

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE QUIMICA

LA INDUSTRIA DE LA PALMERA ACEITERA

Tesis para optar el título
de Ingeniero Químico

LUIS HOEFKEN PEREZ

'55

LIMA - PERU

1 9 5 5

I N D I C E

		<u>Pagina</u>
La Palmera Aceitera	Capítulo I	6
Importación de Grasa en el Perú	" II	14
Situación y Proyecto de una Fábrica de Aceite de Palma	" III	21
La Plantación	" IV	24
Proceso	" V	40
Ubicación de la Fabrica	" VI	65
Equipo	" VII	70
Consumo de Vapor	" VIII	80
Consumo de Energía	" IX	87
Costo de Plantación	" X	94

C A P I T U L O I

LA PALMERA ACEITERA

HISTORIA,

La palmera aceitera (*elaeis guineensis*) es una palma cuyo origen se le atribuye a la costa Occidental del Continente Africano, aunque hay algunos que afirman que procede de la costa del Brasil; es pues en realidad un poco dudoso su origen.

La palmera aceitera (*elaeis guineensis*) se conoce tambien por una serie de nombres tales como: Abeidona, Aavoba, Palmiche, Palmisto, Palmiste, Palmito, Palma de aceite, Corajo de Guinea, tambien Corozo, aunque no debe confundirse con la *Attalea Cohune* a la que corresponde verdaderamente esta denominación.

Ya en el siglo XVI eran beneficiados los frutos de la palmera aceitera y sus grasas eran utilizadas tanto en la alimentación humana como en la industria.

Los primeros productores de aceite de palma fueron los nativos del Africa quienes empleaban métodos extremadamente primitivos e ineficientes, solamente obtenían alrededor del 8% del aceite presente en el fruto. Estos métodos manuales producían un aceite de muy baja calidad y con alto contenido de acidez asi como gran cantidad de materias extrañas y agua. Gradualmente sin embargo, pequeños equipos fueron introduciéndose para luego convertirse en pequeñas fábricas. Ya al final de la guerra mundial, fueron levantadas modernas fábricas

en el Africa con lo cual empezó la producción de aceite de palma de buena calidad.

En Malaya y particularmente en Sumatra, el planeamiento científico tanto de las plantaciones como de las fábricas han convertido el aceite de palma en algunos años en una industria sumamente importante y se ha podido comprobar en grandes plantaciones de europeos que usando una combinación de stocks seleccionados y modernas plantas de recuperación produjeron los mejores resultados.

Desde 1919, el primer año en el cual el aceite de palma fué producido en Sumatra, los principios de manufactura no han cambiado mucho, pero eso si los procesos usados se han uniformizado.

Anteriormente, muchas fábricas se inclinaron por un mismo propósito, cambiaron tremendamente y diferentes tipos de maquinarias.

LA PALMERA ACEITERA EN EL PERU.

La palmera aceitera es una planta que no se encuentra silvestre en nuestro país, sino más bien ha sido introducida hace veinte o treinta años, pero esta probado que las condiciones climáticas y composición de suelos de nuestra selva, hacen muy adaptable la plantación de la palma aceitera ya que son muy similares a las de Sumatra por ejemplo, y es más, ya que la Estación Experimental de Tingo María ha dado muy buenos resultados las hectáreas sembradas para experimentación y actualmente los frutos son beneficiados por medio de una pequeña prensa accionada a mano.

COMPARACION ENTRE ALGUNOS FACTORES CLIMATERICOS DE LA COSTA OCCIDENTAL AFRICANA, DE LA COSTA OCCIDENTAL DE MALAYA Y DE LA SELVA PERUANA.

REGIONES	Temperatura media anual	Recipitacion media anual	Humedad Relativa %
Costa Occ. Africana	21-30	1169-4323	77-88
Costa Occ. de Malaya	25-26	1875-3750	— —
Selva Peruana	22-27	2308-3482	79-87

La estación Experimental de Tingo María se encuentra a 650 m. sobre el nivel del mar, sobre terreno aluvial y está demostrado que la palmera aceitera puede producir unos 2000 Kg. de aceite por hectárea despues de los 8 años, o sea al iniciarse la plena producción.

La producción mundial de aceite de palma en este momento, alcanza solamente al 30% de la demanda, pues aparte de la 120000 toneladas que produce el Congo Belga y las 140000 de Sumatra, 200000 del Africa inglesa y 50000 de Malaya, hay muy pocos países cuyas condiciones sean propicias para este cultivo.

El cultivo de esta clase de palmeras ha modificado radicalmente el nivel de vida en muchas poblaciones africanas.

La demanda por el aceite de palmeras es cada vez mayor y los centros de producción no son suficientes para atender los pedidos.

La carestía de grasa animales hace a los industriales pensar en los aceites vegetales. Por lo pronto, Estados Unidos ha reempla-

zado ya el 65% de la manteguilla que consume, por margarina de palmera, pensando hacerlo hasta en un 90%.

La necesidad de que nuestro país llegue a contar con una fuerte segura económica de producción de grasa vegetales de carácter alimenticio e industrial es obvia.

Circunstancias de orden diverso, tales como las limitaciones de orden económica para la producción de aceite de pepita y de otros cultivos oleaginosos en la costa; el incremento de la población y la mejora de sus standar de vida; las dificultades en los medios de transporte; almacenamiento; distribución, etc.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA:

Palmera espinosa, de tronco delgado y algo abombado en la parte central, alcanzando alturas de 12 a 20 m. y diámetros de 20 a 25cm.

La copa está formada por 20 ó 25 hojas, pinnadas, de 3 a 7 m. de largo. Espinas agudas dirigidas hacia arriba, en ambas margenes de la base del peciolo y por un tercio de su largo, aproximadamente. Despues de la caída de las hojas, los peciolos permanecen adheridos al tronco por largo tiempo.

Hasta los 4 o 6 primeros años, la planta crece como una mata, despues de lo cual comienza a destacarse el tronco.

Es una planta monoica, los racimos empiezan a aparecer a los 3 o 4 años. Puede llevar, por largos períodos a veces, racimos de un solo sexo, unicamente. Las inflorescencias se forman en la axila de las hojas.

Las flores son polienizadas por el viento y por insectos, principalmente, aunque también puede hacerse artificialmente a mano.

El número de racimos masculinos o femeninos es muy variable pudiendo ser de 10 a 20 en las palmeras en plena producción.

Los racimos pueden ser de 10 a 50 Kg. conteniendo de 800 a 2000 frutos por racimo. Cada fruto pesa de 5 a 20 gramos.

Los frutos son de forma ovalada o alargada algo achatada en la base y del tamaño de una nuez.

Entre la epidermis y la nuez, se encuentra una pulpa fibrosa, de espesor variable, que contiene una materia grasa de color anaranjada llamada "aceite de palma". La nuez se compone de una cubierta dura (endocarpio de espesor variable), en cuyo interior se halla generalmente una almendra ovalada de color beige en la superficie y blanquecino en su interior y que contiene una grasa de color amarillo claro o ligeramente verdoso "palmiche" o "Palmito"; La nuez presenta tres aberturas en la parte achatada para la salida del embrión.

La pulpa llega a contener de 60 - 70% de grasa, constituida por una mezcla de palmitina y oleína, y un poco de estearina y ácido linoleico. Tiene una acidez variable, de pendiente del método de beneficio y que llega a veces hasta el 60%. Funde de 27 a 42°C.

La almendra seca (8% de humedad) contiene de 45 - 60% de aceite, llamado aceite de palmida o de palmito, muy superior al de la pulpa. Según el método de beneficio, contiene de 5 a 15% de acidez libre. Funde de 23 a 30°C. Los frutos maduran en un período de 5 a 6 meses, contados desde su fecundación.

Los pedúnculos que sostienen los frutos se usan como alimento de ganado. La fibra que se produce entre las pencas es usada en la manufactura de cuerdas.

Constitución Aproximada:

Sacrocarpio aceitosos	34.4%
Cáscara leñosa o endocarpio	54.3%
Semilla	10.3%

Existe gran variedad entre la palmera aceitera, pero del punto de vista industrial se divide en dos grandes grupos:

1°.- "Dura" o "Deli" tipo primitivo de la especie, de raza pura, de nuez gruesa y de caracteres estables. Es una especie con frutos de pulpa espesa y nuez de paredes fuertes.

2°.- "Macrocarya" o "Congo": especies con frutos de pulpa delgada y nuez de paredes gruesas.

La palmera *elaeis guineensis* exige un clima cálido y húmedo con una temperatura mayor de 22°C, siendo 26°C su temperatura óptima.

La precipitación media anual mínima requerida es de 1200 mm., debiendo estar bien repartida en el curso del año. La planta tolera los máximos de precipitación o las inundaciones temporales, siempre que el exceso de agua pueda eliminarse con cierta rapidez.

La humedad relativa debe ser elevada, con oscilaciones acentuadas pero cortas, más bien.

USOS DEL ACEITE DE PALMA Y DE ALMENDRA

Originalmente en los países en los cuales el aceite de palma

era primitivo, siempre fué usado para el consumo local en la forma de aceite de cocina o en cosméticos.

Más tarde cuando empezó a exportarse el aceite de palma el cual tenía un alto contenido de acidez, materias extrañas y agua, fué usado en la manufactura de velas. Luego, cuando la calidad del aceite fué mejorando, empezó a interesar en la industria de jabones y actualmente gran parte de la producción mundial de aceite de palma es absorbida por la industria jabonera.

Como la técnica para la recuperación del aceite de palma fué incrementando paulatinamente, la calidad del aceite fué mejorando y fué usado entonces en la manufactura de jabones de toilet; luego se fué refinando y deodorizando aún más con lo cual se consiguió usarlo en la manufactura de la margarina. Al mismo tiempo, las refiné- rías conseguían blanquearlo y neutralizando completamente con lo cual se obtuvo una serie de grasa sin olor ni sabor.

Luego se empezó a usar como un "Flux" en la industria de planchas de estaño las cuales son sumerjidas en baños de aceite de palma caliente lo cual limpia las planchas sin dejar ninguna traza. Tambien es usado en la industria de planchas de acero. Es usado tambien en la manufactura de lacas, tintas de impresión y en algunos productos farmacéuticos.

El aceite de palma tiene un alto contenido de carotena lo cual contiene alto porcentaje de vitamina A.

En el Congo Belga el aceite con alto contenido de acidez es usado en la metalurgia del cobre.

El uso del aceite de palma como combustible para máquinas de compresión e ignición está aún siendo estudiado, pero se obtiene un combustible de buena calidad cuando el aceite es sometido al cracking.

C A P I T U L O II

IMPORTACION DE GRASAS EN EL PERU

El Perú se ha visto siempre en la necesidad de importar grasas, ya que su producción es insuficiente para poder abastecer a su población.

En el año 1938, se importó alrededor de 9000 toneladas de grasas con un valor de S/.4,700000.- En el año 1944 la demanda fué mayor y se importaron cerca de 19000 toneladas de grasa con un valor de cerca de S/.24,000000.-

Luego en el año 1950, el monto de la inportación de aceites y grasas fué de S/.33,298,176.- en el año 1951 fué de S/.35,423,224.- en el año 1952 fué de S/.38,453,822.- y ya en el año 1953 se nota un gran incremento en monto de importación pues esta fué de S/.80,254,162. y en el año 1954 aumentó aún más, llegando a S/.100,358,097.-

Como se puede apreciar la demanda en aceites y grasa en el Perú va aumentando día a día, es esto pues un gran aliciente para las industrias oleaginosas, ya que el mercado es lo suficientemente grande como para absorber una gran producción, lo que a su vez redundaría en un gran beneficio para la economía nacional, pues disminuirá el éxodo de divisas, mejorando nuestra situación monetaria.

Es pues menester, impulsar esta industria y brindarle el mayor apoyo posible para así con el tiempo, nuestro país llegue a convertirse en exportador de materias grasas.

ESTADISTICA MUNDIAL DE EXPORTACION.

La exportación de aceite de palma y de las almendras crece y decrece paralelamente. Desde 1920 en adelante hay un incremento uniforme en la exportación, el cual alcanza su máximo en el transcurso de 1936 á 1939. Luego, la guerra pone a ciertos países completamente fuera de producción y a otros les fueron cortados los despachos marítimos; todo esto causó una considerable depresión. En los años actuales sin embargo, se ha alcanzado los niveles del 36 y en algunos casos se ha excedido.

