

# DISEÑO DE SISTEMA DE SUPERVISION Y AUTOMATIZACION PARA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE APLMA

Joan Feyder Barrera Cuervo - Juan Carlos Vargas

**Resumen**—En este artículo se presenta el diseño de un sistema de supervisión para una planta extractora de aceite de palma y la automatización para la etapa de esterilización de la misma, con el fin de mejorar el proceso de extracción de aceite y además tener un control sobre el mantenimiento de los equipos que intervienen en el proceso. Este diseño se hace mediante un SCADA llamado PCIM y un PLC SIEMENS S7300, el cual estará enlazado con una serie de sensores que llevarán las señales de las variables más relevantes del proceso. Las secciones que se pretenden supervisar son la esterilización, la extracción de aceite en las prensas, la clarificación y la caldera.

**Index Terms**—Clarificación, Esterilización, SCADA.

## I. INTRODUCCION.

El desarrollo aquí presentado tiene como finalidad mejorar el proceso de extracción de aceite de palma mediante el monitoreo y la automatización de algunas secciones de la planta, esto con la finalidad de llevar registros digitales del proceso de modo que el jefe de planta pueda determinar con facilidad la cantidad de producción que se ha realizado durante la jornada, así como también la cantidad de tiempo de funcionamiento de la planta para tomar decisiones sobre el mantenimiento de los equipos.

En este artículo se presenta una breve descripción del proceso de extracción de aceite de palma y de cada una de las secciones de la planta que se pretenden supervisar.

## II. CONTENIDO.

### II-A. Descripción del proceso

Los racimos cosechados de las palmas se deben llevar a una planta de extracción por medio de camiones de carga y se genera el proceso de descarga posterior al pesado de la fruta dándose una secuencia en el proceso que se describe a continuación.

**II-A1. Pesado de fruta:** Este procedimiento consiste en pesar el camión cuando está lleno de materia prima y cuando esta vacío para obtener por diferencia el peso neto de la fruta.[1]

**II-A2. Llenado de góndolas:** Luego de pesada la fruta se procede a depositar esta materia prima en tolvas, las cuales alimentan las góndolas que son vagones individuales.

**II-A3. Esterilización fruta:** Esta etapa consiste en someter el fruto a la acción de vapor para cumplir con los siguientes objetivos básicos.[2]

- Inactivar la lipasa

La lipasa se inactiva a temperaturas relativamente bajas, del orden de los 60°C. Por ello, se podría pensar que el tratamiento de esterilización de los racimos es posible efectuarlo mediante el uso de agua caliente simplemente, pero para cumplir con los demás objetivos de esta primera etapa se requieren temperaturas mayores. Por esta razón se utiliza vapor saturado.

- Facilitar el desprendimiento de los frutos del raquis, ablandando la unión entre ellos.

En la esterilización el fruto es preparado para la etapa de desfrutación, mediante la aceleración del proceso natural de desprendimiento de los frutos similar a cuando llegan a su estado óptimo de madurez. Este proceso ocurre por la evaporación del agua presente en los tejidos del pedúnculo de unión entre el fruto y la tusa, lo cual los ablanda. Al conseguir este objetivo, se minimizan las pérdidas de fruto que se causan por la mala desfrutación.

- Ablandar los tejidos de la pulpa.

En la esterilización, los tejidos de la pulpa del fruto se debilitan, facilitando el rompimiento de las celdas que contienen el aceite durante los procesos de digestión y prensado. Este objetivo se consigue con poco tiempo de esterilización y una temperatura relativamente baja.

- Calentar y deshidratar parcialmente las almendras contenidas en las nueces para facilitar su posterior recuperación.

Con la esterilización se busca un desecamiento de la almendra que al perder tamaño se desprende de la cáscara que la envuelve, facilitando de esta forma, el rompimiento de las nueces y la recuperación de las almendras en la sección de palmistería. La desecación o deshidratación general de la fruta también conlleva la evaporación de la humedad del interior de la almendra.

