ESTERILIZACIÓN CONTINUA:
el nuevo paradigma para modernizar el procesamiento del aceite de palma

CONTINUOUS STERILIZATION:
The New Paradigm for Modernizing Palm Oil Milling

AUTORES

Sivasothy Kandiah
Yusof Basiron
Mohamad Sulong
Malaysian Palm Oil Board,
P.O. Box 10620,
50720 Kuala Lumpur (Malaysia)
E-mail: siva@mpob.gov.my
Anhar Suki
Golden Hope Plantations Bhd,
Tingkat 9-16 & 19, Menara PNB, 201
-A Jalan Tun Razak,
50400 Kuala Lumpur (Malaysia)
Ramli Mohd Taha
TH Plantations Sdn Bhd,
Tingkat 28, Bangunan TH Selbon,
165 Jalan Tun Razak
50400, Kuala Lumpur (Malaysia)
Tan Vu Hwa
CB Industrial Product Sdn Bhd,
Lot 4, Jalan Wajal5, Kawasan
Perusahaan Telok Panglima Garang
42500 Selangor (Malaysia)

Palabras CLAVE

Esterilización continua, plantas de beneficio, planta moderna, tecnología de procesamiento.

Sterilization continous sterilization, palm oil milling, modern mill, mill technology

Tomado de Journal of Oil Palm Research (Special Issue - April 2006) p.144-152

RESUMEN

Este documento examina el estado actual de desarrollo y el impacto de un nuevo proceso para la esterilización continua en plantas de beneficio de aceite de palma. El proceso conduce a mejoramientos en el diseño de plantas de beneficio, reduce el número de operarios, reduce los costos de operación y mantenimiento, y simplifica el procesamiento. Las plantas de beneficio que usan el proceso pueden ser supervisadas y automatizadas con más facilidad. Evitando el uso de tanques a presión para esterilización y contenedores para el manejo de racimos, las plantas de beneficio son más seguras para los operadores. El uso de trasportadores en lugar de contenedores también minimiza el derrame de frutos y mantiene las plantas más limpias.

SUMMARY

This paper examines the current status of development and impact of a new process for continuous sterlization on palm oil milling. The process leads to improvements in the design of mills, reduces the number of process operators, lowers the operating and maintenance costs, and simplifies mill operation. Mills using the process can be more easily supervised and automated. By avoiding the use of pressure vessels for sterilization and cages and cranes for the handling of bunches, palm oil mills are made safer for operators. The use of conveyors in place of cages also minimizes spillage of fruits and oil making mills cleaner.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la tecnología usada en plantas de beneficio convencionales se puede atribuir a la investigación llevada a cabo en el Congo en la década de 1950, según el informe Mongana. El espectacular crecimiento de la industria del aceite de palma en Malasia desde la década de 1960 no condujo a avances significativos en el proceso usado para extraer aceite y palmiste de los frutos frescos.

La industria del aceite de palma de Malasia es consciente de la necesidad de modernizarse para poder seguir siendo viable y competitiva de cara a los

nuevos retos, incluyendo normas ambientales más estrictas, escasez de mano de obra y la competencia de otros países productores de aceite de palma. La gran escasez de mano de obra ha hecho que la industria palmera en Malasia dependa en mucho de trabajadores inmigrantes.

En plantas de beneficio que usan procesos de esterilización convencionales, los racimos se cargan en cajas y se llevan a los esterilizadores donde se esterilizan por lotes usando vapor a 40 psig. El proceso evita el deterioro de la calidad del aceite debido a la actividad enzimática. También facilita la separación de los frutos del racimo y la extracción de aceite y palmiste. Sin embargo, el uso de vapor a alta presión intermitente para lograr una buena esterilización dificulta el procesamiento continuo. Se han sugerido muchos métodos para esterilización continua (Informe Mongana, 1955; Olie y Tjeng, 1974; Sivasothy, 1989; Cheah y Maycock, 1991; Sivasothy *et al.*, 1993; Loh, 1994), pero ninguno ha sido realmente efectivo y viable en términos económicos. Recientemente, un nuevo proceso para esterilización continua introducido por la MPOB ha impulsado esfuerzos para transformar la tecnología de procesamiento.

