

SEGUNDO CONGRESO NACIONAL DE PALMA DE ACEITE

PROCESOS INDUSTRIALES

Por: JUAN CARLOS URUETA URUETA

FEBRERO 12 Y 13 DE 2009
PALENQUE, CHIAPAS, MÉXICO.



Siempre adelante!



Extractora
BELLA ESPERANZA LTDA

INDICADORES

Tasa de extracción de aceite (TEA): es la relación másica del aceite de palma extraído y la fruta procesada, en un determinado período de tiempo.

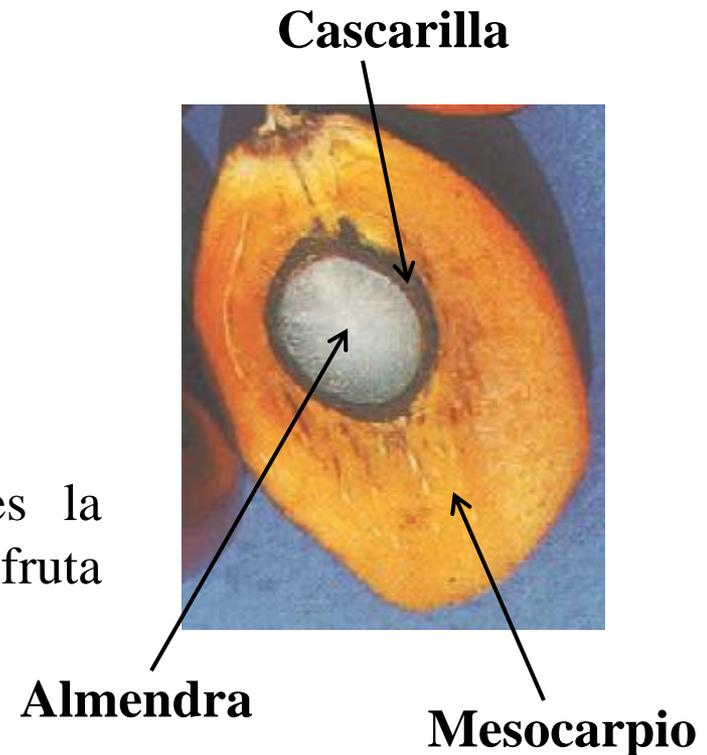
$$TEA = \frac{\text{Aceite de palma extraído}}{\text{RFF procesada}} \times 100\%$$

Tasa de extracción de nueces (TEN): es la relación másica de la nuez recuperada y la fruta procesada, en un determinado período de tiempo.

$$TEN = \frac{\text{Nueces recuperadas}}{\text{RFF procesada}} \times 100\%$$

Tasa de extracción de palmiste (TEP): es la relación másica de la almendra recuperada y la fruta procesada, en un determinado período de tiempo.

$$TEP = \frac{\text{Almendra recuperada}}{\text{RFF procesada}} \times 100\%$$



Tasa de extracción de aceite de palmiste (TEAP): es la relación másica del aceite de palmiste producido y la almendra procesada, en un determinado período de tiempo.

$$TEAP = \frac{\text{Aceite de palmiste producido}}{\text{Almendra procesada}} \times 100\%$$

Tasa de recuperación de torta de palmiste (TRTP): es la relación másica de la torta de palmiste recuperada y la almendra procesada, en un determinado período de tiempo.

$$TRTP = \frac{\text{Torta de palmiste recuperada}}{\text{Almendra procesada}} \times 100\%$$

Porcentaje de pérdidas (%P): es la relación másica del aceite que no es posible recuperar por procesos de clarificación y centrifugado y la fruta procesada, en un determinado período de tiempo.

$$\%P = \frac{AP_t + AP_f + AP_n + AP_e}{RFF \text{ procesada}} \times 100\%$$

El cálculo de aceite perdido (AP) se estima a través de ensayos de laboratorio en las principales fuentes de pérdida: tucas (t), fibra (f), nueces (n) y efluentes (e), haciendo una relación lineal con la fruta procesada.

Productividad en horas hombre (PHH): es la relación cuantitativa entre la fruta procesada y las horas de proceso (HPr), en un determinado período de tiempo. Se expresa en toneladas por hora.

$$PHH = \frac{RFF \text{ procesada}}{\text{Horas de proceso}} \times 100\%$$

Productividad en horas máquina (PHM): es la relación cuantitativa entre la fruta procesada y las horas de operación de las máquinas, en un determinado período de tiempo. Se expresa en toneladas por hora.

$$PHM = \frac{RFF \text{ procesada}}{\text{Horas de operación máquinas}} \times 100\%$$



Aprovechamiento de la capacidad instalada (%E): es la relación cuantitativa entre la productividad en horas máquinas y la capacidad instalada (CI) de la planta extractora, en un determinado período de tiempo.

$$\%E = \frac{PHM}{CI} \times 100\%$$

Índice de parada (IP): es la relación entre las horas pérdidas (HP) por fallas en la maquinaria y las horas efectivas (HE), en un determinado período de tiempo.

$$IP = \frac{HP}{HE} \times 100\% = \frac{HP}{HP_r - HP} \times 100\%$$

Fórmula para la liquidación del precio de la fruta de palma africana

$$\text{Precio} = \% \text{Negociación} \times \left(\frac{\$ \text{Mercado Nal} - \$ \text{Ref} \times \% \text{FFP}}{\$ \text{Mercado Nal}} \right) \times (\$ \text{Mercado Nal} - \$ \text{Cesión})$$