La variación primordial en los dos gráficos es causado por la diferencia en la razón o proporción entre aceite y almendras a los racimos de frutos frescos. Así, mientras se observa que la exportación de aceite en el Africa es la tercera parte de la producción de almendras, en Sumatra y Malaya sucede la inversa.

Aunque en el último año antes de la guerra, más del 50% de el total de la producción mundial de aceite de palma, vino de Malaya y Sumatra, solamente el 8% de la producción total de almendras fué exportado de los mismos sitios. Esto es debido principalmente a que Sumatra y Malaya, la razón de almendras a racimo es más baja, siendo 4% comparada al 8 ó 9% en Africa. Por otro lado una gran parte del aceite de palma producido en el Africa es usado para el consumo local así como tambien el aceite recuperado por medio de máquinas anticuadas y de plantaciones silvestres causan grandes pérdidas de aceite.

Un estudio completo del gráfico de exportación de aceite, dará

una apreciación clara de la gran influencia que ha tenido plantaciones bien cultivadas, junto con fábricas bien equipadas, en la exportación de Sumatra y Malaya.

El más importante aumento tuvo lugar en Sumatra en los años anteriores a la guerra. Debido en algunas extensiones a las a las excelentes condiciones climáticas y de abonamiento, pero sobretodo, a los esfuerzos de las grandes compañías que operaban en Sumatra y al trabajo de la estación experimental AVROS. Sus esfuerzos combinados ayudaron anormemente en la selección del material, métodos de plantación y manufactura económica.

En el período comprendido entre 1930 y 1935 las compañías se vieron forzadas a economizar drásticamente y buscar métodos más baratos de producción. El resultado fué un considerable avance técnico en el diseño, método e instalación de la maquinaria para las fábricas de aceite de palma. Entonces, a pesar de la baja de precios en el mundo, estas plantaciones equipadas con modernas plantas, pudieron mantenerse a flote y obtener beneficio ocupando gran parte de la producción mundial.

Durante la guerra la exportación fué vituálmente paralizada. A pesar de los grandes esfuerzos empleados desplegados para la normalización después de los desastrosos efectos de la guerra, la exportación de aceite de palma en Sumatra ha subido solamente un poco más de la mitad del nivel que alcanzó en los años de pre-guerra. Esto ha sido debido mayormente a la dificultosa situación de los trabajadores y a las complicaciones políticas, sin embargo ha habido un continuo incre-

mento en la producción.

Comparada con Sumatra, Malaya se recuperó más rápidamente, pero ha habido un ligero declive en los años recientes, lo cual se ha agravado por las actividades de los terroristas y también es debido a los grandes programas de replantación efectuados por las grandes compañías.

En Africa, el Congo Belga ha probado ser el más interesante desde el punto de vista del desarrollo. Desde 1925, ha tenido un constante incremento en su exportación de aceite de palma, hasta 1952, año en que ocupó el segundo lugar en el mundo, como exportador. Sin embargo en 1953 tuvo un pequeño declive. Este progreso es atribuido a los esfuerzos del gobierno, las grandes compañías de plantación, y la estación experimental I.N.E.A.C., la cual ha contrinuído grandemente al incremento de las plantaciones y a la modernización de sus fábricas.

Después de la guerra, los territorios británicos en Africa, del cual Nigeria es el mayor productor, han mantenido su producción como el mayor productor de aceite de palma en el mundo.

Debido al establecimiento de modernas fábricas, sus exportaciones van aumentando lentamente pero a menos que haya una rápida recuperación en Indonesia, el Congo Belga pasará a ocupar el primer lugar en el mundo de la exportación de aceite de palma, debido al actual desarrollo industrial en esa área.

Los territorios franceses a pesar de los esfuerzos del I.R.H.O., aun están debajo del nivel de exportación de la pre-guerra. Desde

la guerra sin embargo, este instituto ha sido responsable del desarrollo de las plantaciones de palmera aceitera y del establecimiento de modernas fábricas de aceite de palma.

Los territorios portugueses han hecho considerables progresos comparados con la pre-guerra, pero su exportación nunca ha sido de gran importancia para el mercado mundial.

Con relación a la exportación de almendras, Sumatra ha alcanzado aproximadamente el 87½% de su nivel de exportación en el año 1938, mientras que Malaya ha excedido su nivel de pre-guerra.

La exportación de almendras de parte del Congo Belga se ha mantenido constante desde la guerra.

Se ha visto que la exportación de almendras no guarda relación con la de aceite de palma, ello puede ser debido al gran uso local de las almendras y también, al desarrollo de palmas selectas, las cuales aunque dan un porcentaje elevado de aceite, tienden a tener un bajo contenido de almendra.

La exportación de almendras de los territorios británicos, mantienen prácticamente el mismo nivel que en la pre-guerra, aunque se nota un pequeño aumento. El 68% de la exportación mundial de almendras, viene de ese territorio.

C A P I T U L O III

SITUACION Y PROYECTO DE UNA FABRICA DE ACEITE DE PALMA

El proyecto de una fábrica eficiente de aceite de palma nunca será igual para dos localidades en las cuales las condiciones varían para cualquier instalación. Hay dos factores que son los más importantes y por ende deben ser tomados en cuenta, ellos son:

- a) La cantidad de capital de que la Compañía puede disponer antes de llegar a la plena producción.
- b) La capacidad final requerida cuando la plantación alcanza su máximo de producción.

Es de suma importancia, aparte del planeamiento para la capacidad inicial y demás problemas, que la capacidad máxima sea muy cuidadosamente calculada.

En Sumatra muchas fábricas, aun aquellas que poseen grandes plantaciones, no tomaron en cuenta este factor y cuando las plantaciones alcanzaron la plena producción las fábricas resultaron pequeñas.

En una época, se consideró que el rendimiento por hectárea de palmeras de diez años de edad, era de 2 toneladas de aceite o $2\frac{1}{2}$ toneladas como un máximo, pero ahora se ha llegado a alcanzar un promedio de $3\frac{1}{2}$ a 4 toneladas por hectárea y 5 toneladas en circunstancias excepcionalmente buenas.

Para la última instalación que se hizo en Sumatra, se calculó un rendimiento de $3\frac{1}{2}$ toneladas de aceite por hectárea, mientras que

otras plantaciones cuyas condiciones de abonamiento eran excepcionalmente buenas, se consideró un rendimiento de 4 toneladas por hectárea.

Debido a la dispareja caída de lluvia en varios meses del año, la cosecha aumenta hasta en un 50% del promedio mensual en determinados meses y baja otro tanto en el resto del año. Aún en estos meses de mayor rendimiento, hay días máximos en los cuales se alcanza hasta un 20% más sobre el más máximo, luego este último rendimiento es el que se debe tomar como punto de partida en la selección del equipo.

Por todo lo dicho anteriormente, es de vital importancia que exista una íntima cooperación entre el encargado de la plantación y el técnico de la fábrica.

También será necesario preveer futuras expansiones en la forma más exacta posible.

Luego se debe elegir el tipo de transporte de la cosecha y del producto terminado.

Hay dos puntos importantes que deben ser tomados en cuenta:

1. La gran diferencia en la composición de los frutos.
2. La aún mayor diferencia de las plantaciones.

En lo concerniente a la composición de los frutos, generalmente hablando, en Africa por ejemplo, la proporción de frutos en el racimo es 55% contra 70% en Sumatra. El porcentaje de almendras en los frutos es 13% contra 6% en Sumatra.

Con relación al segundo punto, en las plantaciones es menester

seleccionar cuidadosamente las palmas es necesario tener un personal competente y permanente para el control de las enfermedades, eliminación de pestes y extirpación de palmas viejas cuyo rendimiento sea ya muy bajo.

C A P I T U L O I V

LA PLANTACION

La plantación estará constituida por 400 hectáreas de palmeras del tipo "Dura" plantadas con una densidad de 150 palmeras por hectárea separadas a poco más de 8 metros entre sí.

Para poder establecer la plantación, es necesario primeramente obtener los almácigos.

Es de vital importancia la elección de la semilla pues de ello depende el éxito de la plantación.

Las semillas deben provenir de palmeras sanas y robustas de por lo menos 8 años de edad, de porte bajo con 10 o más racimos, bien conformados y cuyo peso no sea menor de 10 kilos; asimismo, de los racimos bien maduros, los frutos grandes de forma ovalada, de pulpa espesa y que proceden de la parte central e inferior del racimo, para el sembrío la semilla debe ser lo más fresca posible.

La germinación puede acelerarse notablemente aplicando diferentes métodos, siendo los más eficaces, aquellos que mantienen la semilla en un ambiente húmedo y de temperatura constante: empleo de germinadores calentados eléctricamente o por medio de otra fuente de calor; la temperatura deberá mantenerse a 42°C.

Está comprobado que el método de germinación por calentamiento, eleva en casi 3 veces la energía germinativa y el porcentaje de germinación, en comparación con los métodos a la intemperie.

Sin embargo, en este proyecto, consideraré el método a la intemperie, el cual consiste en establecer las camas de germinación a plena luz, para lo cual se delimitan porciones de tierra de 30 m. de largo por 1.70m. de ancho y 15 cm. de espesor, que se rodean con tablas para impedir su desmoconamiento por las lluvias o al efectuar los cuidados culturales

El medio de germinación más apropiado, tanto para las camas a la intemperie como para las calentadas artificialmente, es la arena de río. También puede emplearse tierra rica en arena y lino, (Tingo María).

El distanciamiento para las semillas será de 10 cm., colocadas a más o menos 4 cm. de la superficie y en un espesor de 15 mm para la cama.

Conviene establecer los almácigos de preferencia al iniciarse la época de lluvias. Se reduce así en gran medida la aplicación de riegos y además se logra obtener material en estado de trasplante definitivo para la época de lluvias subsiguiente, es decir, en una época muy oportuna.

Los cuidados culturales se reducen a la aplicación de riegos, que deben hacerse dos veces al día en la época de sequía, a los deshierbos necesarios y al combate de plagas y enfermedades, si fuera necesario.

Luego viene el trasplante a vivero, que se efectúa cuando las plantas han alcanzado una altura de 10 a 15 cm. con 3 ó 4 hojas, (la semilla aún permanece adherida a la planta y no se debe

arrancar, pues provocaría su muerte), se lleva al vivero preparado ya con anticipación y se plantan. Se debe evitar en lo posible el daño a las raíces tiernas, sacando las plantas con el cuidado necesario.

El terreno para vivero puede prepararse, sea en forma de camas de 30 m. de largo por 1,65 m. de ancho y 15 cm. de altura. El terreno debe ser rozado y limpiado, en lo posible, de residuos vegetales; igualmente, removido, mullido y nivelado; debe además dejarse caminos de 50 cm. de ancho entre ellas, para facilitar así los cuidados.

El distanciamiento entre las plantas será de 50 cm. en cuadrado.

La ubicación de las plantas en el vivero se puede hacer por medio de cordel y estaca con el objeto de dar una disposición lo más regular posible. Los hoyos, que deben ser de dimensiones reducidas, pueden abrirse con anticipación de algunos días al transplante.

La época más apropiada para el transplante es la de lluvias debe escojerse, además, un día nublado para efectuarlo. En época diferente puede ser necesario cubrir las camas con un cobertizo ligero, regando con la frecuencia apropiada. La "sombra" debe permanecer por un tiempo más o menos largo y por lo menos hasta que las plantas se hayan restablecido perfectamente, 2 ó 3 meses, generalmente.

Al efectuar el transpalnte se procurará colocar las plantas en posición correcta, con las raíces normalmente hacia abajo, y a

una profundidad igual a la que tenían en la cama de germinación. Si no hubiera lluvia, conviene regarlas.

Luego viene el trasplante definitivo para lo cual se disponen las palmas a una separación de poco más de 8 m., obteniéndose así un promedio de 150 palmeras por hectárea. Es menester reservar un exceso de palmeras sobre lo necesario, con el objeto de compensar las fallas que se presenten, tanto en vivero como en la plantación definitiva.

La preparación del terreno se efectúa de preferencia a la iniciación de la época de sequía en la región, es decir, desde Arbíl o Mayo. Comporta una serie de operaciones cuyo objeto es llevar al terreno a un estado apropiado para el trasplante definitivo.