En el nuevo proceso, el entrelazamiento de las inflorescencias en los racimos se rompe usando una trituradora de rodillo doble. Los racimos se calientan luego usando vapor a baja presión para facilitar el procesamiento continuo. La Figura 1 ilustra un sistema basado en el nuevo proceso de esterilización continua. Estudios piloto y a escala de laboratorio (Sivasothy y Rohaya, 2000; Sivasothy *et al.*, 2000, 2002, 2005) demostraron la viabilidad técnica y económica del nuevo proceso. Posteriormente se construyó un sistema a escala comercial en el Centro de Tecnología de Plantas de Procesamiento de Palma de Aceite (Pomtec) de la MPOB en Labu.

A la fecha, 16 plantas de beneficio están usando el nuevo proceso y otras tres están en construcción (Tabla 1). El proceso de esterilización continua ha dado paso a nuevos paradigmas en cuanto al diseño y operación de plantas de beneficio. Este documento

Tabla 1. Plantas de beneficio que usan sistema de esterilización continua

Capacidad de la planta (t/h)	Plantas terminadas	Plantas en construcción	Total de plantas
5	6	–	6
10	5	1	6
12	1	–	1
15	1	–	1
20	2	1	3
45	1	1	2
Total	16	3	19

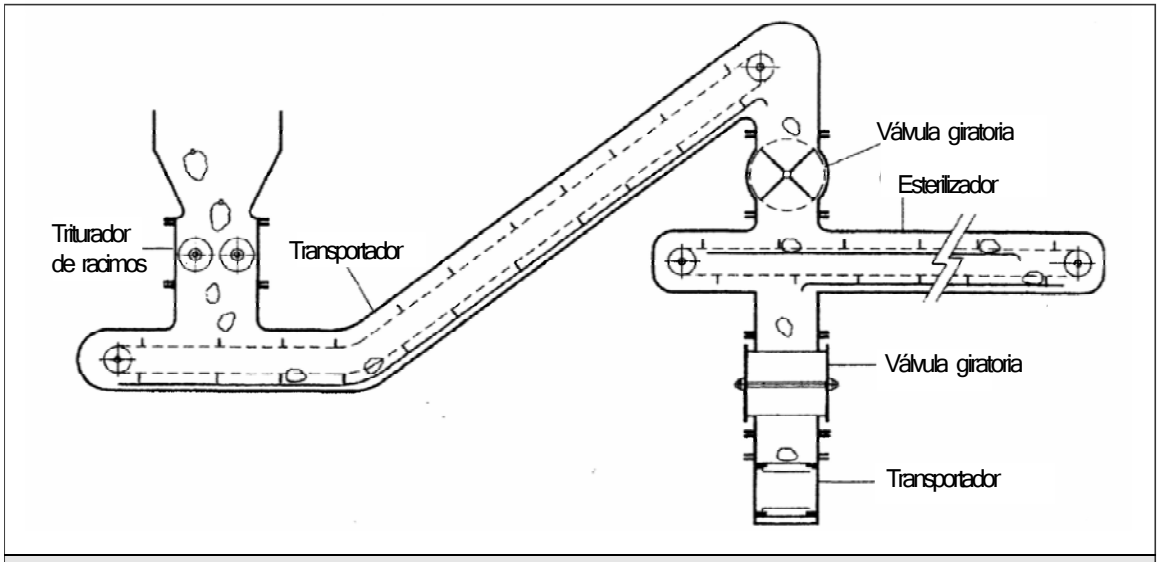

Figura 1. Sistema de esterilización contínua.

examina el estado actual de este desarrollo y su impacto en el procesamiento del aceite de palma.