No.	Índice de normalidad	Etapas	Valor normal (%)	Intervalo de frecuencia (horas)
1	Gramos aceite/litro condensados	Esterilización	$\leq 10,0$	12
2	Racimos mal desfrutados	Desfrutado	$\leq 3,0$	2
3	Contenido aceite/SSNA tusas	Desfrutado	$\leq 12,0$	12
4	Contenido aceite/fruto adherido	Desfrutado	$\leq 35,0$	12
5	Contenido aceite/SSNA fibra	Prensado con doble tornillo	$\leq 5,5$	12
6	Contenido aceite/SSNA fibra	Prensado con mono tornillo	≤ 6.5	12
7	Contenido aceite/SSNA sólido tamiz	Tamizado crudo	$\leq 60,0$	24
8	Dilución aceite/agua	Clarificación	1,0-1,4	1

No.	Índice de normalidad	Etapa	Valor normal (%)	Intervalo de frecuencia (horas)
9	Aceite en lodo primario	Clarificación	$\leq 10,0$	1
10	Impureza en aceite primario	Clarificación	$\leq 0,5$	4
11	Humedad en aceite primario	Clarificación	$\leq 0,5$	4
12	Contenido aceite/SSNA sólido tamiz	Tamizado lodos	$\leq 20,0$	24
13	Lodo de alimentación a centrífugas	Centrifugado	$\leq 10,0$	1
14	Gramos de aceite/litros de efluente	Centrifugado	$\leq 8,0$	12
15	Contenido aceite/SSNA sólido decantadores 3 fases	Centrifugado	$\leq 12,0$	12
16	Contenido aceite/nueces	Recuperación de nueces	$\leq 0,1$	12

RECEPCIÓN DE RFF

OBJETIVO

Determinar las condiciones físicas (material genético o variedad, grado de madurez y condiciones substandares) de los racimos de fruta fresca que ingresan a la planta extractora, mediante procesos cuantitativos y cualitativos.

ASPECTOS TÉCNICOS

Los RFF se pueden clasificar según el material genético o variedad, el grado de madurez y las condiciones substandares.

Material genético: se pueden encontrar tres (3) tipos de frutas: **dura, ténera y pisífera**. La variedad dura es aquella que posee escaso mesocarpio, cuezco grueso y almendra grande. La pisífera tiene abundante mesocarpio, cuezco delgado y almendra pequeña y la tenera es una fusión entre las variedades dura y pisífera, la cual tiene abundante mesocarpio, cuezco delgado y almendra grande. El porcentaje de aceite del material duro esta en un rango de 13 a 16% y para el fruto tenera es de 22 a 28%.

El porcentaje de pérdidas está determinado por el caudal y el porcentaje de aceite contenido en las fuentes de pérdida.

Si ingresa frutos duros al proceso de extracción de aceite disminuirá la TEA, aumentará la TEN y habrá bajo porcentaje de pérdidas. No obstante, si ingresan frutos maduros habrá una alta TEA, una moderada TEN y una pérdida moderada.

Grado de madurez

Fruta verde: es aquella que se corta antes de completar su ciclo normal de maduración (lipogénesis incompleta). Su tolerancia experimental es hasta el 2% en peso y los racimos contienen entre 10 y 15% de aceite.

Fruta sobremadura: es aquella que se corta de manera extemporánea, es decir, mucho tiempo después de completar su ciclo normal de maduración. Su tolerancia experimental es hasta un 5%.

Fruta podrida: es aquella que se cosecha en estado de descomposición. Su tolerancia experimental es de un 0%.



Una característica inherente cuando se cosecha fruta sobremadura es el alto porcentaje de fruto desgranado que coherentemente debe ser recolectado e ingresado a la planta extractora. El criterio de cosecha es definitivo en el grado de madurez de la fruta, los ciclos de corte deben mantenerse entre 8 y 15 días según la estacionalidad, por ejemplo: ciclos de 8 días en máximo invierno y ciclos de 15 días en verano extremo. Los criterios de corte son de 1 a 4 frutos sueltos, por ejemplo: en máximo invierno es 1 fruto suelto y en verano extremo son 4.

En un fruto suelto el porcentaje esta entre el 45 y 52%. Por eso es conveniente procesar el fruto por aparte e incrementar medidas para su recolección en las plantaciones.

La fruta debe descargarse en tolvas de almacenamiento, construidas en lugares seguros, con suficiente iluminación pero protegidos de la lluvia y de la radiación solar.

Condiciones substándares

Otros factores deben ser tomados en cuenta en la recepción RFF son: racimos con pedúnculo largo, racimos enfermos y racimos mal polinizados. Se recomienda que a los racimos de pedúnculo largo se les realice un corte en V para disminuir el peso y lograr que no absorban aceite durante la esterilización y el desfrutado. Los frutos sueltos deben ser recolectados en sacos de polipropileno.