Esta preparación empieza con la llamada "rozo", que consiste en el corte de la vegetación secundaria por medio de machete, para después seguir con los árboles y valiéndose ya del hacha. La vegetación cortada se abandona por algún tiempo hasta que se encuentre en estado de aplicarle fuego, pudiendo ser necesario un nuevo machete y amontonamiento, después de aquello, con el objeto de aplicar una segunda quema que despeje aún más el terreno. Es la operación llamada "shunteo" en la montaña.

Una vez que el terreno ha sido suficientemente despejado, es conveniente cubrirlo lo más pronto posible con algún cultivo de cobertura, pues de dicha manera se evitarán los efectos nocivos de la erosión, se reducirán los gastos de limpieza y se mantendrá su

fertilidad por un período más largo.

Como cultivo de cobertura están señaladas ciertas leguminosas de tipo rastrero cuyas propiedades, en relación con la conservación de la fertilidad, son ya bien conocidas. Leguminosas tales como Pueraria javánica o Indigófera endecaphylla son las más apropiadas para las condiciones de Tingo María y posiblemente también para otras situaciones parecidas. La primera puede establecerse por medio de semilla, principalmente, aunque también por medio de estacas, y en cuanto a la segunda es corriente hacerlo por este último método. La plantación de la cobertura puede hacerse por este último método. La plantación de la cobertura puede hacerse en líneas, fajas, círculos, haciéndose su extensión progresivamente en todas direcciones.

Para el trazo de la plantación es conveniente valerse de jalones y estacas, por medio de los cuales se hacen los alineamientos necesarios para la ubicación regular de los hoyos y por consiguiente de las plantas.

La apertura de los hoyos se efectúa con anticipación al trasplante, (15 días o más), utilizándose la lampa para tal fin. La tierra superficial se coloca aparte de la del subsuelo, ambas a cierta distancia del hoyo para evitar su arrastre por la lluvia. Las dimensiones del hoyo son las equivalentes a 2 ó 3 anchos de la lampa, en ambos sentidos, por 2 de profundidad.

La época más apropiada para el trasplante es la de iniciación de las lluvias, o sea desde setiembre ó octubre. Plantas que han alcanzado de 0.50 m. á 0.80 m. de altura, al año de edad, aproxima-

damente, resisten mejor el trasplante y se recuperan con mayor rapidez.

El personal disponible para la plantación se divide en tres grupos, de acuerdo con sus características de trabajo: el primero, se dedica a la extracción de las plantas y poda de las hojas en el vivero; el segundo, a su acarreo al terreno; y el tercero, a la plantación. Al extraer las plantas se procurará inferir el menor daño posible a las raíces, y, con el objeto de compensar su pérdida inevitable, además, se podarán las dos terceras partes de las hojas externas, más o menos. La conducción de las plantas así preparadas se debe hacer lo más rápidamente posible. Canastas o cajones livianos, en los que entren 10 plantas, por lo menos, pueden ser acarreados fácilmente por un hombre, portándolos a la espalda y sosteniéndolos por medio de correas, por ejemplo. Las plantas ya extraídas pueden cubrirse con costales húmedos, paja, etc. si van a quedar expuestas por algunas horas antes del trasplante. En el caso de extraer la planta con "champa", lo que constituye también un buen método de plantación, las plantas son generalmente transportadas a mula.

El plantador sujeta la planta con la mano izquierda, verticalmente en el centro del hoyo y a una altura tal que el "cuello" de la misma se encuentre al nivel del suelo, mientras que con la mano derecha va echando tierra poco a poco y comprimiéndola regularmente. Cuando la planta se puede soltar ya, se comprime con más fuerza y con las dos manos, la tierra que continúa echando a su contorno has-

ta que el hoyo haya quedado completamente lleno. Tendrá cuidado, de echar primero la tierra superficial y en seguida la más profunda.

Si el tiempo estuviera muy seco, conviene cubrir las plantas con hojas de palmera, de plátano o con hierba seca por una semana más.

La conservación y cuidado de la plantación exige la construcción de caminos, que son de dos clases: 1) caminos de contorno o de vigilancia, constituidos por una faja de 2 metros de ancho alrededor de los grandes blocks en que se divide la plantación; y 2) caminos dentro de la plantación, cuyo ancho es variable según que se trate de viveros o de plantación definitiva, pero que generalmente no pasan de un metro. Su finalidad es facilitar las diversas operaciones de cultivo. El trazo y apertura de los caminos se puede hacer después de efectuar la quema.

Los cuidados culturales de la plantación comienzan desde el momento en que las plantas han sido colocadas en su sitio definitivo. Así, es necesario deshierbar y remover superficialmente la tierra al contorno de las plantas, cada 15 días o un mes, por ejemplo. Después, será necesario efectuar en la plantación deshierbos de más largo período, consistentes, sea en deshierbos parciales al contorno de las plantas - los más frecuentes - sea de toda la plantación, de una frecuencia mucho menor.

El deshierbo al contorno de las plantas se puede hacer sea en círculos o en fajas, siendo el primero el más usado. Consiste

en la extracción de la mala hierba que crece en el círculo determinado por la proyección de la copa sobre el suelo, así como en el mullido de la capa de tierra así descubierta. El corte de la mala hierba se puede ejecutar con machete, cuando se trata de hierba alta, y el mullido por medio del rastrillo. Si la hierba se corta, se puede emplear el trabajo con el rastrillo. Se debe evitar la extracción de mucha tierra al efectuar los deshierbos, porque puede dar lugar a la formación de cubetas donde se acumula el agua de lluvia.

Además, puede llegar a ser necesario, generalmente, un "macheteo" de la vegetación constituida por hierba alta o por arbustos que tienden a crecer entre las líneas de plantas, sobre todo en los primeros años, estando su frecuencia en relación con la rapidez de crecimiento de aquella, la disponibilidad de mano de obra, la edad de la planta, etc.. Una frecuencia de 3 ó 4 macheteos al año puede ser suficiente, al comienzo. La vegetación cortada conviene extenderla en el centro de las líneas de palmeras para que se descomponga, siempre que el terreno no esté ocupado por una cobertura, en cuyo caso habría que extraerla fuera del mismo.

La poda de las hojas es otro de los cuidados culturales importantes en una plantación de palmera *Elaeis*. En general, no conviene podar las hojas antes de que las palmeras hayan entrado en plena producción, o sea, hasta los 7 años, aproximadamente. Sin embargo, se pueden podar las hojas enfermas o las inútiles por algún otro motivo, procurando al efectuar el corte de no herir las hojas cercanas, pues

ello puede dar lugar a la aparición de enfermedades, graves algunas veces. La operación del corte se efectúa dómodamente por medio de un hacha de mango corto o de un escoplo afilado y martillo de madera, en un punto situado a pocos centímetros de la base del peciolo. En la Estación Experimental Agrícola en Tingo María se ha encontrado muy práctico el uso de una sierra curva de podar, tanto para la poda de las hojas como para la cosecha de racimos.

En Costa Rica y Honduras, se usa para dichas operaciones una herramienta llamada, "pica" que es la misma usada para la cosecha del abacá. Se trata de una especie de barreta de 1.20 m. de largo con una hoja cortante triangular y provista además de mango.

Es conveniente aplicar alquitrán vegetal a la sección dejada por la herramienta é igualmente a las heridas que se hubiera podido causar en la base de las hojas cercanas. Una vez que las palmeras han entrado en plena producción, la frecuencia de la poda de hojas puede ser mayor, pero limitándose solamente a las que han cumplido sus funciones, a las enfermas o a las que dificultan mucho la operación de corte de los racimos, etc.. Sin embargo, no pasará generalmente de 10 ó 12 hojas al año.

La cobertura que crece junto con las palmeras debe ser objeto también de cuidados periódicos. Así, al comienzo sobre todo, puede ser necesario replantar las secciones no bien cubiertas, para lo cual es conveniente contar siempre con parcelas de cobertura para reemplazo. Así mismo, puede llegar a ser necesario limpiarla periódicamente de la vegetación secundaria y cortarla aún, a cierta

altura sobre el suelo, (indigófera), cuando haya adquirido mucho desarrollo.

La conservación de caminos entra, finalmente, también en el grupo de las operaciones culturales. Se refiere tanto a su limpieza periódica como a su reparación, si fuera necesario.

La palmera *Elaeis* extrae anualmente una notable cantidad de elementos nutritivos y de allí que, relativamente hablando, se le debe considerar más bien como un cultivo exigente.

La importancia de conservar la fertilidad es fundamental entonces, y ello se consigue preparando cuidadosamente el terreno - no quemando de preferencia - o procurando cubrir con una cobertura tan pronto como sea posible después de la quema.

Según B. Bunting, (Malaya), el total de los tres principales elementos nutritivos extraídos anualmente por una hectárea de palmeras *Elaeis* (135 árboles) al iniciarse la plena producción, es, en promedio el siguiente:

Elementos nutritivos extraídos anualmente por 1 Ha. de plantación de palmeras *Elaeis*, de 7 años de edad .-.

<u>ELEMENTO</u>	<u>Kgs.</u>
Nitrógeno (N)	76.2
Acido fosfórico (P ₂ O ₅)	17.8
Potasa	105.8

El cuadro siguiente muestra las exigencias anuales en elemen-

tos nutritivos de la palmera *Elaeis*, en comparación con otros cultivos tropicales;

Elementos nutritivos extraídos anualmente por hectárea de diferentes cultivos tropicales

NOMBRE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kgs.	Kgs.	Kgs.
Palmera aceitera	41.0	15.3	109.0
Cocotero	37.5	16.5	96.0
Arroz	34.0	15.3	9.5
Jebe	3.0	1.8	3.5

Se observa que la palmera *Elaeis* presenta exigencias un tanto parecidas a las del cocotero y que, comparativamente hablando, es un cultivo agotante. Ello es debido, al menos en parte, a la potencia, de su sistema radicular, que explota rápidamente los elementos minerales que encuentra a su disposición. Explica, también en parte, por qué la planta presenta muchas veces cierta tendencia a la disminución de los rendimientos una vez entrada en plena producción, sobre todo cuando el terreno no es muy fértil.

Por estos motivos es muy conveniente incorporar al terreno los residuos de la cosecha, tales como hojas, inflorescencias, racimos sin frutos, etc., y también los residuos de la extracción del aceite, los cuales pueden resituir parte de los elementos minerales extraídos por la planta. Igualmente, es muy conveniente la incorporación de residuos de otras cosechas, de guano de corral o de com-

postó.

La presencia de una cobertura constituye en este sentido un valioso factor de restitución, tanto de la materia orgánica necesaria para mantener una apropiada condición física del terreno como de algunos elementos nutritivos esenciales. Por esto es conveniente también incorporar al suelo el material que resulta del cultivo periódico de aquella, enterrándolo cerca de las palmeras. En efecto, según Dubois, 100 Kgs. de materia verde de Pueraria Javánica contiene: 1.3 Kgs. de N; 0.7 Kgs. de CaO; 0.1 Kgs de P₂O₅; y, 0.4 Kgs. de K₂O; y 30 Kgs. de materia orgánica.

Las fórmulas de abonamiento para la palmera *Elaeis* - de las cuales hay numerosos - se utilizan generalmente en toda plantación bien organizada, sobre todo cuando se trata de plantaciones de alto rendimiento y cuando se emplea la polinización artificial de las inflorescencias femeninas, práctica ésta que aumenta notablemente el tonelaje de racimos por hectáreas, pero que a la vez tiende a debilitar las plantas: una mezcla apropiada de ciertas sales minerales ayuda entonces a contrarrestar dicho efecto.

Algunos autores aconsejan, en este sentido, aplicar fórmulas de abonamiento similares a las empleadas en el caso del cocotero, es decir: 30 a 60 Kgs. de N., 60 Kgs. de P₂O₅, y 150 Kgs. de K₂O, para una plantación de 150 palmeras por Ha.