- Coagular las proteínas.

Como en cualquier tejido vivo, las proteínas se encuentran en las celdas que contienen el aceite en el fruto de palma. Uno de los objetivos de la esterilización es el de coagular dichas proteínas.

Las proteínas favorecen la dispersión del aceite en el agua en forma de pequeñas gotas (emulsificación). Entonces, al coagularlas se reduce la emulsificación del aceite en el agua pues éstas se retienen dentro de la torta de prensado en el momento de la extracción, impidiendo que continúen hasta la clarificación. De lo contrario, se causarían dificultades en la etapa de clarificación para separar el agua del aceite, lo que ocasiona pérdidas mayores en las aguas lodosas de desecho.

(Para una coagulación efectiva de las proteínas en los frutos de palma se requiere una temperatura mínima de 100°C.

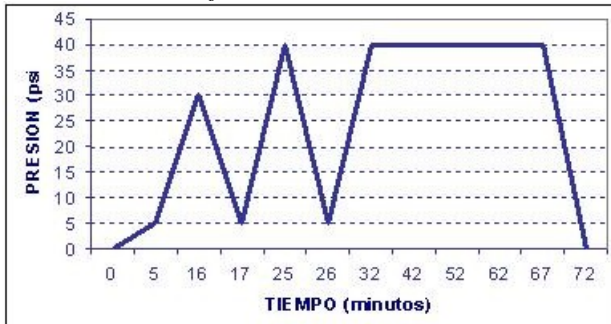
El objetivo de esta etapa es someter el fruto a diferentes presiones para obtener un cocimiento adecuado, el valor de la presión a la que debe llegar el esterilizador y el tiempo que debe durar en ella será configurable por el operario en el sistema de supervisión, esto debido a que dependiendo del estado del fruto se debe cocinar a diferentes presiones y con diferentes tiempos, la presión de vapor en el interior de la autoclave se controlará con ayuda de los siguientes elementos:

- Sensor de presión para esterilizador.
- Sensor de temperatura para tanque condensados.
- Válvula proporcional entrada de vapor.
- Válvula de bypass.
- Válvula de desfogeo.
- Válvula de purga.

**II-A4. Ciclo de esterilización:** El ciclo completo de esterilización comprende 11 pasos básicos, las condiciones de los cuales, a manera de ejemplo, se pueden resumir en el siguiente cuadro[2]

Paso N°	Descripción	Tiempo aprox. (min)	Presión (psi)
1	Desaireación	5	0
2	1° pico (ascenso)	5	20
3	1° pico (expansión)	3	5
4	2° pico (ascenso)	6	30
5	2° pico (expansión)	4	5
6	3° pico (ascenso)	8	40
7	Sostenimiento	30 - 50	40
8	3° pico (expansión)	5	0
3	Seguridad apertura	5	0
10/11	Descargue/Cargue	5	0
	Total	75 - 95	

El siguiente gráfico de tiempo y presión del ciclo de esterilización resume el cuadro anterior:



Los principales pasos de la esterilización se describen a continuación:

- Desaireación: consiste en introducir vapor lentamente con el fin de empujar el aire hacia abajo y evacuarlo por las líneas de condensados
- Ascenso y expansión en un primero y segundo picos: Se realizan con el objeto de expulsar el aire residual que haya podido quedar en el esterilizador y para conseguir

un desecamiento de las almendras dentro de las nueces y obtener la mayor recuperación posible.

- Sostenimiento: en este paso es que realmente se alcanza los objetivos principales de la esterilización. La presión y el tiempo utilizados en el sostenimiento dependen del grado de madurez de los frutos
- Expansión final y operaciones de descargue y cargue del esterilizador: Desde el punto de vista de la seguridad es importante tener en cuenta que en cada esterilizador debe haber una válvula de seguridad indicadora del momento de la apertura de la puerta. Antes de la apertura de la puerta de descarga del esterilizador es indispensable abrir dicha válvula y hasta tanto no haya dejado de salir vapor por ella no se puede proceder a descargar el equipo[2].