Análisis de falla y especificaciones técnicas

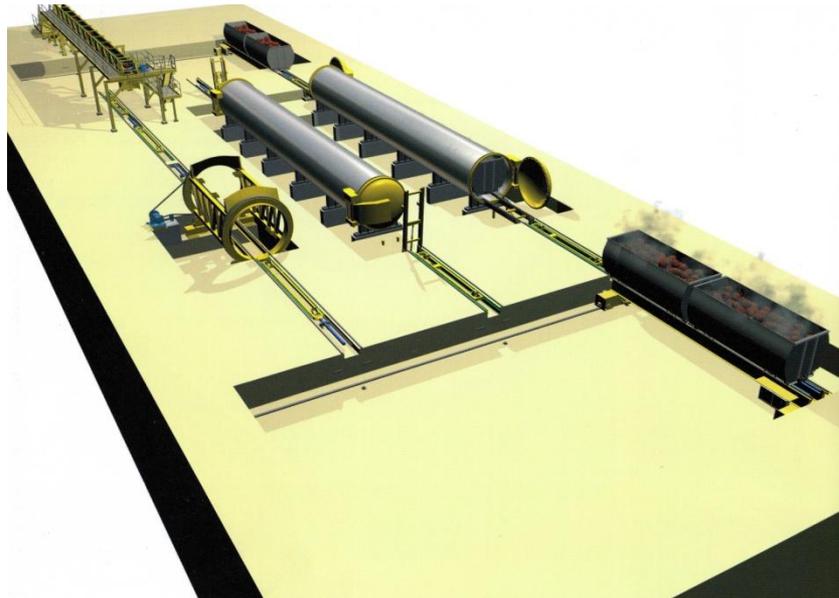
La exactitud y precisión de la báscula es un factor determinante en los resultados de la operación. Cuando se emplean básculas mecánicas, debe programarse anualmente su mantenimiento. En esta actividad debe hacerse una limpieza mecánica tanto de las esferas metálicas que soportan la carga como de sus bases y aplicar homogéneamente grafito en las superficies de contacto. También debe inspeccionarse toda la estructura metálica y verificarse que el sistema eléctrico se encuentre bien protegido.

Una buena práctica es controlar el acceso vehicular a la báscula a través de la instalación de un semáforo en cada extremo de la plataforma, los cuales deben tener señales conmutadas y un sistema de mando manejado exclusivamente por el operario responsable de pesar la fruta.

ESTERILIZACIÓN

OBJETIVOS

- Inactivar la enzima lipasa, la cual causa el desdoblamiento de las cadenas de ácidos grasos.
- Ablandar los tejidos para facilitar el rompimiento de las celdas de aceite contenidas en el mesocarpio, en las etapas de digestión y prensado.
- Facilitar el desprendimiento entre el fruto y su soporte natural.
- Deshidratar la almendra para facilitar la rotura de las nueces.



Requisitos para una óptima eficiencia

- Desfogue por la parte inferior del esterilizador.
- Purga continua automatizada (tubería de condensado).
- Ciclos de expansión y compresión violentos.
- Monitoreo continuo de presiones y temperaturas en la esterilización.

Análisis de falla y especificaciones técnicas

Las actividades de mantenimiento más relevantes en estos equipos son la aplicación de ensayos no destructivos en juntas soldadas, la medición de espesores en las camisas de desgaste y en el metal base, las pruebas hidrostáticas y la calibración y monitoreo de válvulas de seguridad.

Los esterilizadores deben contar con sistemas de alarma que al detectar niveles de presión por encima del rango permisible faciliten al operario corregir y/o regular el flujo de vapor.

Todo autoclave debe tener un sistema que permita retirar fácilmente el aire que queda atrapado en el esterilizador después de cerrarlo herméticamente.

Los diámetros de las tuberías de alimentación y desfogue deben tener una relación dimensional entre 0.25 y 0.50, lo cual debe permitir que la descarga de vapor sea siempre muy superior al flujo de alimentación.

Los esterilizadores deben lavarse semanalmente. Puede utilizarse agua caliente a presión y ceniza de raquis para desprender la grasa.

Actividades programadas de mantenimiento

- Inspección de juntas soldadas.
- Medición de espesores.
- Pruebas hidrostáticas.
- Recuperación con soldadura de espejos.
- Cambio de cremalleras y piñones.
- Cambio de camisas de desgaste.



Actividades rutinarias de mantenimiento

- Revisar los instrumentos de medición de presión, temperatura y caudal.
- Revisar el empaque de la tapa y reponer cuando se observe fuga de vapor.
- Inspeccionar válvulas, tuberías y accesorios para garantizar que no existan fugas de vapor.
- Limpieza del equipo.
- Limpieza del área del trabajo.

DESFRUTADO

OBJETIVO

Separar el fruto de su soporte natural (tusa) mediante colisiones aleatorias recíprocas producidas en una máquina que permite el aprovechamiento de fuerzas centrífugas.

ASPECTOS TÉCNICOS:

Dosificación de fruta esterilizada.

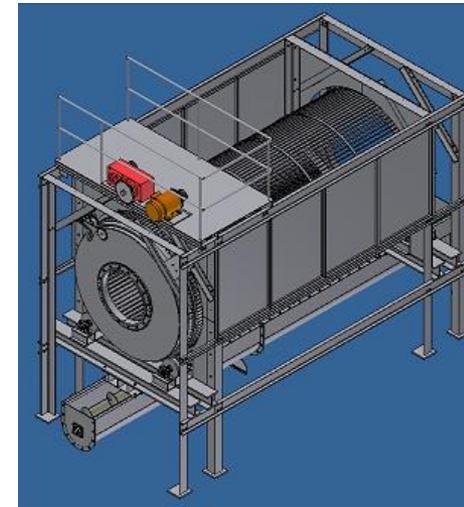
Descarga gradual en la tolva de alimentación.

Disposición adecuada de frenos.

Velocidad angular del tambor.

Selección de racimos mal desfrutados ($< 3\%$ en número), mal esterilizados y verdes.

Separación de frutos sueltos a través de parrillas metálicas.



Análisis de falla y especificaciones técnicas

El tambor desgranador debe girar en un rango de 20 a 24 RPM.

La alimentación de racimos al desfrutador debe efectuarse de manera gradual.