EFICIENCIA DEL PROCESO

Un total de tres plantas de beneficio en Malasia están completamente basadas en el nuevo proceso de esterilización continua (Tabla 2). Las tablas 3 y 4 comparan el rendimiento de las dos plantas más nuevas que usan este proceso, la planta Bukit Puteri y la planta Ladang Pasir Besar, con otras plantas de procesamiento cercanas. Las tablas 5 y 6 muestran el rendimiento promedio de la planta Bukit Puteri en julio de 2005. Las tablas 7 a 9 muestran el rendimiento diario de la misma planta de agosto 1 de 2005 a agosto 18 de 2005.

En las tablas 3 y 4 se puede observar que la tasa de extracción de aceite (TEA) de las plantas Bukit Puteri y Ladang Pasir Besar está entre las mejores en su región. La TEA en la planta Bukit Puteri en agosto de 2005 (Tabla 7) ha estado constantemente por encima de 21% y con frecuencia sobrepasa 22%.

La tasa de extracción de aceite de palmiste (TEAP) en plantas que usan esterilización continua parece ser comparativamente baja (tablas 2, 3 y 4). Sin embargo, parece que el problema ha sido superado. La TEAP en la planta Bukit Puteri (tablas 5 y 7) ha venido aumentando en forma continua de abril a agosto de 2005 y ha llegado a un nivel comparable con el de las plantas convencionales. En apariencia, el incremento en TEAP se ha logrado principalmente a través del secado de las nueces antes de la trituración y reduciendo las pérdidas de palmiste en cáscaras húmedas.

Aunque el nuevo proceso de esterilización se lleva a cabo usando baja presión o presión atmosférica,

Tabla 2. Plantas de beneficio que usan procesos de esterilización continua en Malasia

Planta de beneficio	Estado	Año comienzo operaciones	Capacidad anual T/ RFF	TEA (%)*	TEAP (%)
Melalap	Sabah	2003	96.000	23,05	3,73
Bukit Puteri	Pahang	2005	120.000	21,98	4,54
Ladang Pasir Besar	Negeri Sembilan	2005	60.000	20,02	5,01

Nota: *rendimiento promedio en junio de 2005.

Tabla 3. Rendimiento comparativo de la planta Bukit Puteri con otras plantas cercanas

Sistemas de lote	Distrito	Capacidad anual (T/RFF)	Utilización capacidad (%) +	TEA (%)*	TEAP (%)
Bukit Puteri	Kuala Lipis	120.000	80,81	21,98	4,54
Kerdau	Temerloh	194.000	101,76	20,11	5,03
Mill A	Kuala Lipis	259.200	23,24	21,83	4,39
Mill B	Raub	240.000	87,11	19,39	5,87

Nota: *comenzó operaciones en marzo de 2005.
+ Rendimiento promedio en junio de 2005.

Tabla 4. Rendimiento comparativo de la planta Ladang Pasir Besar con otras plantas cercanas

Sistemas de lote	Distrito	Capacidad anual (T/RFF)	Utilización capacidad (%) +	TEA (%)*	TEAP (%)
Landang Pasir Besar*	Tampin	60.000	39,51	20,02	5,01
Kota Bahagia	Rompin	160.000	99,33	20,26	5,12
Mill A	Tampin	350.000	98,74	19,32	5,97
Mill B	Tampin	120.000	47,03	19,54	5,45
Mill C	Jempol	360.000	75,53	18,10	4,93

Nota: *comenzó operaciones en febrero de 2005.
+ Rendimiento promedio en junio de 2005.

Tabla 5. Rendimiento promedio de la planta Bukit Puteri en julio de 2005

Parámetro	Valor promedio
TEA	20,91
TEAP	5,17
Rendimiento de la plantas (t/ RFF/ hr)	15,90
Utilización de la planta (%)	61,89
Horas de procesamiento	389,40
RFF procesado (t)	6.189
Aceite producido (t)	1.303
Palmiste producido (t)	320
Racimos sin desgranar (%)	2,97
Pérdida aceite (prensa tornillo 1) (OCDB) (%)	9,03
Pérdida aceite (prensa tornillo 2) (OCDB) (%)	8,96
Nueces rotas en torta prensada (prensa tornillo 1) (%)	24,07
Nueces rotas en torta prensada (prensa tornillo 2) (%)	23,93
Pérdida aceite (centrífuga lodo 1) (OCWB) (%)	0,84
Pérdida aceite (centrífuga lodo 2) (OCWB) (%)	0,91
Pérdida aceite (centrífuga lodo 3) (OCWB) (%)	0,99
Aceite en corriente de fondo de clarificador (base húmeda) (%)	3,46