**II-A5. Desfrutado:** Luego de haber esterilizado los racimos se procede a separar el fruto del racimo esto se hace en un tambor rotatorio, el fruto se separa para luego enviarlo al digestor por medio de un elevador y el racimo vacío es llevado al campo para utilizarlo como abono orgánico. Se produce el racimo vacío como desecho que representa 23 % sobre fruta.[1]



**II-A6. Digestión:** Los frutos sueltos se transportan a unos cilindros verticales provistos de agitación a baja revolución, llamados digestores. Ahí se desprende la pulpa de las nueces y se rompen las celdas para liberar el aceite que ellas contienen.

**II-A7. Extracción:** El fruto ya digestado se procede a prensarlo. En esta etapa se le aplica agua a la salida del digestor y en la parte inferior de la prensa con el fin de lavar la fibra y lograr que la extracción del aceite sea lo más eficientemente posible y mantener las pérdidas de aceite dentro de los estándares, además de dar la dilución adecuada para realizar la separación en la sección de clarificación. La eficiencia del prensado depende de dos factores; la presión adecuada aplicada a los conos de los tornillos y el estado (por desgaste) de canastas tornillos y conos, además de la buena digestión que se hizo.

Del prensado se producen dos efluentes uno sólido y otro líquido, el sólido está compuesto por la semilla del fruto y las fibras producidas en el proceso de prensado, el líquido va a ser una mezcla aceite – agua – lodos. Representa 60 % sobre fruta, además se produce 6 % de semilla (4 % almendra y 2 % de cáscara) el 9 % es fibra[1].

**II-A8. Clarificación:** El aceite extraído por las prensas contiene impurezas (agua, arena, pedazos de nuez, fibra, etc.) que deben retirarse. Esta purificación se lleva a cabo mediante

la aplicación del principio físico de decantación estática en tanques metálicos, en la sección denominada clarificación. Finalmente, con el uso de máquinas centrífugas y equipos de secamiento al vacío, el aceite de palma queda listo para pasar a los tanques de almacenamiento de la planta. De ahí se despacha a las refineras, donde lo hacen apto para el consumo humano.

*II-A9. Desfibración y Palmisteria:* La mezcla sólida del prensado es separada por medio de una columna de aire la cual separa las fibras y las enviará a la caldera por medio de transportador sinfín para ser utilizadas como combustible en las calderas, la semilla o nuez es mandada a los quebradores donde se clasifica por tamaño y es alimentada a cualquiera de los tres quebradores, después de quebrada la nuez se procede a separar la almendra de la cáscara por medio de un ciclón, la almendra es mandada a un secador donde se le elimina la humedad para luego ser almacenada con una humedad no mayor del 5% y la cáscara es enviada por medio de un transportador sinfín a la caldera para ser utilizada como combustible. La almendra producida se prensa y se extrae 40% de aceite sobre almendra y 50% harina sobre almendra y un 10% humedad sobre almendra.[1]

*II-A10. Las variables que se pretenden supervisar son:*

- Pesado de fruta.
- Presión Esterilizador.
- Presión caldera.
- Temperatura tanque condensados.
- Temperatura digestor.
- Temperatura aceite crudo entrada clarificador.
- Temperatura aceite crudo entrada secador.
- Temperatura silo almendras.
- Corriente prensa.
- Corriente digestor.
- Vacío tanque secado.
- Nivel caldera.

#### REFERENCES

- [1] "PROCESO DE EXTRACCION DE ACEITE," <http://www.gratisweb.com/cultivodepalma/proceso.htm>. [Online]. Available: <http://www.gratisweb.com/cultivodepalma/proceso.htm>
- [2] "ESTERILIZACION," <http://www.gratisweb.com/procesopalma/esterliza.htm>. [Online]. Available: <http://www.gratisweb.com/procesopalma/esterliza.htm>