Las superficies por las cuales se deslizan los racimos previamente esterilizados, deben poseer parrillas para separar la mayor cantidad posible de frutos.

Semanalmente deben limpiarse los tornillos que transportan el fruto desgranado.

DIGESTIÓN

ASPECTOS TÉCNICOS



OBJETIVO

Remover la mayor cantidad del mesocarpio contenido en los frutos, liberando el aceite contenido en ellos.

La carrera de trabajo debe estar alrededor de 30 minutos.

Disposición adecuada de frenos.

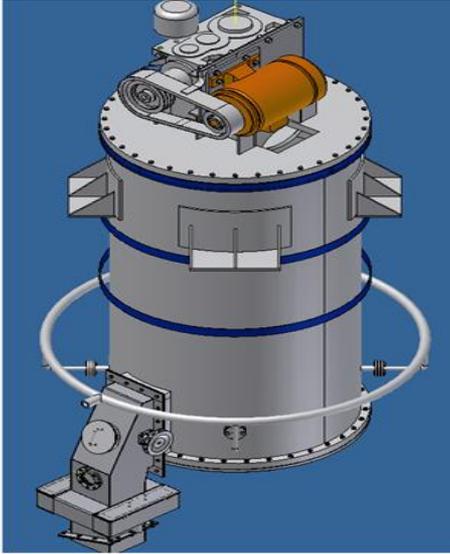
El eje central del equipo debe girar alrededor de 20 RPM.

Acondicionar el equipo para la recolección de aceite virgen.

Nivel de llenado adecuado.

La temperatura del producto debe estar alrededor de 95°C.

Análisis de falla y especificaciones técnicas



Los digestores deben estar protegidos interiormente con materiales de alta resistencia a la abrasión y a la corrosión.

Las camisas de desgaste del cuerpo deben cambiarse cada 3000 horas si son construidas en acero al carbono y cada 10000 horas cuando se fabrican en acero inoxidable.



Las camisas del tubo y del fondo deben cambiarse cada 6000 horas de servicio cuando se usa acero común y cada 15000 horas cuando se emplean materiales inoxidables.

El eje del sistema motor debe girar alrededor de 20 RPM y la distancia entre el filo de las paletas y la pared cilíndrica interior del tanque debe ser máximo 20 mm.

El digester debe operarse completamente lleno a una temperatura promedio cercana a los 95 °C.

Aspectos importantes en la operación y mantenimiento

El flujo de frutos debe ser constante.

Establecer un sistema de control de nivel que permita suspender el flujo de alimentación cada vez que el digestor se llene.

Debe estimarse un valor normal de amperaje respecto al cual pueda asumirse que el equipo opera en condiciones óptimas.

El área de trabajo tiene que mantenerse completamente despejada de objetos que puedan causar accidentes.

En esta zona se manipula un gran número de cargas, razón por la cual resulta muy práctico instalar un monorriel.

Actividades rutinarias de mantenimiento

Limpiar el digestor interiormente cada semana.

Inspeccionar semanalmente paletas de corte y arrastre.

Revisar semanalmente camisas de desgaste.

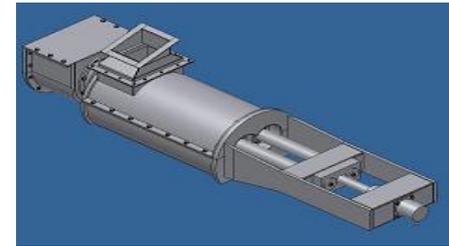
Limpiar exteriormente el digestor. Esta actividad debe realizarse a diario.

Probar la exactitud de termómetros mensualmente. La precisión de estos instrumentos de medición puede revisarse cada año.

PRENSADO

OBJETIVO

Extraer la mayor cantidad de aceite posible del mesocarpio de la fruta de palma mediante la aplicación de presiones extremas.



ASPECTOS TÉCNICOS

Relación entre la presión del sistema hidráulico, el amperaje del motor y el porcentaje de aceite/SSNA en la fibra.

El eje de prensa debe girar a una velocidad angular entre 10 y 14 RPM.

Tomar muestras compuestas y homogéneas de la fibra.

Mantener temperatura del agua de alimentación entre 75 y 90 °C.

Aspectos importantes en la operación y mantenimiento

Cuando se observe una disminución súbita en la capacidad de la prensa, debe verificarse si la masa está fluyendo a través del ducto. Si esto no ocurre hay que abrir la tapa o compuerta de inspección de ducto y forzar con una varilla el paso del material.



Si se reduce la capacidad de prensado y el ducto de alimentación no se encuentra obstruido debe disminuirse la presión axial del cono y adicionar nueces para facilitar el paso del material.

Cambiar camisa y tornillo simultáneamente genera una disminución en la capacidad del equipo. Es preferible reemplazar estos repuesto en épocas distintas.

Cuando se reconstruyan tornillos la soldadura debe ser aplicada en forma intermitente para evitar la fatiga térmica del material.

El enfriamiento debe ser lento y se recomienda aplicar una capa de recubrimiento duro y rectificar la medida en un torno.

La reconstrucción debe hacerse cada 800 horas y lo máximo que puede recuperarse un tornillo es dos (2) veces.



Actividades rutinarias de mantenimiento

Probar la exactitud de termómetros y manómetros mensualmente. La precisión de estos instrumentos de medición puede revisarse cada año.

Revisar mensualmente excentricidades en el sistema motor de cada prensa.

Limpiar interiormente el equipo cada semana.

Limpiar exteriormente todos los días.

TAMIZADO

OBJETIVO

Separar la mayor cantidad de sólidos contenidos en el licor de prensas o en el lodo de alimentación a centrífugas, con la mínima impregnación de aceite.