Tabla 6. Rendimiento promedio de la planta Bukit Puteri en julio de 2005

Parámetro	Valor promedio
Pérdida de palmiste en fibra de ciclón (%)	2,20
Pérdida de palmiste en cáscara húmeda (%)	2,36
Pérdida de palmiste en cáscara seca (Winnower 1) (%)	1,55
Pérdida de palmiste en cáscara seca (Winnower 2) (%)	0,96
Eficiencia de trituración (Ripple Mill 1) (%)	97,35
Eficiencia de trituración (Ripple Mill 2) (%)	98,18
Aditivos en palmiste de producción (%)	4,19
Materia volátil en palmiste de producción (%)	5,09
Semillas rotas en palmiste de producción (%)	28,56
AGL en aceite de producción (%)	4,25
Materia volátil en aceite de producción (%)	0,090
Mugre en aceite de producción (%)	0,004

facilita en forma significativa el desgrane de los racimos. Esto se ha observado en la mayoría de las plantas de beneficio que usan esterilización continua. Únicamente 2 ó 3% de los racimos tienen frutos sin desprender (Tabla 5). Lo racimos con frutos sin desprender tienen tan sólo un pequeño porcentaje de los frutos originalmente presentes en los racimos de fruta fresca. No existen racimos con altos porcen-

Tabla 7. Rendimiento diario en la planta de Bukit Puteri desde agosto 1 de 2005 a agosto 18 de 2005

Día	RFF procesado	TEA	TEAP	Palmiste en fibra de ciclón (%)	Palmiste en cáscara húmeda (%)	Palmiste en cáscara seca (Winnower 1) (%)	Palmiste en cáscara seca (Winnower 2) (%)
1	193,98	21,88	5,22	1,90	2,25	1,90	1,30
2	214,80	21,57	5,50	2,20	2,20	2,70	1,60
3	375,09	22,91	5,70	2,30	2,45	2,10	1,70
4	369,96	22,74	5,65	1,80	3,00	2,20	2,00
5	295,66	21,38	5,70	2,25	2,75	2,40	1,70
6	101,38	21,27	5,54	2,10	2,45	0,70	0,80
7	124,88	21,12	5,70	1,90	2,25	0,90	0,60
8	175,00	21,13	5,80	2,00	1,90	0,80	0,90
9	381,51	20,45	5,71	1,90	1,55	0,70	0,50
10	168,93	21,57	5,77	1,80	3,50	1,20	1,60
11	183,92	21,31	5,65	1,50	7,35	1,60	1,00
12	316,58	21,01	5,71	2,15	2,30	2,40	1,70
13	299,54	22,08	5,89	2,10	2,80	0,66	1,20
14	194,15	22,05	5,72	2,35	2,30	2,40	2,00
15	150,05	22,24	5,69	2,15	3,10	0,80	0,90
16	137,25	21,02	5,61	1,90	1,95	1,60	1,80

tajes de frutos sin desprender como es común encontrar en los procesos de esterilización por lotes. Sin embargo, en algunas plantas de beneficio se ha observado que la eficiencia del desgrane de la trilladora puede ser menor al 100%. Se ha intentado superar este problema a través de un proceso de desgrane y en dos etapas en la planta de Bukit Puteri, usando una trituradora antes del segundo ciclo de desgrane.

La pérdida de aceite en condensados en el proceso de esterilización continua se evita modificando el sistema de descargue de condensados de tal manera que se descarguen junto con los racimos a través de la válvula de salida.