Blommendaal da el siguiente análisis de principios nutritivos que usa la planta:

	Sustancia Seca	N	Ceniza	$\frac{\%}{\text{Kg.}}$ K ₂ O	P ₂ O ₅ K	C _a O
6000 Kg.tallos	50%= 3000 KG.	60 KG.	10	100	12.5	22.5
2700 Kg.pulpa	53%= 1450KG.	29 KG.	8	30	5	12.5
4000 Kg.bano	5%= 200 KG.	1 KG.	10	4	1	2
2000 Kg.cásc.nuez	90%= 1800 Kg.	-	2	1	1.5	2

A esto había que agregar unos 290 Kg. de torta de almendra por Ha con 2.9% de cenizas, su contenido en cal, potasa, etc. por Ha. es insignificante. Las hojas desprendidas en el transcurso del año contienen 70 Kg. de N, 70 Kg. de K₂O y 12.5 Kg. de P₂O₅ .

Se recomienda abonar las palmas con 50 grs. de úrea c/u. ó más según el caso pero sin pasarse de 1 Kg. por planta. Puesto que las plantas reaccionan muy lentamente, los mismos cobertizos serán los indicadores de la influencia del abono sobre la fertilidad del suelo.

La palmera *Elaeis*, a pesar de ser una planta de notable rusticidad, puede ser, sin embargo, atacada por varias plagas de diferente naturaleza.

Diferentes órganos de la planta pueden ser susceptibles de ataque, acusando daños de intensidad variable según la gravedad de aquel, la importancia del órgano afectado, etc. En lo que sigue sólo haremos una breve relación sobre las plagas que existen en otros países con el objeto de tener una idea del peligro que existiría por su introducción en nuestro país.

Entre las enfermedades producidas por hongos se pueden citar:

- 1) La podredumbre del tronco, que parece ser producida por el hongo Fomes noxius, (Malaya). Es una enfermedad grave, sobre todo cuando se presenta en palmeras en plena producción. Se originaría a partir de las heridas en la base de las hojas tiernas;
- 2) La enfermedad de la copa, en las palmeras tiernas, que parece ser debida a desórdenes de carácter fisiológico;
- 3) La podredumbre de la yema, cuya causa no es bien conocida, pero que parece estar asociada con el ataque de ciertos insectos: y
- 4) La podredumbre del racimo, producida por el hongo Marasmius palmivorus, (Malaya), y otras de menor importancia.

Entre las pestes producidas por insectos se pueden citar las siguientes:

- 1) Oryctes rhinoceros, (Malaya, Congo, Belga), que se alimenta del tejido de la base de los pociolos, así como de las hojas tiernas terminales. Su control es ante todo preventivo evitando, por ejemplo, la acumulación de residuos cerca de las plantas, donde generalmente pone sus huevos. También se puede cazar por medio de trampas.
- 2) Rhyncophorus ferrugineus, (Congo Belga) y R. schach, (Malaya), que constituyen una de las peores plagas que atacan a la palmera Elaeis. El insecto pone sus huevos en las heridas provocadas por la poda y las larvas que de aquellos se originan abren numerosas galerías en el centro del tronco provocando así la muerte de la planta. Las medidas de control consisten en evitar las heridas innecesarias y en usar el alquitrán vegetal como complemento indispensable de la poda; así mismo, en la destrucción de los nidos del insecto, recolección de larvas. etc.

3) La hormiga blanca, (Coptotermes curvignathus), (Malaya), que practica galerías en la base del tronco, hacia arriba, causando la mala formación de las hojas y aún la muerte de la planta;

4) La oruga urticante (Setoria nitens), (Malaya), cuyas larvas se alimentan de las hojas de las palmeras tiernas provocando atraso en el crecimiento y aún la muerte de la planta, etc..

Las ratas pueden llegar también a causar daños importantes, tanto en las palmeras tiernas como en las adultas, (frutos), Muchas veces el desarrollo de la plaga se vé favorecida por la protección que le afrece el cultivo de cobertura, aunque tambien aquellas pueden hacer nidos en las mismas palmeras. El combate de esta plaga se hace por medio de cebos envenenados; protegiendo el cuello de la planta por medio de alambre de malla o bien usando raticidas químicos como el "Warfarin". (Costa Rica y Honduras)

En Tingo María no se ha observado aún ninguna de las enfermedades o plagas mencionadas más arriba. Sin embargo, se ha constatado cierto grado de ataque por las plagas siguientes: 1) "Querezas", una atacando los frutos en maduración, Pseudococcus brevipes Ckill y otra atacando el cuello de las plantas, Aspidiotus cianophylli Sign, pocos meses después de la germinación, en los almácigos (semilla proveniente de Honduras). El ataque es más bien de poca intensidad y se ha estado controlando por medio de sulfato de nicotina (1:700): 2) hormigas "coqui" parece que atacan solamente a las plantas tiernas y cuando los nidos se hallan muy cerca de éstas. Se combaten destruyendo los nidos por medio de fumigaciones con bisulfuro; y, 3)

los frutos en maduración son comidos parcialmente por insectos, aparentemente. Ninguna de estas plagas se puede considerar de mayor importancia económica hasta ahora.

C A P I T U L O V

PROCESO

El transporte de racimos de frutos frescos es hecho por camión de donde son descargados y colocados a mano en el elevador que los conducirá al esterilizador donde se lleva a cabo el primer tratamiento a que son sometidos los racimos. El objeto de la esterilización consiste:

- 1.- Destrucción de las enzimas naturales las cuales son las responsables de la formación de ácidos grasos libres.
- 2.- Coagulación de las materias nitrogenadas y micilaginosas para prevenir la formación de emulsiones en el aceite crudo.

Además la esterilización hace más fácil la separación de los frutos del racimo, aflojándolos; ayuda a las prensas en la extracción de aceite; mejora la clarificación y prepara las nueces para el casca-

do. La esterilización es llevada a cabo por un período aproximadamente de una hora y con vapor a un promedio de 3 atmósferas ó 43 lbs. por pulgada cuadrada.

Para prevenir un rápido incremento en acidez se debe tener gran cuidado en el manipuleo de los racimos ya que el excesivo magullamiento aumentará la acidez.

La esterilización debe ser hecha apenas llegan los frutos a la planta.

El esterilizador a usarse es el vertical ya que han probado

ser los mejores para fábricas pequeñas.

La descarga es hecha a mano mediante unos ganchos. Luego los racimos pasan al desgranador donde los frutos son separados del tallo. El tipo de máquina desgranadora empleada, es universalmente empleada ("Desgranadora de Tambor") y consiste de un gran tambor, construido de banas acanaladas de pequeña sección soldadas sobre ruedas de tres rayos. Las barras tienen una separación suficiente como para dejar pasar los frutos. Entonces, empieza a girar el tambor y los frutos son separados de los racimos pasando entre las barras acanaladas yendo a caer a un transportador de gusano el cual corre debajo del desgranador y va a alimentar al elevador de frutos de donde son distribuidos por medio de canales en los digestores.

En estos digestores que son verticales y con camiseta de vapor los frutos son completamente digeridos por medio de unos brazos rotatorios montados sobre un eje vertical, el objeto es calentar la masa completamente para romper así las células que contienen el aceite en el pericarpio lo cual facilita la extracción del aceite. Así también el pericarpio es separado de las nueces y una masa completamente homogenizada es alimentada a las prensas. Esto tiene una ventaja doble ya que asegura que los compartimientos de las prensas estén bien llenos sin dejar libres y al mismo tiempo ayuda a separar la fibra de la nuez.

El método de prensas hidráulicas, es el más usado hoy en día para la extracción de aceite pues ha probado ser el más eficiente. Los frutos digeridos son alimentados de los digestores a las prensas

por medio de un canal de descarga. El compartimiento de la prensa es un sólido tubo de acero fundido con múltiples perforaciones a través de la periferia. Para facilitar la descarga de los cakes y asegurar una buena presión, se insertan platos de acero entre cada carga de masa, dando finalmente cinco o seis cakes de igual profundidad. Cuando el compartimiento de la prensa ha sido llenado, se cierra la puerta de la prensa y es aplicada la presión por el ariete hidráulico, la cual llega a 1070 lbs./pulg.² (75 kg./cm²). El aceite es expelido por los agujeros y pasa al tanque colector de aceite crudo situado debajo de la batería de prensas.

Tanto por razones técnicas como económicas, cada prensa está equipada con su bomba hidráulica las cuales regulan automáticamente la presión de compresión.

La eficiencia de extracción de una prensa está valuada por la pérdida final de aceite en el cake prensado. Calculado sobre base seca, el porcentaje de aceite en la fibra llegaría como un máximo al 10%. Para obtener una buena eficiencia es menester una buena esterilización y digestión.

El aceite crudo colectado de las prensas es bombeado al primer tanque de clarificación donde aproximadamente el 50% es conducido a un segundo tanque por medio de tubo flotante. El lodo del primer tanque es calentado por medio de inyección de vapor directo y después es sedimentado y el aceite restante es pasado al segundo tanque.

Aquí el aceite es calentado por medio de un serpentín de vapor

a una temperatura entre 105 y 110°C. con lo cual, el contenido de agua baja a menos de 0.1%. Finalmente el aceite puro es pasado a través del purificador "De Laval" con lo cual son removidas las últimas trazas de materias extrañas.

El cake prensado que sale de las prensas es alimentado al separador de pericarpio por medio de un transportador especial que desmenuza el cake aflajando la fibra y al mismo tiempo precalentando la masa a una temperatura de aproximadamente 100°C.

El separador de pericarpio es un largo tambor en parrilla a través del cual pasa aire de 160°C. en contracorriente, lo cual seca la fibra y la separa de las nueces.

La fibra es arrastrada hacia arriba por la corriente de aire caliente e introducida a través de unos conductos adecuados a un ciclón por donde prosigue a alimentar el caldero.

Las nueces caen en el fondo del tambor y pasan finalmente por una abertura al elevador de nueces.

Como las nueces varían en tamaño considerablemente es necesario clasificarlas, ya que de otro modo ocasionarían pérdidas en las almendras.

La clasificación es llevada a cabo en un tamiz rotatorio consistente en 2 secciones, construídas de platos perforados. Las perforaciones están hechas de tal manera que en la primera sección sean separados el polvo y pequeñas partículas de nueces rotas, mientras que en la segunda sección quedan hasta las nueces medianas, y las grandes pasan hasta el final. Luego los dos tipos de nueces entran

en sus respectivos cascadores cuyas velocidades son reguladas en forma tal que permitan obtener el máximo de eficiencia.

Los cascadores son del tipo centrífugo, en el cual un rotor gira a alta velocidad. La nueces son alimentadas al rotor el cual lanza con gran velocidad contra un anillo cascador. Luego esta mezcla de almendra y cáscara es alimentada a un tamiz rotatorio que está dividido en dos secciones. En la primera se separa el polvo y pequeñas partículas de cáscara y en el segundo se separan las nueces que han quedado sin cascar las cuales vuelven al cascador, mientras que la mezcla de almendras y cáscaras pasa el tamiz y va al separador de almendras.

El separador de almendras está basado en la diferencia de peso específico entre cáscara y la almendra. El separador consiste en un tanque que contiene una mezcla de arcilla y agua en una proporción tal, para obtener un peso específico de 1.16, en el cual, las almendras flotan mientras que las cáscaras se hunden hasta el fondo.

El tanque está provisto de unas ruedas de paletas las cuales recojen las almendras de la superficie y las introducen a un tambor lavador y además ayudan a mantener en suspensión la arcilla.

Al salir las almendras del tambor de lavado son conducidas por medio de un elevador a un secador. Aquí las almendras son secadas por admisión de aire, caliente a tres diferentes niveles. Las almendras más húmedas o sea las que están en la parte más alta del secador recibirán lógicamente el aire más caliente, y calen-

tadores termostáticamente controlados varían la temperatura del aire en los diferentes niveles.

Las almendras son descargadas mecánicamente por el fondo por medio de unas parrillas. A cada parrilla luego de ser sacada del secador se le aplica una pequeña corriente de aire con el fin de remover una pequeña cantidad de polvo que puede quedar del separador.

C A P I T U L O VI

UBICACION DE LA FABRICA

Teniendo en cuenta diversos factores tales como, climatológico, edafológico, mano de obra y transporte; he decidido que la localidad más apropiada para la instalación de la fábrica de aceite de palma, será Tingo María.