ASPECTOS TÉCNICOS

Selección adecuada de las mallas: $20 \leq \text{Mesh} \leq 40$ para tamices de crudo.

Selección adecuada de las mallas: $50 \leq \text{Mesh} \leq 60$ para tamices de lodo.

El ángulo de inclinación en tamices rectangulares debe estar entre 5 y 8 grados para tamices de crudo y entre 8 y 12 grados para tamices de lodo.

Controlar el contenido de aceite/SSNA en sólido excedente.

Rociar estratégicamente agua caliente.

Evitar el ingreso de cuerpos sólidos en tamices circulares.

CLARIFICACIÓN

OBJETIVO

Recuperar la mayor cantidad posible de aceite por el principio de densidades relacionadas en función de la temperatura.

ASPECTOS TÉCNICOS

Las temperaturas deben estar en un rango de 85 a 95 °C.

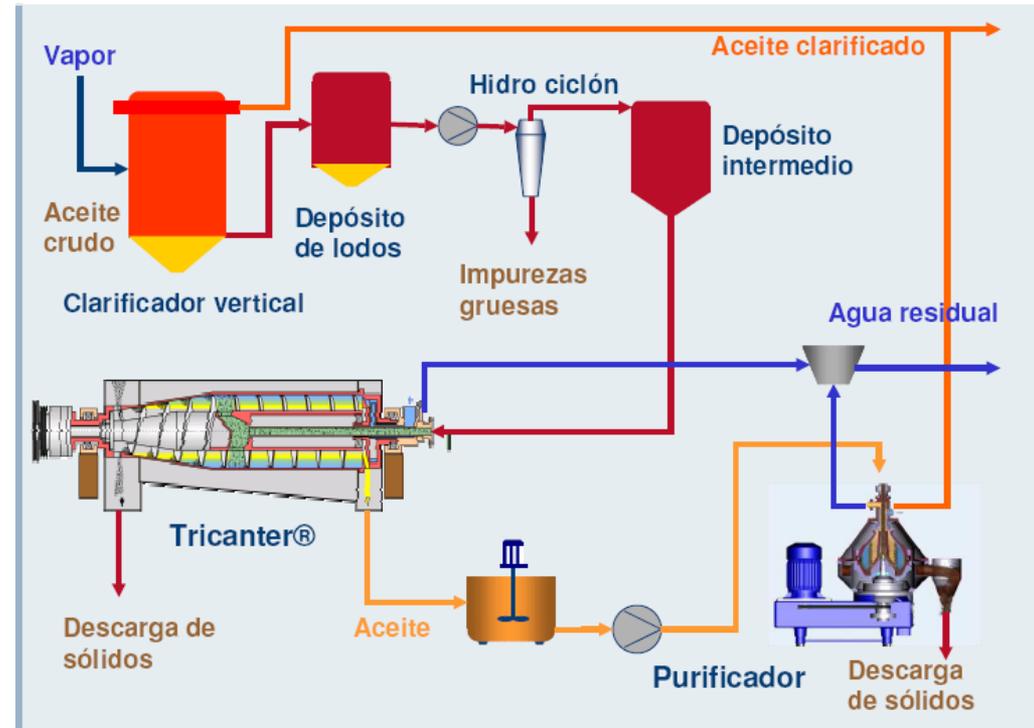
La dilución es la relación volumétrica aceite/agua. La dilución debe graduarse y mantenerse en un rango de 1 a 1,4 (v/v)

En los clarificadores estáticos verticales la alimentación debe estar a 2/3 de la altura H medida desde la superficie libre.

La capa de aceite formada no debe exceder una altura de 400 mm.



La frecuencia en la toma de muestras debe ser cada 1 hora.
La carrera de trabajo en los clarificadores se encuentra en un rango de 2,5 a 4 horas.
La carrera de trabajo en los preclarificadores se encuentra en un rango de 50 a 60 minutos.
Al iniciar el proceso debe agregarse agua hasta $\frac{1}{3}$ de la altura H y acondicionarse una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Si las pérdidas de aceite en lodos primarios exceden el 10% v/v, debe analizarse los siguientes puntos:

- La dilución puede haberse alterado súbitamente por fallas en una prensa.
- La cantidad de impurezas contenidas en el licor de presas puede haber aumentado por el fisuramiento de las mallas de los tamices.
- La temperatura del fluido puede haber descendido por debajo de $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ por deficiencia de vapor.

SECADO

OBJETIVO

Retirar la humedad residual del aceite recuperado en los procesos de clarificación y centrifugado.

ASPECTOS TÉCNICOS

La preparación inicial del proceso debe hacerse con un sedimentador con capacidad volumétrica de 0.65 a 0.75 m³/ton de fruta procesada y con una carrera de trabajo de 2 a 3 horas.

La aplicación de carga térmica afecta sensiblemente el parámetro DOBI. Es preferible emplear secadores al vacío.

Las purgas de secado deben enviarse al tanque de recuperación de una centrífuga (centrífugas verticales y decantadores centrífugos de 2 fases) o a preclarificadores (decantadores centrífugos de 3 fases).

ALMACENAMIENTO

OBJETIVO

Facilitar la logística de despacho, asegurando los volúmenes necesarios para dicho procedimiento.



ASPECTOS TÉCNICOS

Para realizar el cargue de vehículos debe succionarse el aceite del fondo del tanque.

Cuando ocurren períodos largos de almacenamiento deben emplearse sistemas de recirculación y/o agitación. Los tanques deben disponer de serpentines de vapor para el control de la temperatura.