Aunque los frutos en el proceso de esterilización continua no parecen estar tan bien cocidos como los frutos en el proceso por lotes, éstos se pueden procesar más usando el sistema convencional. Se observó que los contenidos de humedad y de contenido de aceite de la fibra en plantas de beneficio que usan el proceso de esterilización continua fue inicialmente más alto que en el proceso de esterilización por lotes. Las dos plantas mencionadas usan digestores horizontales para drenar más efectivamente el aceite libre antes del procesamiento. La pérdida de aceite en la torta prensada en la planta Bukit Puteri (tablas 5 y 8) ha llegado a un nivel comparable al de las plantas de beneficio convencionales. En apariencia, la mayor baja pérdida de aceite se ha logrado a costa de más nueces rotas en la torta prensada.

El contenido de aceite en la torta prensada en la planta Ladang Pasir Besar se ha mantenido en forma constante por debajo del 8% (base seca) en los últimos meses.

La pérdida de aceite en el lodo resultante del proceso de clarificación en la planta Bukit Puteri (Tabla 9) parece ser más alta que en las plantas convencionales. Las fluctuaciones diarias en la cantidad de lodo descargado del proceso de clarificación parecen ser bastante significativas, posiblemente indicando que la operación de esta planta no se ha ajustado suficientemente todavía.

Se ha observado que la pérdida de aceite en lodos en Pomtec no es significativamente diferente a la pérdida en plantas convencionales. La cantidad de lodo descargado del proceso de clarificación en Pomtec aumentó aproximadamente de 38% del RFF procesado en el proceso de esterilización por lotes a aproximadamente 43% en el de esterilización continua. La diferencia de rendimiento en el proceso de clarificación entre la planta Bukit Puteri y Pomtec puede ser debida a diferencias en la instalación de los equipos en las dos plantas.

Tabla 8. Rendimiento diario de la planta Bukit Puteri de agosto 1 de 2005 a agosto 18 de 2005

Día	Pérdida aceite Prensa 1 (OO/WB)%	Pérdida aceite Prensa 1 (OO/DB)%	Pérdida aceite Prensa 2 (OO/WB)%	Pérdida aceite Prensa 2 (OO/DB)%	Pérdida aceite Tusas (OO/WB)%	Nueces rotas Prensa 1 %	Nueces rotas Prensa 2 %
1	6,53	12,01	5,13	8,45	2,73	11,24	23,97
2	6,08	11,01	4,48	7,27	3,51	16,67	17,11
3	5,67	10,09	4,45	7,21	3,30	5,63	10,90
4	6,12	12,36	5,14	7,83	4,11	4,36	35,47
5	4,77	6,81	6,08	10,06	3,74	20,10	40,50
6	6,03	9,75	5,45	7,82	2,73	9,97	11,25
7	6,15	10,82	–	–	2,15	14,98	–
8	5,67	8,83	–	–	5,47	25,69	–
9	5,50	9,67	7,33	11,82	4,69	13,42	15,93
10	5,15	9,54	5,36	7,75	4,93	19,12	38,41
11	6,32	10,64	4,91	8,43	5,67	19,85	15,09
12	4,26	6,65	4,48	7,72	5,05	11,98	27,34
13	5,54	9,31	5,61	9,37	4,80	16,85	14,20
14	5,84	10,68	–	–	2,37	13,65	–
15	4,69	7,76	–	–	1,95	19,74	–
16	4,77	8,34	5,38	7,13	2,10	14,77	27,07

Tabla 9. Rendimiento diario de la planta Bukit Puteri de agosto 1 de 2005 a agosto 18 de 2005