Tingo María es una ciudad situada dentro de la selva peruana y a 554 kilómetros de Lima, esta ciudad está ubicada ventajosamente con respecto al resto de la selva, ya que además de satisfacer todas las condiciones climáticas y de suelos, está también beneficiada por su cercanía a Lima que es por donde saldrá el aceite de palma producido por la fábrica.

La fábrica estará situada lo más cerca posible de la plantación, así como de corrientes de agua.

CAPACIDAD DE LA FABRICA.- Se obtendrá 18.8 Kg. de aceite por palmera o sea: $18.8 \times 150 = 2820$ Kg. de aceite por hectárea o sea que la fábrica está calculada para producir 1130 toneladas de aceite de palma clarificado. Esta sería, la producción máxima o sea al empezar el séptimo año de funcionamiento.

La fábrica trabajará 270 días al año de 8 horas.

En el primer año de funcionamiento la fábrica producirá alrededor de 500 Kg. de aceite por hectárea, o sea un total de 200 toneladas de aceite de palma. Esta producción irá aumentando progresiva-

mente hasta llegar al sétimo año de funcionamiento, o sea incrementará en seis veces su producción del primer año.

Como la fábrica trabajara 270 días de 8 horas o sea un total de: $270 \times 8 = 2160$ horas.

Entonces la alimentación de racimos por hora al elevador será:
PRODUCCION MENOR:

$$\frac{200}{2160} \times \frac{100}{17} = 0.545 \text{ toneladas de racimos por hora}$$

PRODUCCION TOPE:

$$\frac{1130}{2160} \times \frac{100}{17} = 3.08 \text{ toneladas de racimos por hora}$$

Luego la capacidad de los esterilizadores será de 1.54 toneladas cada uno, lo cual equivale a una capacidad de 7 m^3 cada uno, ya que una tonelada de racimos ocupa 4.5 m^3

Seguidamente a la desgranadora de tambor entrarán 3.08 toneladas de racimos, o sea que la capacidad de la desgranadora será 7 m^3 por hora, ya que la esterilización dura 1 hora.

La desgranadora reduce el peso al 65%, esto equivale al peso de los frutos en el racimo, luego:

$$3080 \times 0.65 = 2000 \text{ Kg.}$$

Luego a cada digestor entrarán 1000 Kg. de frutos, lo que da una capacidad para cada digestor, de más o menos 1000 litros.

Estos digestores producirán cada uno de 1000 litros por 50 min. como cada compresión de las prensas debe durar por lo menos minuto y medio.

entonces en 10 minutos la prensa debe hacer: $10:1.5 = 6.66$ 7
compresiones, luego la capacidad de cada prensa será:

$$1000 : 7 = 142 \text{ litros (capacidad mínima)}$$

El aceite crudo producido por las prensas representa el 28% de la alimentación de racimos y el cake el 37%.

Luego las prensas producirán entre las dos:

$$3.08 \times 0.28 = 0.862 \text{ toneladas de aceite crudo por hora y}$$

$$3.08 \times 0.37 = 1.14 \text{ toneladas de cake prensado por hora.}$$

El aceite de las prensas, pasa a un primer tanque de clarificación, el cual deberá tener una capacidad mínima de 850 litros, igualmente el segundo tanque. Seguidamente el purificador "De Labal" debe aceptar un mínimo de alimentación de 850 litros de aceite crudo, para poder producir un mínimo de: $3.08 \times 0.17 = 0.524$ toneladas por hora o sea 550 litros de aceite clarificado por hora.

El aceite pasará a un tanque de almacenamiento, para por lo menos 2 semanas, o sea 11 días de trabajo:

$$550 \times 8 \times 11 = 48400 \text{ litros (capacidad mínima)}$$

El cake que sale de las prensas pasa al transportador, desmenzador y calentador de cake, el cual tendrá una capacidad mínima de 1140 Kg. por hora.

El cake está compuesto por el pericarpio y las nueces. El pericarpio es separado de las nueces por el ciclón y estas son conducidas por medio de un elevador, al clasificador.

Las nueces representan el 24% de la alimentación de racimos, o sea:

$3080 \times 0.24 = 740$ Kg de nueces.

Luego el elevador debe tener una capacidad mínima de 740 Kg/h.

Seguidamente, las nueces se separan aproximadamente en partes iguales en el clasificador, de donde pasan a los cascadores, los cuales tendrán cada uno, entonces una capacidad de:

$$\frac{740}{2} = 370 \text{ Kg/h. (capacidad mínima)}$$

Las almendras representan el 4% de la alimentación de racimos, luego:

$$3080 \times 0.04 = 123.2 \text{ Kg. de almendras.}$$

Entonces la capacidad mínima del separador de almendras, así como del elevador y del silo secador será: 123.2 Kg. de almendras por hora.

CALCULO DEL CICLON.

La velocidad necesaria para arrastrar sólidos fibrosos celulósicos y cilíndricos de 1 mm. de diámetro, es aproximadamente 50 pies por segundo.

La concentración requerida será de:

$$28 \text{ granos/ pie}^3$$

El material a arrastrar será:

$3080 \times 0.12 = 370$ Kg/h., ya que el cake seco representa el 12% de la alimentación de racimos.

$$370 \text{ Kg/h} = \frac{370 \times 1000 \times 7000}{453} = 5710000 \text{ granos/h.}$$

Cantidad de aire necesaria:

$$\frac{5710000}{28} = 204000 \text{ pié}^3 \text{ aire/h}$$

Velocidad:

$$50 \text{ pié/seg.} = 50 \times 3600 = 180000 \text{ pie/h.}$$

$$\text{Area} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Velocidad}}$$

$$\text{Area} = \frac{204000}{180000} = 1.13 \text{ pié}^2 \quad \text{Area del tubo del ciclón.}$$

C A P I T U L O VII

EQUIPO

I SECCION DE ESTERILIZACION Y DESGRANADO DE RACIMOS

- a) 1 elevador de racimos del tipo canjilones provisto de canjilones de 700 mm. de ancho, cadenas especiales de acero con sus pines, y bujes, transmisión con polea libre y rápida y correa movable.
- b) 1 canal bifuncado para alimentación de los esterilizadores por turno, con pestaña de distribución.
- c) 2 esterilizadores verticales de 7 m³, que trabajan con vapor a 3 atmósferas el cual entra a través de un plato de fondo perforado y provisto con válvula de seguridad, medidor de presión, válvula de vapor precalentado, válvula para sedimentación y válvula principal de vapor.
- D) 1 plataforma de operación sobre los esterilizadores, con planchas estríadas, pasamanos y escaleras. El pasamano para la plataforma de concreto de los esterilizadores.
- E) 1 despojador de frutos, completo con plataforma de operación, transportador de frutos movido con polea libre y rápida y correa movable.
- F) 1 canal de salida para el elevador de frutos.

II SECCION PRENSAS

- a) 1 elevador de frutos del tipo canjilones, provisto de canjilones

- de 200 mm. de ancho, cadenas especiales de acero con sus pines y bujes, transmisión con polea libre y rápida y correa movable.
- B) 1 canal bifurcado para la alimentación a los digestores con pestaña de distribución.
- C) 2 digestores soldados electricamente, de 850 mm. de diámetro, 1800 mm. de altura, con una capacidad de 1050 litros, provistos de camisetas de vapor, contruidos para una presión de vapor de 3 atmósferas. Esán provistos de un plato de fondo perforado para drenar el aceite liberado. Los digestores están provistos de un canal de salida con tapa corrediza y pestaña, aislamiento, fundas de planchas de acero pulido, con listones de acero inoxidable, ejes agitadores con brazos agitadores de acero al manganeso, planchas de desgaste, engranajes de reducción de fierro fundido, polea libre y rápida, correa, engranajes y todas las armaduras requeridas.
- D) 2 prensas hidráulicas, diámetro de las jaulas: 430 milímetros, 1040 mm. de altura y 145 litros de capacidad. Las prensas son hechas de acero. Presión: 75 Kg/cm².
- E) Tubería necesaria, válvula de control y cilindro prensa.
- F) 2 válvulas de control operadas a mano, con válvulas y asientos de acero inoxidable.
- G) 2 bombas hidráulicas de 3 émbolos impulsadas por correas; 2 émbolos de 50 mm. de diámetro para 40 atm. y 1 émbolo de 20 mm. de diámetro para 350 atmósferas.
- H) 1 canal para transportar el aceite crudo a los tanques de clari-

ficación.

- I) 1 canal para pasar los cakes prensados al transportador.
- J) 2 juegos de platos prensadores.
- K) Estructura completa, con plataformas, pasamanos y escaleras.

III SECCION CLARIFICACION

- a) 2 tanques de clarificación, soldados eléctricamente, construídos junto con un tanque de aceite puro para el purificador "De Laval" con los accesorios necesarios, con tuberías para vapor, agua y aceite.
- b) 1 plataforma con planchas estriadas y pasamanos para el operador de los tanques de clarificación.
- C) 1 purificador "De Laval," con una capacidad de 600 litros de aceite clarificado por hora, combinado con una bomba de aceite puro que eleva el aceite al tanque de almacenamiento con polea libre y rápida y con correa movible.

IV SECCION DE SEPARACION DE PERICARPIO.

- a) 1 transportador, desmenuzador del cake, con camisa de vapor, el cual transporta los cakes prensados de las prensas al separador de pericarpio, provisto con paletas, polea libre y rápida, engranajes y correa movible.
- B) 1 separador de pericarpio secador con aire caliente, con polea libre y rápida y correa movible.
- C) 1 calentador de aire para el separador de pericarpio del tipo ra-

diador, calentado por medio de vapor a 16 atmósferas, construido junto con el separador de pericarpio.

- D) 1 ventilador accionado por correa, que impulsa la fibra por el ciclón al caldero.
- E) 1 ciclón, completo con soportes, tubo para escape de aire.
- F) Todos los conductos necesarios entre el separador de pericarpio y ciclón.
- G) 1 canal de salida para las nueces, debajo del separador de pericarpio.

V SECCION DE ALMENDRAS

- a) 1 elevador de las nueces al clasificador.
- B) 1 canal de salida para las nueces de clasificador
- C) 1 clasificador para separar las nueces en dos tamaños provisto con cedazos intercambiables, completo con soportes, engranajes, etc.
- D) 2 canales de salida para el cascador de nueces.
- E) 2 cascadores de nueces centrífugos, uno para las grandes y otro para las pequeñas. Tienen dos velocidades y están equipados con polea.
- F) 2 canales de salida debajo de los cascadores de nueces.
- G) 2 cedazos para la mezcla cascada, para separar el polvillo y las nueces no cascadas y 2 tolvas para el polvillo y para la mezcla cascada. Soportes, etc.
- H) 1 canal para las nueces no cascadas.

- I) 1 canal de salida para el polvillo.
- J) 1 canal de salida para la mezcla cascada que va al separador de almendras.
- K) 1 separador de almendras automático del tipo baño de arcilla, completo con tambores perforados para el lavado de almendras y cáscaras.
- L) 1 canal de salida para las almendras y 1 canal de salida para la cáscara.
- M) 1 estructura de fierro para la unidad de cascado, completo con una pequeña plataforma de operación pasamanos y escaleras.
- N) La transmisión necesaria en la unidad de cascado, con soportes, ejes, engranajes, poleas, etc.º incluso correas.
- O) 1 elevador de almendras, hasta el secador; es del mismo tipo que el elevador de nueces.
- P) 1 canal de salida para almendras para el secador de almendras.
- Q) 1 silo secador de almendras del tipo cilíndrico, con una capacidad de 200 Kg. de almendras por hora. Con descargador automático y un ventilador para extraer el polvillo.
- R) 1 calentador de aire para el secador de almendras, del tipo radiador, calentado por vapor, con escala termométrica. Accesorios.
- S) 1 ventilador accionado por correa para el secador de aire.
- T) Los conductos necesarios entre el ventilador de aire caliente y el secador de almendras.
- U) 1 controlador de temperatura automático para el aire que va a secar.

VI TRASMISIONES Y TUBERIAS.

- a) Todas las tramisiones necesarias de la fábrica, incluyendo sopor-tes, ejes, fajas, etc.
- B) La tubería necesaria para vapor, agua, aceite, etc. válvulas, lla-ves, válvulas de reducción, trampas de vapor, etc. incluyendo todo el material para el aislamiento de toda la tubería de vapor.