La temperatura requerida para el cargue de aceite debe estar en un rango de 45 a 60 °C.

El aceite que no cumpla los requisitos de calidad exigidos por el cliente debe tratarse como un producto no conforme, comercializándolo y aceptando las multas respectivas por no cumplir la norma establecida.

Las bombas de carga deben tener un caudal mínimo de 100 m³/h.

Para realizar inventarios de aceite en los tanques de almacenamiento debe tenerse en cuenta la temperatura promedio, ya que, la densidad del producto varía en función de este parámetro.

La capacidad del producto debe garantizarse a través de una muestra y de una contramuestra tomada de forma compuesta en los tres niveles del carrotanque. Las contramuestras deben tener un sello de seguridad.

Aspectos esenciales en la definición de procedimientos de despacho de aceite crudo de palma y aceite de palmiste.

- Niveles de autoridad y de responsabilidad del recurso humano a cargo.
- Horarios apropiados para realizar el cargue.
- Seguridad en vías.
- Tiempos y movimientos del transportista.
- Temperatura de cargue.
- Revisión del estado interior del tanque del vehículo.
- Revisión del estado exterior del tanque del vehículo.
- Riesgo de fugas durante el transporte.
- Señalización del vehículo.
- Equipamiento del vehículo.
- Revisión de detalles generales.
- Prohibición de pesos muertos.
- Nivel de llenado de los tanques de combustible.
- Fuentes de fugas y/o alteraciones del producto.

Análisis de falla y especificaciones técnicas

Los tanques de almacenamiento deben ser construidos sobre terreno firme, normalmente se elabora una mezcla de suelos en función de un estudio previo. Además de una cimentación adecuada para soportar la carga deben emplearse estructuras antisísmicas con el fin de evitar que, en un evento no deseado, las vibraciones originadas por fenómenos naturales puedan provocar agrietamiento en las paredes del tanque, especialmente en las juntas soldadas.



Como medida preventiva de derrames de aceite es conveniente construir diques de contención, los cuales tienen que albergar entre un 5 y 10% de la capacidad del tanque.

La falla por agrietamiento origina descargas moderadas que pueden ser tratadas instalando en la parte más baja del canal una bomba con presión y caudal suficiente para transferir el aceite a otros tanques de almacenamiento. Como este evento es poco o nada frecuente, se recomienda, por economía, que todas las acometidas contingentes se construyan con mangueras y no con tubería rígida.

Por las grandes dimensiones que tienen los tanques de almacenamiento, las labores de limpieza y pintura son costosas, riesgosas (por la condición de trabajo en altura) y demoradas. Cuando se construyan estos equipos, debe aplicarse un buen anticorrosivo y una película de 3 mils de espesor de una pintura para acabado que soporte lluvias, vientos, poluciones y radiación solar por largos períodos.

Es importante considerar, al momento de construir estos recipientes, la uniformidad en el radio de curvatura de las paredes y la forma cónica del fondo. Se prefieren los conos invertidos en los que la lámina se soporta sobre una placa de hormigón de la misma forma. De esta manera se minimizan los riegos de fisuramiento por carga.

En los serpentines de vapor deben aplicarse correctamente las normas y métodos de soldadura. Se sugiere proteger los empalmes con una camisa del mismo material que permita aislar la junta soldada principal y facilite la identificación de fallas en las revisiones periódicas. Es importante destacar que las partes soldadas son las que más sufren desgaste por corrosión y que cualquier perforación en la tubería genera pérdidas de aceite.



Cuando se construyen tanques de almacenamiento se acostumbra, por economía, aumentar el espesor de los primeros anillos. En las plantas extractoras se usan láminas de acero al carbono de $\frac{1}{4}$ " de espesor en los primeros anillos y de $\frac{3}{16}$ " en los restantes.

Deben instalarse unidades que permitan la salida continua de gases, con el fin de evitar que el tanque se presurice. Normalmente, estas partes se instalan en la parte superior.

Para realizar inventarios, normalmente se determina la altura libre de los tanques con una cinta métrica. Los modernos sistemas que utilizan celdas de carga en recipientes de gran exactitud dimensional instalados antes del almacenamiento ha presentado fallas en el registro de datos, ya que, las celdas son muy sensibles a la alta temperatura. La actualización permanente de los sistemas de información y la simplificación de procesos metrológicos es algo en lo que se debe continuar trabajando.

Usualmente en las plantas extractoras se identifica un lector análogo que conectado por medio de un cable de acero a una boya flotante, expresa la lectura del aceite contenido con gran aproximación, en toneladas.

Aspectos importantes en la operación

Evitar la acumulación de aceite en las líneas de conducción utilizando válvulas de purga, las cuales deben emplearse una vez apagada la bomba.



Actividades rutinarias de mantenimiento

Limpieza de lodos sedimentados. Esta labor debe hacerse máximo con una frecuencia trimestral. Lo ideal es hacer ajustes contables con inventarios físicos reales cada mes, para lo cual debe retirarse todo el aceite de los tanques de almacenamiento y hacer un peso parcial del último carro tanque.

Revisar mensualmente el peso de las boyas de los tanques de almacenamiento. Debe realizarse una inspección visual por lo menos cada semana.

CENTRIFUGADO

OBJETIVO

Recuperar la mayor cantidad de aceite posible empleando el principio de las fuerzas centrífugas para producir aceleraciones absolutas de hasta 9g que permitan la separación dinámica de las fases lodosa y aceitosa.



ASPECTOS TÉCNICOS

La temperatura en el tanque de alimentación debe estar alrededor de 95 °C.