Día	Pérdida aceite (Centrífuga 1) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite (Centrífuga 2) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite (Centrífuga 2) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite (Centrífuga 2) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite (Centrífuga 3) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite (Centrífuga 3) (OOW/B) (%)	Pérdida aceite en lodo ($kg\ t^{-1}$ RFF)	Lodo producido ($t\ t^{-1}$ RFF)
1	0,83	11,37	0,79	13,55	0,94	12,95	8,32	0,98
2	0,96	12,90	0,90	16,67	1,06	15,82	6,88	0,71
3	1,16	14,25	1,00	16,56	1,07	15,01	9,46	0,89
4	0,72	11,11	0,94	7,39	0,90	10,37	7,41	0,87
5	1,11	17,45	0,91	18,06	1,11	18,97	11,85	1,14
6	1,15	17,37	0,80	16,99	1,20	17,80	10,55	0,99
7	0,98	24,77	0,82	16,53	0,90	17,94	7,85	0,86
8	0,85	14,17	0,84	15,36	0,95	15,35	8,81	1,02
9	1,22	17,53	1,02	20,00	1,22	17,18	8,35	0,73
10	0,84	12,88	0,94	16,58	0,79	8,86	6,66	0,77
11	1,01	15,86	0,89	16,82	1,06	16,67	7,65	0,78
12	1,20	17,42	1,07	18,42	1,15	17,32	7,66	0,67
13	0,91	14,87	0,87	16,67	0,93	15,50	8,29	0,92
14	1,00	16,67	0,77	16,59	0,98	17,22	12,87	1,40
15	1,16	19,37	1,16	22,88	1,21	20,00	11,37	0,97
16	0,95	14,68	0,83	14,19	0,92	8,76	10,39	1,15

COSTO DE PROCESAMIENTO

Al eliminar el uso de gran parte del equipo que se usa en la esterilización por lotes, como las cajas esterilizadoras, rieles, grúas, o volcadoras, carros de trasbordo y tractores, el costo de mantenimiento de la sección de una planta que va de la plataforma de cargue a la trilladora se puede reducir en forma sustancial. Se estima que el costo anual de mantenimiento de esta sección en una planta convencional es del orden de RM 1,30 a RM 2,50 por tonelada de RFF.

La mayoría de las plantas que usan sistemas de esterilización continua son relativamente nuevas y todavía no han tenido que realizar reparaciones importantes. La ruptura del entrelazamiento de las inflorescencias de los racimos en el nuevo proceso se logra usando una trituradora de rodillo doble. El uso de este triturador proporciona muchas ventajas, incluyendo costos bajos de mantenimiento y operación. Las cadenas del trasportador se deben cambiar después de unos pocos años de operación. Se estima que el costo anual de mantenimiento del sistema de esterilización continua es de aproximadamente RM 0,72. Esto implica una reducción en costos de mantenimiento de aproximadamente RM 0,58 a TM 1,78 por tonelada de RFF procesado.

El nuevo proceso también conlleva una reducción sustancial de mano de obra. La Tabla 10 muestra que la reducción de mano de obra es más significativa en plantas de gran capacidad. La Tabla 11 analiza los ahorros en costo de mano de obra en una planta que procesa 30 toneladas de RFF por hora y maneja un cultivo anual de 144.000 toneladas de RFF. La mano de obra en una planta convencional normalmente se divide en dos turnos de aproximadamente 25 personas por turno. Dependiendo del salario mensual promedio, con este nuevo proceso, el ahorro en costos puede ser de hasta RM 3,13 por tonelada de RFF procesado usando el nuevo proceso.

Tabla 10. Número de operadores del proceso

Capacidad de planta	Esterilización por lotes	Esterilización continua
10	15	8
20	20	10
30	25	–
45	30	15

Tabla 11. Impacto del proceso de esterilización continua en los costos de mano de obra

Salario mensual promedio (RM)	Costos de mano de obra		
	Esterilización por lotes[1]	Esterilización continua[2]	Ahorro en costos (RM t/RFF)
750	450.000	180.000	1,88
1.000	600.000	240.000	2,50
1.250	750.000	300.000	3,13

Notas: 1) con base en 25 operadores por turno.
2) con base en 10 operadores por turno

La Tabla 12 muestra el impacto de operar plantas las 24 horas del día sin parar. Se espera que el costo fijo, que es aproximadamente 50% del costo general de la operación, se reduzca de RM 15 a RM 10 t^{-1} de RFF procesado. No habrá necesidad de usar diesel si la planta se puede operar 24 horas al día. El ahorro potencial de costos, si la planta opera 24 horas al día, sería de RM 8,60 t / RFF procesado.

La Tabla 13 muestra que el ahorro potencial de costos generales que pueden lograr las plantas de beneficio que usan procesos de esterilización continua es de aproximadamente RM 12,28 por tonelada de RFF procesado.

