Así mismo, un amplio proyecto diseñado para obtener la transferencia de genes in-vitro involucra la regeneración de plántulas de los protoplastos.

Los anteriores programas deberían contar con el apoyo financiero que requieren para desarrollarse en la próxima década, mediante regalías obtenidas de la venta de plantas in-vitro. El éxito del programa de propagación vegetativa de la palma de aceite

se debe, principalmente, a la ejemplar cooperación entre ORSTROM, con sus investigadores y laboratorios, y el IRHO, que proporcionó las fases experimentales y comerciales, con su presencia en los centros de investigación que lo requerían y su amplio conocimiento del medio profesional.

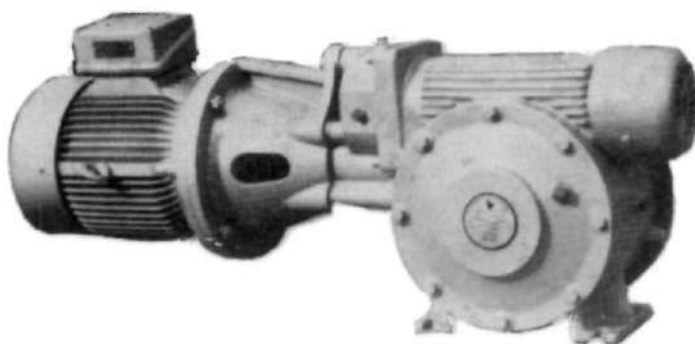
Reproducido de: Oléagineux. Vol. 40 No. 7/85.

BIBLIOGRAFIA

1. LIORET C, OLLAGNIER M. (1981). - La culture in vitro de nssus chez le palmier à huile (trilingue fr.-angl.-esp.) *Oléagineux*, **36**, No. 3. p. 111-112
2. AHEE J. *et al.* (1981). - La multiplication végétative in vitro du palmier à huile par embryogenèse somatique (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, **36**, No. 3, p. 113-118.
3. PANNETIER C, ARTHUIS P., LIEVOUX D. (1981) - Neof ormation de jeunes plantes d'*Elaeis guineensis* à partir primaires obtenus sur fragments foliaires cultivés in vitro (trilingue fi -angl.-esp.). *Oléagineux*, **36**, No. 3, p. 119-122.
4. NOIRET J. M. (1981). - Application de la culture in vitro à l'amélioration et à la production de matériel clonal chez le palmier à huile (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, **36**, No. 3, p. 123-126.



TRANSMISION DE POTENCIA LTDA.



Fabricantes de:

- Reductores - Motorreductores
 - Sinfín - Corona*
 - Piñones Helicoidales
- Acoples
- Conjuntos de variación: Electrónicos e Hidráulicos
 - * Con transferencia de tecnología.

Representantes exclusivos de A. FRIEDR FLENDER AG, DE Alemania.
Carrera 68B No. 10-98 Bogotá, Colombia
Tels.: 260 01 00 - 261 25 78
Télex: 45653 Tramp Co.