La emulsificación en los tanques de alimentación es deseable, ya que, entre más uniforme sea la mezcla mejores resultados se obtendrán en la recuperación de aceites por centrifugado.

El punto de alimentación de la centrifugación debe tener una cabeza de presión mínima de 2 metros de columna de agua, sin considerar las pérdidas por fricción en la tubería y la instalación del filtro rotatorio de cepillo. Siempre es preferible sobrediseñar este requisito y estrangular válvulas para regular los flujos.

Es esencial el cálculo de balances másicos para optimizar el funcionamiento del equipo.

Al iniciar la operación de la centrífuga debe garantizarse la disponibilidad de agua caliente y que el rotor este completamente lleno.

La instalación del filtro rotatorio de cepillos representa una pérdida de la cabeza de presión entre el 20 y 30%.

Los filtros rotatorios de cepillo pueden purgarse de forma continua y por baches, con descargas dirigidas hacia el tanque de lodos.

Debe disponerse de un tanque de purgas, cuyo contenido debe hacerse por la centrífuga.

Análisis de falla y especificaciones técnicas en el centrifugado

La sintomatología de una centrífuga desbalanceada es la excesiva vibración y la disminución en la recuperación de aceite.

La desalineación en centrífugas se manifiesta con altos niveles de vibración y ruido.

A las centrífugas verticales debe realizarse, de manera preventiva, un balanceo dinámico con frecuencia anual después del segundo año de funcionamiento.

Las boquillas deben ser limpiadas y revisadas semanalmente.

Cada mes deben desmontarse las boquillas e inspeccionarse el contorno circular del agujero de descarga.

Semanalmente debe inspeccionarse las juntas soldadas y la superficie del rotor.

Aspectos importantes en la operación y mantenimiento de centrífugas de lodos

Debe existir uniformidad en el flujo de agua que sale a través de cada boquilla durante la preparación de la máquina para su arranque.

Garantizar la disponibilidad de lodos aceitosos y de agua caliente ($T > 70\text{ °C}$) antes de que el equipo entre en operación y durante su funcionamiento.

Verificar que las boquillas no se encuentren obturadas.

Cuando se practiquen reparaciones en el equipo, debe bloquearse el sistema de mando, las válvulas de agua caliente y las de lodos aceitosos, con el fin de evitar accidentes.

Las portaboquillas deben ser instaladas con sus correspondientes anillos de plomo.

Para minimizar el riesgo de desbalanceo debe calcularse el peso de las portaboquillas y compensar las cargas instalando en extremos opuestos aquellas que tengan la menor desviación posible.

Cuando se instalen nuevas poleas, se cambien bandas, rodamientos y otros repuestos críticos, debe verificarse la alineación de las poleas con instrumentos de medición apropiados.

La centrífuga debe arrancarse sólo cuando el rotor esté completamente lleno de agua y nunca debe operar con el rotor parcialmente lleno.

Se recomienda instalar sistemas sencillos de elevación y transporte.

Actividades rutinarias de mantenimiento

Limpiar las boquillas semanalmente.

Limpiar el rotor con abundante agua caliente al finalizar la operación.

Verificar el estado de los anillos de estanqueidad (de plomo).

Comprobar mensualmente el diámetro y la uniformidad del contorno del orificio de las boquillas.

Revisar el nivel de deterioro por abrasión de las platinas de desgaste.

Verificar durante el funcionamiento que la temperatura y el nivel de ruido en el sistema motor, así como la tensión de las correas y que no existan fugas.



RECUPERACIÓN DE NUECES



OBJETIVO

Separar la mayor cantidad de nueces con la menor impureza posible logrando condiciones óptimas para la rotura.

ASPECTOS TÉCNICOS

Actualizar permanentemente el histograma de nueces.
La velocidad angular del sinfín secador de torta debe estar entre 50 y 70 RPM.

La velocidad angular del tambor pulidor debe estar en un rango de 15 a 30 RPM.

A la descarga de las prensas la humedad máxima es 38% en peso. Al ingreso del desfibrador debe ser máximo 28% en peso.

Debe mantenerse el ángulo de inclinación de las paletas.

De acuerdo con el histograma de nueces debe seleccionarse el tamaño de las mallas y la velocidad angular del tambor pulidor.



EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE

OBJETIVO

Recuperar la mayor cantidad de aceite de Palmiste con la mínima impregnación de aceite en la torta de residual.

ASPECTOS TÉCNICOS

- Es importante la trituración y el cribado de la almendra para obtener un material homogéneo y susceptible de absorber carga térmica para optimizar la eficiencia en el prensado.
- El residual de aceite/SSNA en torta debe mantenerse por debajo del 8% en peso.
- El aceite de palmiste debe someterse a procesos de tamizado, sedimentación y prensado.
- La trituración de almendra permite un menor desgaste por abrasión en las prensas de palmiste.

TRATAMIENTO DE EFLUENTES

OBJETIVO

Acondicionar el efluente final para que, cumpliendo con la normatividad ambiental pertinente, sea vertido a esteros de agua dulce y/o empleados en riego

ASPECTOS TÉCNICOS

Los Florentinos han sido diseñados para recibir los condensados de esterilización, aguas aceitosas generadas por los procesos de limpieza y cualquier residuo de aceites y grasas producido por fallas técnicas y/o en la operación de la planta extractora.

Actualizar permanentemente la caracterización fisicoquímica del efluente en todas sus fases del proceso de degradación orgánica: pH, sólidos suspendidos, sólidos totales, aceites y grasas, DQO, DBO₅ .