VII SECCION FUERZA

- A) 1 máquina de vapor vertical de 90 HP. y 550 r.p.m.; presión 14.5 Kg/cm². La distribución de vapor es hecha por una válvula corre-dera cilíndrica. Volante con su regulador, válvula principal de cierre, accesorios, medidores para vapor y aceite, etc.
- B) 1 caldero tipo locomotora con parrilla escalonada empotrada, 85M² de superficie de calentamiento apropiada para una presión de vapor de 16 atm. completo con todos los accesorios necesarios, tales como doble válvula de seguridad, medidor de nivel de agua, válvu-la de alimentación, válvula de purga, manómetro, soportes, etc. Los tiradores de la chimenea con sus tornillos, etc. el aislamien-to de caldero. Plataforma.
- C) 1 tanque de alimentación de agua con cubierta y rebose.
- D) 2 bombas de alimentación de vapor horizontales de capacidad sufi-ciente para satisfacer al caldero.
- E) 1 calentador de agua de alimentación con los accesorios y soportes.
- F) 1 separador de aceite para separar del cilindro de aceite del vapor de escape de la máquina de vapor

G) 1 tanque filtrador de cake para filtrar el aceite del condensado.

VIII SUMINISTRO DE AGUA.

- A) 1 tanque para agua con una capacidad de 10 m³
- B) 1 torre para el tanque de acero de una altura de 11 m, construída de perfiles de acero.
- C) 2 bombas horizontales de pistón tipo Worthington, de una capacidad de 10 m³/h.
- D) La tubería de succión, presión y de vapor, necesaria de la fábrica a las bombas. Calculado para distancia máxima de 25 m. entre las bombas y la fábrica.

IX ALMACENAJE DE ACEITE.

- a) 1 tanque para almacenaje de aceite con una capacidad de 50 toneladas, con serpentín de vapor, flotador, etc.
- B) La tubería del aceite y vapor con sus soportes, calculado para una distancia máxima de 15 m. entre el tanque de almacenamiento y la fábrica.

X INSTALACIONES ELECTRICAS

Todos lo materiales necesarios para la instalación eléctrica, comprendiendo 3 cajas de distribución (A, B, C,)

16 equipos accesorios para 300 W., 3 para 200 W., 4 para los tubos fluorescentes para la oficina, 5 ojos de buey de 60 W. para colocar debajo de las plataformas, las bombas necesarias, tubos fluorecen-

tes, interruptores, cable, protectores, rosetas, etc.

1 Alternador horizontal trifásico, capacidad de 10 KVA. Con polea

1 Tablero de Control.

EQUIPO DEL TALLER DE LA FABRICA

3 Prensas de tornillo, de acero

2 Bancos largos paralelos de acero

2 Prensas para tubos de 3"

1 Juego de cinceles

1 Taladro con su juego de brocas entre 0 - 10 mm.

1 Juego de punzones

Clavos de varios tamaños

2 Reglas plegadizas de acero inoxidable

6 Martillos para ribetear

6 Martillos corrientes

1 Juego de Sierras para cortar metal

3 Porta-Sierras

1 Galón de aceite

1 Calibrador interior de 6"

1 Calibrador exterior de 6"

1 Partidor de acero de 10"

1 Sujetador de correas con dispositivo para uniones

4 Reglas de ingeniero

2 Berbiquis

1 Juego de desarmadores

2 Calibradores Vernier

1 Juego de llaves

1 Cortador de Discos

2 Afilador de esmeril

3 Equipos de soldadura

3 Escobillas de acero

Lana de Acero

1 Juego de sacabocador para acero

Engranajes

2 Medidores de velocidad

2 Niveles de burbuja

2 Escuadras de acero

2 Limpialimas

2 Juego de Limas

1 Equipo completo de soldadura eléctrica

1 Torno completo con todas sus herramientas

3 Tenazas

TALLER DE CARPINTERIA

1 Juego de berbiquí

Tornillos de 5/16", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4" y 7/8"

2 Hachas

2 Reglas de madera

3 Martillos de carpintero

1 Caja de lápices de carpintero

3 Toros y cepillos
1 Juego de brocas
1 Juego de alicates
2 Serruchos
1 Juego de Sierras
1 Pequeña sierra eléctrica
Clavos de varios tamaños
1 Juego de formones

VARIOS

3 luces piloto 24 v. con sus transformadores
1 Motón de 2 toneladas
2 Limpiadores de tubos
Soga
Paños para limpiar
Wipe
Soldadura de estaño
Líquido de soldadura
Soda caústica
Jabón
Grasa
Correas.

C A P I T U L O V I I I

CONSUMO DE VAPOR

ESTERILIZADORES.

La temperatura media en Tingo María es de 25°C. El vapor usado para la esterilización es de 3 atmósferas, lo cual corresponde a una temperatura de 144°C y con un calor latente de 916 Btu/lb. La esterilización dura 1 hora, luego el calor necesario sería:

$$Q = M \times C \times \Delta t$$

M = peso de los racimos alimentados por hora a cada esterilizador

C = calor específico de los racimos

Δt = diferencia de temperaturas.

$$M = \frac{3080}{2} = 1540 \text{ Kg/h}$$

$$C = 0.6 \text{ Kg.-cal/Kg} \times ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 144 - 25 = 119^\circ\text{C}$$

$$Q = 1540 \times 0.6 \times 119 = 110000 \text{ Kg - cal/h.}$$

$$1 \text{ Kg.-cal} = 4 \text{ Btu.}$$

$$Q = 110000 \times 4 = 440000 \text{ Btu/h.}$$

V = libras de vapor por hora

$$V = \frac{440000}{916} = 480 \text{ lb. vapor/h.}$$

En 2 esterilizadores:

$$V_T = 2 \times 480 = 960 \text{ lb-vapor/h.}$$

DIGESTORES.

Los frutos entran a una temperatura, promedio de 90°C. Trabajan con vapor a 3 atmósferas, luego 144°C. con un calor latente de 916 Btu/lb. y por una hora.

$$M = 1000 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 0.6 \text{ Kg-cal/Kg} \times ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 144 - 90 = 54^\circ\text{C.}$$

$$Q = 1000 \times 0.6 \times 54 = 32400 \text{ Kg - cal/h.}$$

$$Q = 32400 \times 4 = 129600 \text{ Btu/h.}$$

$$V = \frac{129600}{916} = 142 \text{ Lb. vapor/h.}$$

En dos digestores:

$$V_T = 2 \times 142 = 284 \text{ Lb vapor/h}$$

CLARIFICACION

El aceite crudo proveniente de las prensas entra a clarificación a una temperatura de más o menos 90°C. El aceite crudo que sale de las prensas, representa el 28% de la alimentación de racimos.

Luego el peso del aceite que entra a clarificación será:

$$3080 \times 0.28 = 862 \text{ Kg.}$$

1er. Tanque:

En el primer tanque solo queda el 50% del aceite que entra a clasificación.

El vapor usado en este primer tanque está a 16 atmósferas, lo que equivale a una temperatura de 205°C y con un calor latente de 825. Btu/Lb.

$$M = 862 \times 0.50 = 431 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 0.62 \text{ Kg-cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 205 - 90 = 115^\circ\text{C}$$

$$Q = 431 \times 0.62 \times 115 = 30700 \text{ Kg-cal/h}$$

$$Q = 30700 \times 4 = 122800 \text{ Btu/h}$$

$$V = \frac{122800}{825.5} = 149 \text{ Lb vapor/h.}$$

Estas 149 libras de vapor son condensadas, quedan dentro del aceite y pasan al segundo tanque a evaporarse.

2° TANQUE:

El vapor a usar, está a 3 atmósferas, luego tendrá 144°C y 916 Btu/lb. de calor latente.

Calor necesario para evaporar el agua del aceite:

$$Q' = 149 \times 916 = 136500 \text{ Btu/h.}$$

Calor necesario para calentar de 90°C a 110°C , el 50% del aceite total que pasó al segundo tanque:

$$M = 431 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 0.5 \text{ Kg-cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 110 - 90 = 20^\circ\text{C}$$

$$Q'' = 431 \times 0.5 \times 20 = 4310 \text{ Kg-cal/h}$$

$$Q'' = 4310 \times 4 = 17240 \text{ Btu/h}$$

Calor cedido por el aceite del primer tanque:

$$M = 431 \text{ Kg/h}$$

$$C = 0.62 \text{ Kg - cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 205 - 110 = 95^\circ\text{C}$$

$$Q''' = 431 \times 0.62 \times 95 = 25400 \text{ Kg-cal/h}$$

$$M = 862 \times 0.50 = 431 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 0.62 \text{ Kg-cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$At = 205 - 90 = 115^\circ\text{C}$$

$$Q = 431 \times 0.62 \times 115 = 30700 \text{ Kg-cal/h}$$

$$Q = 30700 \times 4 = 122800 \text{ Btu/h}$$

$$V = \frac{122800}{825.5} = 149 \text{ Lb vapor/h.}$$

Estas 149 libras de vapor son condensadas, quedan dentro del aceite y pasan al segundo tanque a evaporarse.

2° TANQUE:

El vapor a usar, está a 3 atmósferas, luego tendrá 144°C y 916 Btu/lb. de calor latente.

Calor necesario para evaporar el agua del aceite:

$$Q' = 149 \times 916 = 136500 \text{ Btu/h.}$$

Calor necesario para calentar de 90°C a 110°C , el 50% del aceite total que pasó al segundo tanque:

$$M = 431 \text{ Kg/h.}$$

$$C = 0.5 \text{ Kg-cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$At = 110 - 90 = 20^\circ\text{C}$$

$$Q'' = 431 \times 0.5 \times 20 = 4310 \text{ Kg-cal/h}$$

$$Q'' = 4310 \times 4 = 17240 \text{ Btu/h}$$

Calor cedido por el aceite del primer tanque:

$$M = 431 \text{ Kg/h}$$

$$C = 0.62 \text{ Kg - cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$At = 205 - 110 = 95^\circ\text{C}$$

$$Q''' = 431 \times 0.62 \times 95 = 25400 \text{ Kg-cal/h}$$

Balance de calor del segundo tanque:

$$Q_T = Q' + Q'' - Q'''$$

$$Q_T = 136500 + 17240 - 101600 = 52140 \text{ Btu/h}$$

$$V = \frac{52140}{916} = 57 \text{ lb. vapor/h}$$

Vapor total usado en clarificación:

$$V_T = 149 + 57 = 206 \text{ lb. vapor/h}$$

TRANSPORTADOR DEL CAKE

El cake que sale de las prensas representa el 37% de la alimentación de racimos y sale a 90°C. más o menos.

El transportador trabaja con vapor a 3 atmósferas, o sea:

144°C y 916 Btu/lb. de calor latente.

$$M = 3080 \times 0.37 = 1140 \text{ Kg.}$$

$$C = 0.4 \text{ Kg-cal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$At = 144 - 90 = 54^\circ\text{C}$$

$$Q = 1140 \times 0.4 \times 54 = 24600 \text{ Kg-cal}$$

$$Q = 24600 \times 4 = 98400 \text{ Btu.}$$

$$V = \frac{98400}{916} = 108 \text{ lb. vapor/h.}$$

CALENTADOR DEL AIRE PARA EL CICLON

El calentador trabaja con vapor a 16 atmósferas, esto equivale a 235 lb/pulg², o sea 202°C y 830 Btu/lb. de calor latente.

El aire entra al calentador a 25°C y sale a 160°C.

La cantidad de aire necesaria es 204000 pie³ aire/h.

o sea:

$$\frac{204000}{359} \times \frac{273}{273+160} \times 29 = 10400 \text{ lb/h.}$$

202°C equivale a 395°F

25°C " " 77°F

Calor específico = 0.31

$$Q = 10400 \times 0.31 (395-77) = 1025000 \text{ Btu/h.}$$

$$V = \frac{1025000}{830} = \underline{1235} \text{ lb/vapor/h}$$

CALENTADOR DE AIRE PARA EL SECADOR DE ALMENDRAS

La cantidad de almendras a secar será:

$$123.2 \text{ kg/h.}$$

Entrarán al silo secador con 10% de agua, o sea:

$$123.2 \times 0.1 = 12.32 \text{ Kg. de agua/h.}$$

$$\frac{12.32 \times 1000}{453.6} = 27.2 \text{ lb. de agua/h.}$$

La humedad promedio de Tingo María en el día es de 80%, luego el aire entrará al calentador a 25°C y con 80% de humedad, allí se elevará la temperatura de 90°C, que es la temperatura con la cual el aire secará las almendras.

Entonces el aire que sale del calentador y que va a secar las almendras tendrá una humedad de:

0.013 lb. agua/lb. aire seco y la humedad a saturación será 0.031 lb. agua/lb. aire seco, entonces el agua a arrastrar será:

$$0.031 - 0.013 = 0.018 \text{ lb. agua/lb. aire seco.}$$

Cantidad de aire necesario será:

$$\frac{27.2}{0.018} = 1510 \text{ lb. aire seco}$$

El consumo de vapor en el calentador será:

Calor necesario:

25°C equivale a 77°F

90°C " " 194°F

$$Q = 1510 \times 0.25 (194 - 77) = 44200 \text{ Btu.}$$

El vapor usado está a 3 atmósferas o sea: 144°C 916 Btu./lb.

$$V = \frac{44200}{916} = 48.2 \text{ lb. de vapor}$$

CONSUMO DE VAPOR DE LA MÁQUINA DE VAPOR

Aplicando la fórmula que da el consumo de vapor por HP.

$$\frac{632.3 \text{ Kg-cal/HP}}{R (H' - H'') (\text{Kg-cal/Kg})}$$

$$H' = 1200 \text{ Btu/lb.} = \frac{1200}{4 \times 0.4536} = 660 \text{ Kg-cal/Kg.}$$

$$H'' = 1075 \text{ Btu/lb} = \frac{1075}{4 \times 0.4536} = 593 \text{ Kg-cal/Kg}$$

$$H' - H'' = 660 - 593 = 67 \text{ Kg-cal/Kg}$$

$$R = 0.7$$

Luego:

$$\text{Consumo de Vapor por HP} = \frac{632.3}{67 \times 0.7} = 13.5 \text{ Kg.}$$

Como la máquina de vapor necesita 90 HP, como se verá posteriormente, entonces:

$$V = 13.5 \times 90 = 1220 \text{ Kg. } 2680 \text{ lb. vapor/h.}$$

CONSUMO TOTAL DE VAPOR DE LA FABRICA

Esterilizadores	960	lb-vapor/h
Digestores	284	"
Clarificación.	206	"
Transportador del cake.	108	"
Calentador del aire para el ciclón	1235	"
" " " " " secador de Almidras	<u>48.2</u>	"
	2841.2	"
Bérridas 10%	<u>284.1</u>	"
	3125.3	"
Máquina de Vapor	<u>2680.</u>	"
T O T A L	5805.3	lb-vapor/h.

PRODUCCION DEL CALDERO

Al caldero se le suministra:

$$3080 \times 0.12 = 370 \text{ Kg de cake por hora}$$

El poder calorífico del cake según datos de las fábricas de Sumatra es de 6000 Btu/lb., entonces:

Btu. producido por el caldero

$$\frac{370 \times 6000}{0.453} = 4900000 \text{ Btu/h.}$$

Libras de Vapor:

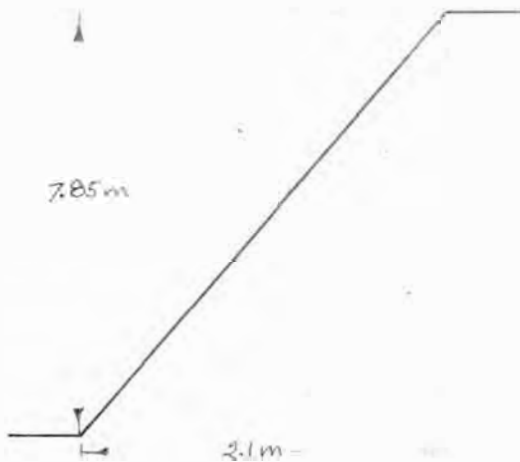
$$V = \frac{4900000 \text{ Btu/h}}{830 \text{ Btu/lb}} = 5900 \text{ lb-vapor/h}$$

C A P I T U L O IX

CONSUMO DE ENERGIA

ELEVADOR DE RACIMOS

Según la disposición del diseño, las dimensiones del elevador de racimos serán:



La formula de la potencia necesaria para un elevador de este tipo es:

$$HP = TPH (0.0032H + 0.003V)C$$

$$H = \frac{2.1 \times 100}{2.54 \times 12} = 6.9 \text{ pies}$$

$$V = \frac{7.85 \times 100}{2.54 \times 12} = 25.8 \text{ pies}$$

C = Constante cuyo valor para los racimos es 0.9

TPH = 3.08 toneladas por hora

$$HD = 3.08 (0.0032 \times 6.9 + 0.003 \times 25.8) 0.9 = \underline{0.276 \text{ HP}}$$

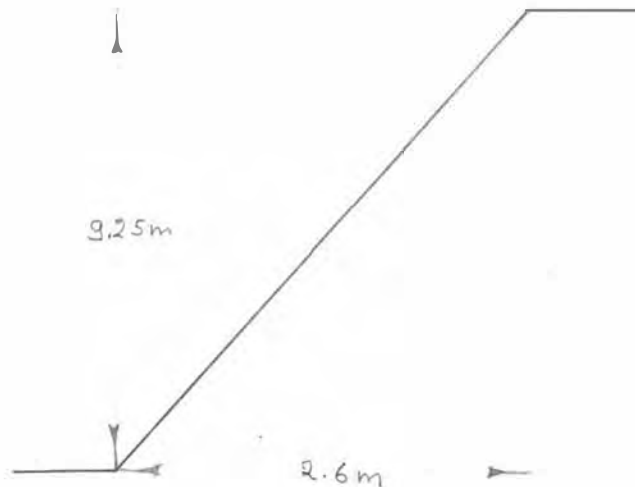
DESGRANADORA DE TAMBOR

La energía necesaria para la desgranadora de tambor es de 1/4 HP según dato del fabricante, o sea, consumo:

$$\text{HP} = 0.25 \text{ HP}$$

ELEVADOR DE FRUTOS

Según la disposición del diseño, las dimensiones del elevador de frutos serán:



Aplicando la fórmula para la potencia:

$$\text{TPH} = 2 \text{ toneladas por hora}$$

$$H = \frac{2.6 \times 100}{2.54 \times 12} = 8.54 \text{ pies}$$

$$V = \frac{9.25 \times 100}{2.54 \times 12} = 30.4 \text{ pies}$$

C = Constante cuyo valor para los frutos es 1.

$$\text{HP} = 2 (0.0032 \times 8.54 + 0.003 \times 30.4) 1 = 0.237 \text{ HP}$$

AGITADORES DE LOS DIGESTORES.

La potencia está calculadas por la siguiente fórmula:

$$HP = C L^3 S N^3 D^{1.1} W^{0.3} H^{0.6} N$$

C = Constante, la cual, calculada para este tipo de paletas es igual a 0.00002

L = Longitud de las paletas en pies. = 2.70

S = Densidad en lb/pie³ = 63 lb/pie³

N = Revoluciones por segundo = 1

D = Diámetro del recipiente del digestor = 2.78'

W = Ancho de la paletas = 0.45 pies

H = Profundidad de la masa a agitar = 5.8 pies

N = N° de paletas = 5

$$HP = 0.00002 \times 2.7^3 \times 63 \times 1^3 \times 2.28^{1.1} \times 0.45 \times 5.8^{0.6} \times 5 = 0.84 \text{ HP}$$

En dos digestores:

$$HP = 2 \times 0.84 = \underline{1.68 \text{ HP}}$$

PURIFICADOR DE LAVAL

El purificador de Laval consumirá:

$$HP = 1 \text{ HP (Dato del Fabricante)}$$

La bomba que - lleva el aceite del purificador De Laval al tanque de almacenamiento consumirá:

$$HP = 1/4 \text{ HP} = 0.25 \text{ HP}$$

TRANSPORTADOR DEL CAKE

Según especificación del fabricante, soncumirá:

$$0.04 \text{ HP}$$

TAMBOR DE SECADOR

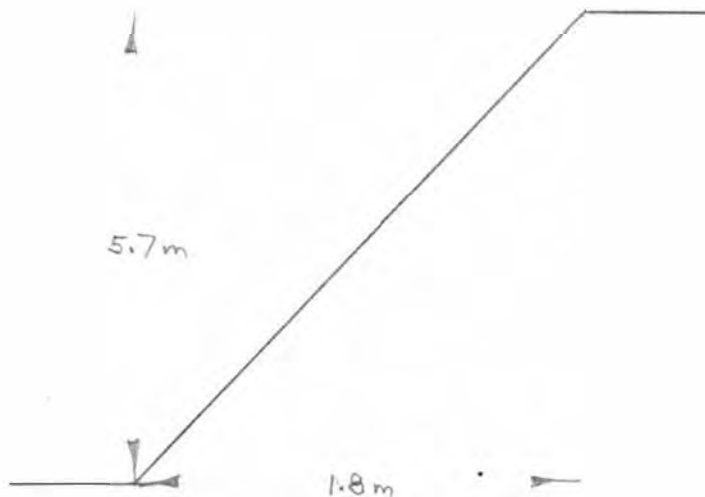
Consumo: 0.1 HP (Dato del Fabricante)

VENTILADOR

0.08 HP (Dato del Fabricante)

ELEVADOR DE NUECES

Según la disposición del diseño, las dimensiones del elevador de nueces serán:



Aplicando la fórmula para la potencia:

TPH = 0.74 toneladas por hora

$$H = \frac{1.8 \times 100}{2.54 \times 12} = 5.9 \text{ pies}$$

$$V = \frac{5.7 \times 100}{2.54 \times 12} = 18.7 \text{ pies}$$

C = Constante que para las nueces es 1.

$$\text{HP} = 0.74 (0.0032 \times 5.9 + 0.003 \times 18.7)1 = 0.06 \text{ HP}$$

CLASIFICADOR DE TAMBOR

0.042 (Dato fabricante)

CASCADORES

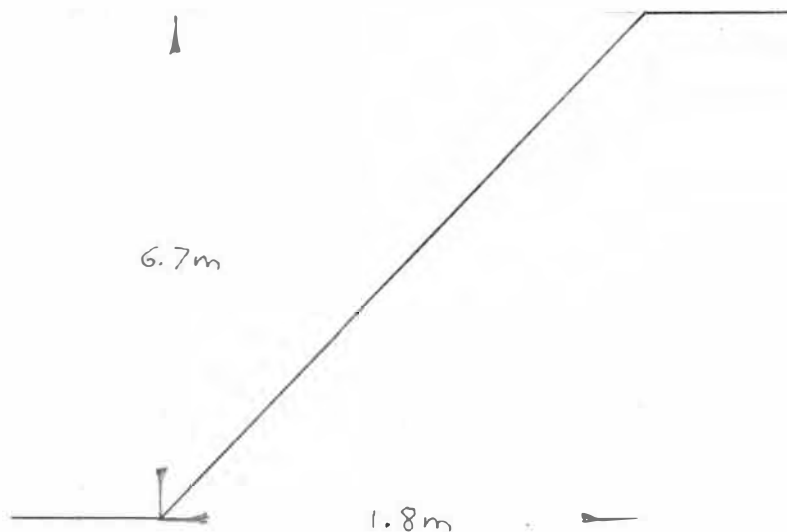
Consumo del equipo cascador: 0.21 HP (Dato fabricante)

SEPARADOR DE ALMENDRAS

0.031 HP (Dato Fabricante)

ELEVADOR DE ALMENDRAS

Según la disposición del diseño, las dimensiones del elevador de almendras serán:



Aplicando la fórmula para la potencia:

TPH = 0.1232 toneladas por hora

$$H = \frac{1.8 \times 100}{2.54 \times 12} = 5.9 \text{ pies}$$

$$V = \frac{6.7 \times 100}{2.54 \times 12} = 21 \text{ pies}$$

C = Constante que para las almendras es 0.8

$$HP = 0.1232 (0.0032 \times 5.9 + 0.003 \times 21) 0.8 \approx \underline{0.0081 \text{ HP}}$$

VENTILADOR

0.08 HP (Dato fabricante)

BOMBAS DE ALIMENTACION

De 1/2 HP c/u o sea = 0.5 HP

BOMBAS HIDRAULICAS

Son de 25 HP cada una o sea:

50 HP

BOMBAS PARA AGUA

Son 2 de 1 HP cada una o sea:

2 HP.

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA DE LA FABRICA

Elevador de racimos	0.276	HP
Desgranadora de Tambor	0.25	"
Elevador de Frutas	0.237	"
Agitadores de los digestores	1.68	"
Purificador De Laval	0.25	"
Transportador del Cake	0.04	"
Tambor secador	0.1	"
Ventilador	0.08	"
Elevador de nueces	0.06	"
Clasificador de Tambor	0.042	"
Cascadores	0.21	"
Separador de Almendras	0.031	"
Elevador de Almendras	0.008	"
Ventilador	0.08	"
Bombas de Alimentación	0.5	"
Bombas Hidráulicas	50.00	"
Bombas para agua	2.00	"
	<u>55.844</u>	HP
Pérdida por correas 20%	<u>11.5</u>	"
	<u>67.344</u>	HP

Entonces la máquina de vapor necesitará tener por lo menos:

$$\frac{67.4}{0.8} = 84.5 \text{ HP}$$

C A P I T U L O X

COSTO PLANTACION

No. de hectáreas = 400

Palmas por hectáreas = 150

No. de palmas = 400 x 150 = 60000

50% de seguridad para recace = 30000

Total palmas = 60000 + 30000 = 90000

% germinación = 65%

Total semillas = $\frac{90000}{0.65} = 138400$

ALMACIGOS

138400 semillas a una distancia de 10 x 10 cm. ocupan un área de 1384 m².