Aforar frecuentemente los caudales, su relación con la fruta procesada y las concentraciones de aceite de los diferentes puntos de descarga de efluentes en la planta extractora.

El índice de normalidad en la descarga de los florentinos es de 10 gr de aceite por litro de efluente. Las lagunas metanogénicas deben mantenerse con un $\text{pH} \geq 7$ y una relación de alcalinidades ≤ 0.35 . El efluente que ingresa a las lagunas metanogénicas debe tener una temperatura cercana a 40°C .



TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

La automatización es, en esencia, la principal herramienta para optimizar los procesos.

La programación de ciclos de esterilización con opciones múltiples, que permiten la graduación de tiempos, presiones y temperaturas acordes con la calidad del fruto recibido.

Las purgas continuas en los condensados de esterilización limitada por una señal de nivel de líquido en el interior del recipiente. La tendencia en este caso es perfeccionar la captura de la señal para que no se emita una información puntual, sino que se logre la medición de un plano por triangulación y se adopte un dato más representativo del comportamiento de todo el equipo.

La dosificación de racimos al desfrutador con el propósito de alcanzar condiciones estables de carga y tiempos de residencia, para finalmente obtener menores pérdidas en tusas.

El nivel de llenado de los digestores, cuya alimentación es dosificada y los excesos de fruto son descargados a un sinfín de retorno.

El prensado eficiente a través de una relación lineal entre la presión axial del sistema hidráulico y el amperaje del motor del equipo.

Los sistemas de bombeo por nivel y por caudal.

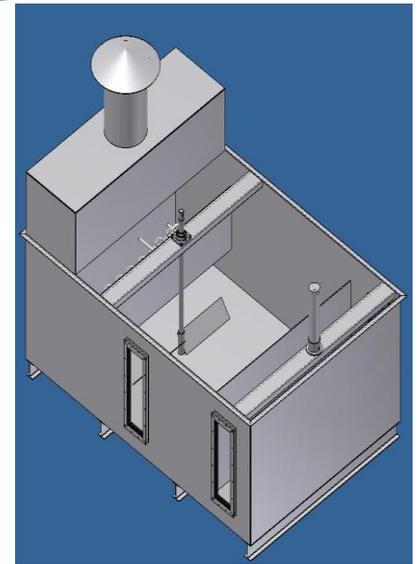
Los filtros de arena y suavizadores de agua con procesos de retrolavado programables.

Los suavizadores con sistemas automáticos para la regeneración de la resina catiónica.

Las purgas de las calderas realizadas con electroválvulas temporizadas o por medio de la captura de señales basadas en la medición de la conductividad.

La graduación de la corriente de aire inducida en los ciclones en función de la capacidad de prensado.

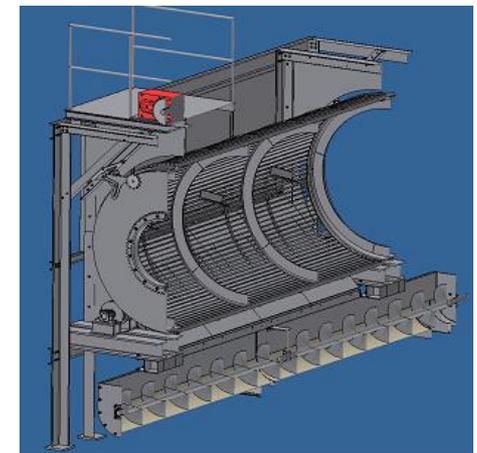
La recolección óptima de aceite primario, obtenido del licor de prensas, se fundamenta en el uso de preclarificadores de aceite con eficiencias superiores al 90% y tiempos de residencia alrededor de 50 minutos. Los lodos primarios son procesados en decantadores de tres fases, que facilitan una reducción de la carga orgánica en lagunas de tratamiento de efluentes representada por la remoción de la fase sólida y un aceite con humedad e impurezas inferiores al 1% en peso.



Otra tendencia es la utilización de materiales inoxidables en vagonetas, digestores, prensas, tanques, tuberías, bombas y accesorios, con el fin de impactar en menor grado el índice de deterioro a la blanqueabilidad (DOBI). Para preservación de la calidad del aceite en relación con dicho parámetro se prefieren también los sistemas de secado al vacío.

Recientemente se han implementado los desfrutadores sin eje. Este nuevo sistema se ha incorporado con el fin de reducir costos de mantenimiento, optimizar la capacidad del equipo y aprovechar de mejor forma la inercia del tambor. Esta mejora y la utilización de mesas densimétricas para la recuperación óptima de almendra, son proyectos en evaluación.

Por razones ecológicas, por el aprovechamiento global de la materia prima, por la reducción de costos en combustibles, energía comercial y sistemas de potencia y por el mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas de un substrato orgánico fácilmente asimilable en las plantaciones, se ha promovido el aprovechamiento de los subproductos del proceso, con proyectos como:



La captura de gas metano de los efluentes del proceso, para obtener certificados de carbono con su quema y/o con su uso.

La captura de gas metano de los efluentes del proceso para consumo como combustible en calderas de baja y alta presión.

La captura de gas metano de los efluentes del proceso para utilizarse como combustible en sistemas de potencia.

La elaboración de compostaje a partir de una combinación estequiométrica de lodos pesados recuperados en lagunas de tratamiento de efluentes, fibra, fragmentos de tusas y ceniza de calderas.



La utilización de los sólidos de tamices y decantadores de tres fases como alimento para ganado.

La disposición de biomasa como combustible de calderas.

El riego fértil a partir de efluentes del proceso.