Preparacion de una cama de 100 m²

y 15 cm de espesor, rodeada de ta-

blas (con acarreo de tierra) 2 - 3 jornales

Sembrío 1 - 2 "

Riegos y deshierbos 4-5 jornales mensuales

por 12 meses 50 - 60 "

53 - 65 "

Para 1384 m²: 13.84 x 53 - 65 734 - 900 "

Promedio Almacigos: 817 Jornales

VIVEROS:

90000 plantas ocupando cada una 0.5 x 0.5 m. ocupan 22500 M² o sea 2.25 Ha.

Preparación de 1 Ha. limpieza perfecta	100	Jornales
Trazo y poceo	60	"
Trasplante: 40000 plantas	250	"
Cultivos durante 1 año &.....	<u>200</u>	"
	610	"
Total en 2.25 Ha.	1375	jornales.

Total jornales: almácigos y viveros = 817 + 1375 = 2192

Jornal promedio = S/. 12.00

Costo almácigos y viveros = 2192 x 12 = S/. 26300.-

PLANTACION DEFINITIVA

Costo por rozar, tumbar, quemar, pocear y plantar: S/. 1200.- por Ha. (contratista)

Por limpiar 4 veces al año S/.250.- por Ha. en 400 Ha. 100000.-

En 400 Ha.: 1200 x 400 480000.-

Caminos: 10 jornales por Ha. a S/.12.- 48000.-

Plantación de cobertura: 4 jornales por Ha. 19200.-

Total plantación definitiva 647200.-

Almácigos y viveros 26300.-

Total establecimiento de la plantación 673500

=====

COSTO ACUMULATIVO DE LA PLANTACION (4 años).-

Costo de la tierra a S/.1500.-/Ha inc. semillas	S/.600000.-
Total almácigos, viveres y plantación definitiva	673500.-
2 años adicionales de cultivo con 120 hombres	864000.-
Sueldo Ingeniero Agrónomo 4 años a S/.,3500.- mensual	168000.-
2 empleados a S/.,1200.-	57600.-
Viviendas, Oficinas, etc.	38000.-
2 camiones	140000.-
1 camioneta	52000.-
1 Tractor	45000.-
50 mulas a S/.,350.-	17500.-
Taller, instalación y herramientas	<u>25000.-</u>
Total	2680600.-
10% seguridad, imprevistos	<u>268060.-</u>
Total inversión en 4 años	<u>2948660.-</u>

GASTOS ANUALES DE EXPLOTACION DE LA PLANTACION

Jornales de 120 hombres en 270 días a S/.,12.- S/.	388000.-
Por dominical (17%)Vacaciones (6%), Impuesto bienestar Social (3%) seguro accidental (5%) y liquidaciones por despididas (15%)	179000.-
Gastos de Administración a S/.,2000.- mensuales	24000.-
Vacaiones(1mes), Indemnaciones(1mes)S.S.(3.5%)	<u>4840.-</u>
Total	<u>595840.-</u>

COSTO DEL PRODUCTO

La producción tope será 6650 toneladas anuales, luego el costo del producto, o sea materia prima para la fábrica, será:

$$\frac{595840 + 10\% \text{ Amortización} + 5\% \text{ Interés} + 6\% \text{ Impuesto}}{6650}$$

$$\frac{595840 + 59584 + 29792 + 35750}{6650} = \text{S}/.109/\text{ton.}$$

La producción mínima será de 1200 toneladas anuales, o sea el costo de la materia prima será:

$$\frac{595840 + 59584 + 29792 + 35750}{1200} = \text{S}/.600/\text{ton.}$$

Mano de Obra Directa E Indirecta

OBREROS

El personal Obrero de la fábrica estará compuesto por hombres repartidos en la siguiente forma:

	<u>S/.por día</u>
1 en elevador de racimos	15.00
2 en esterilización	40.00
2 en digestores y prensas	40.00
1 en clarificación	20.00
1 en sección almendras	20.00
1 en silo secador	20.00
1 en caldero	20.00
2 en caldero	30.00
1 en cuarto de máquinas	20.00
4 choferes	100.00
1 guardián	20.00
1 electricista	30.00
1 tornero	30.00
1 soldador	25.00
1 carpintero	30.00
1 aprendiz	<u>10.00</u>
	470.00

En 270 días: 470 x 270S/. 127000.-

Dominical 17% 21600.-

V a n 148600.-

v i e n e n	148600.-
Vacaciones	7600.-
Imp. bienestar Social 3%	3800.-
Seguro Accidentes 5%	6350.-
Liquidación por despididas 15%	<u>19000.-</u>
Total mano de Obra Directa al año	185350.-

EMPLEADOS

	<u>S/.por mes</u>	
1 Gerente	5000.-	
1 Ingeniero	3500.-	
1 Administrador	2000.-	
1 Cajero	1000.-	
1 Contador	1000.-	
1 Laboratorista .	800.-	
2 Empleados	1200.-	
1 Almacenero	600.-	
1 Ayudante	<u>400.-</u>	
	15500.-	
En 12 meses		186000.-
Vacaciones (1mes)		15500.-
Indemnizaciones (1 mes)		15500.-
Seguro Social 3.5%		<u>6500.-</u>
Total empleados al año		223500.-

COSTO DEL EQUIPO

I Sección esterilización y desgranado

II " prensas

III " clarificación

IV " separación del pericarpio

V " almendras

VI Trasmisiones y tuberías

TotalS/. 1990000.-

VII Sección Fuerza 672500.-

VIII Suministro de agua

1 tanque para agua de 10 m³

á S/,.845/m³ S/,.8450.-

1 torre de acero de 11 m.
de alto para el tanque.... 18000.-

2 Bombas Worthington
de 10m³ cada uno..... 6000.-

Tubería 1500.-

Total 33950.-

IX Almacenaje de aceite

1 tanque de 53 m³ para aceite
con serpentín de vapor, flo-
tador, etc. 50000.-

Tubería 800.-

Total 50800.-

X Instalaciones Eléctricas 82000.-

Equipo Diesel de 30 HP 45000.-

Edificio

650 m² de construcción a S/,.800.- por m² 520000.-

Taller

Edificio: 50 m² a S/.800/m²S/. 40000.-
Equipamiento 40000.-
To tal 80000.-

Laboratorio

Edificio: 25 m² a S/.800.-/m²20000.-
Equipamiento 45000.-
Total 65000.-

Materias Primas

Racimos: 6650 toneladas/año
á S/. 109.-/Ton. 721000.-
Combustible para el equipo Diesel
1.5 toneladas/año a S/.1.25/galón..... 600.-
Total 721600.-

Transporte:

2 camionetas tanque de 6000 galones cada uno 690000.-

B L A N C E G E N E R A L

	<u>Inv. Total</u>	<u>Anual</u>
1. <u>Edificio</u>	S/.520000.-	S/.
Depreciación:5%		26000.-
Mantenimiento:2%.....		10400.-
2. <u>Taller</u>	40000.-	
Dep. 5%		2000.-
Mant. 2%		800.-
Equipamiento	40000.-	
Dep: 10%		4000.-
Mant.: 2%		800.-
3. <u>Laboratorio</u>		
Edificio	20000.-	
Dep.:5%		1000.-
Mant.:2%		400.-
Equipamiento	45000.-	
Dep.: 10%.....		4500.-
Mant.: 2%		900.-
4. <u>Maquinaria Instalada</u>	2662500.-	
Dep.: 7%		186375.-
Mant.:3%		79875.-
5.- <u>Tanques Equipados</u>	84750.-	
Dep.: 7%		5940.-
Mant.:2%		<u>1700.-</u>

V a n

V i e n e n	3412250.-	324690.-
6. <u>Instalación Eléctrica y Equipo Diesel</u>	127000.-	
Dep. 5%		6350.-
Mant.: 2%		2540.-
7. <u>Mano de Obra directa é Indirecta</u>		408850.-
8. <u>Materia Prima</u>		721600.-
9. <u>Protección Contra Incendios</u>	30000.-	
Dep.: 5%		1500.-
10. <u>Transporte</u>	690000.-	
Dep.: 25%		172500.-
Mant.: 10%		69000.-
Seguro: 3%		20700.-
11. <u>Seguro 1% Maquinaria y Edificio</u>		31825.-
	4259250	1759555.-

GASTO ANUAL

Son S/. 1759555.- más los intereses del capital invertido al 5%

$$1759555 + 212963 = \text{S}/. 1972518.-$$

Capital de Trabajo

Capital suficiente para cubrir 3 meses de trabajo:

$$1972518 \times 4 = \text{S}/. 493130$$

Capital Total Invertido

S/. 4259250

493130

S/. 4752380

Ingreso Bruto Anual

113000 Kg. de aceite clarificado a S/. 5.-/Kg.S/.5650000.-

123200 Kg. de almendras a S/.1.8/Kg. 224000.-

S/.5874000.-

Utilidad

S/. 5874000

1972518

S/. 3901482

Imp. 20% .. 780296

S/. 3121186 Utilidad Neta

¿ De Utilidad Sobre el Capital Invertido

$$\frac{3121186 \times 100}{4752380} = 65.6 \%$$

FORMA DE PAGO

50 % con el pedido

50% al embarque

AL CONTADO.

B I B L I O G R A F I A

- 1) Ing. M. Rodriguez Excribens. Industria de Aceites y Productos Grasos. Publicado por el Departamento de Propaganda, Lima 1944.
- 2) Hugo Miranda Arteta. Los Aceites Vegetales en el Perú. Monografía.
- 3) Variedad de Palmas de origen Africano. Productora de aceite introducida en nuestra montaña. Colonias y Florestas No.4 1944. Lima.
- 4) A. E. Bailey Oil & Fat Products, Baltimore 1945
- 5) Chemical Engineering - Vildebrant
- 6) Hilditch "The Chemical Constitution of Natural Fats" N.Y. 1944-47
- 7) Extracto Estadístico del Perú.
- 8) Perry
- 9) Anuario del Comercio Exterior del Perú
- 10) E. Ascher "La Crisis de las Materias grasa en el Perú" El Comercio" 31 Mayo 1947
- 11) "El Comercio" Editorial del 2 de Junio 1947
- 12) Ullman
- 13) Badger & Mc Cabe. Chemical Engineering
- 14) Houggen and Watson. Material and Energy Balances.
- 15) Martinenghi. Quim. y Tecnol. de los aceites.
- 16) Brown. Unit Operations
- 17) Faires. Applied Thermo-dinamics

- 18) Procedimientos, Análisis e Investigaciones Industriales. Yabar
- 19) Kirk & Othner
- 20) Chemical Engineering Magazine
- 21) Química Industrial. Thorp
- 22) George F. Deavy. The Oil Palm in Malaya
- 23) Chemical Abstracts.