OPERACIÓN DE LA PLANTA

La presión y contrapresión de la caldera de una planta que usa el proceso de esterilización continua fluctúa mucho menos que en una planta convencional. Al eliminar el uso de ciclos múltiples de esterilización, la demanda por vapor permanece relativamente constante minimizando, por tanto, las fluctuaciones en la presión de vapor y en la frecuencia y voltaje eléctrico. Estas fluctuaciones normalmente conllevan problemas tales como mayores pérdidas de producto, mala calidad y menor rendimiento.

Una de las ventajas del nuevo proceso es que la demanda constante de vapor elimina la necesidad de iniciar manualmente la caldera en forma periódica para compensar las fluctuaciones en demanda de vapor. La iniciación manual de la caldera tiende a afectar la proporción aire/combustible en el horno, que es un factor importante responsable de las emisiones de humo negro

En una planta de beneficio convencional, los racimos esterilizados se llevan en cajas a una tolva y de allí a la trilladora. Se han reportado grandes fluctuaciones en la velocidad y frecuencia en que los racimos se llevan a la trilladora, y esto causa problemas en la trilladora y en el resto del proceso. La separación de frutos es menos eficiente si hay sobrecarga. Las grandes fluctuaciones en la tasa de flujo causan que el nivel de los frutos en el digestor varíe, haciendo la digestión menos efectiva. En plantas de beneficio con múltiples prensas de tornillo, la última prensa normalmente se opera en forma intermitente, haciendo el prensado menos eficiente. La separación de nueces y fibra es menos efectiva si la columna de separación de pericarpio se somete a amplias fluctuaciones de carga. También será muy difícil controlar con precisión la cantidad de agua que se agrega al licor de prensado para optimizar la separación de aceite y lodo durante la clarificación

Amplias fluctuaciones de flujo requieren estricta supervisión del proceso para compensar los problemas

Tabla 13. Ahorros potenciales de costo de procesamiento con la esterilización continua

Parámetro	Ahorro de costos (RM t/RFF)
Reducción en mano de obra	2,50
Operación de planta 24 horas	8,60
Reducción en mantenimiento	1,18
Ahorro total costos	12,28

Tabla 12. Efecto de cambiar la operación de 16 a 24 horas por día en los costos de procesamiento

Horas de procesamiento por día	RFF procesado por año (t)	Utilización de planta (%)	Costos fijos (RM t/RFF)*	Costos variables (RM t/RFF)	Costo combustible (RM t/RFF)	Costo total proceso (RM t/RFF)
16	144.000	67	15,00	11,40	3,60	30,00
24	216.000	100	10,00	11,40	nil	21,40

Nota: *asumiendo costos fijos de 50% del costo total en una planta típica.

que causan estas fluctuaciones, haciendo muy difícil lograr una reducción sustancial en mano de obra.

La habilidad de regular con precisión el flujo de racimos que salen de la tolva ofrece numerosas ventajas para la operación de la planta de beneficio. El proceso de esterilización continua y el resto del proceso se puede realizar en condiciones casi uniformes a lo largo del día, eliminando la necesidad de que los operarios tengan que hacer cambios frecuentes para compensar las interrupciones que ocurren en plantas de beneficio convencionales. Esto no sólo hace posible una reducción sustancial en mano de obra, si no que además facilita la automatización y reduce la pérdida de aceite de palmiste durante el procesamiento

Comparado con el procesamiento convencional de aceite de palma, es mucho más fácil introducir un paso adicional de procesamiento para limpiar los racimos de fruta fresca a medida que los racimos se van transportando. Limpiar los racimos antes del procesamiento ofrece numerosas ventajas:

- Limpiar la arena reduce los costos de operación y mantenimiento y minimiza las interrupciones de la operación
- Es probable que la calidad del aceite mejore, ya que la presencia de partículas abrasivas puede conducir a que el aceite recoja más hierro.

En Pomtec se instaló un sistema de limpieza antes de la esterilización continua. Aunque este sistema está en proceso de ajuste, ha demostrado ser capaz de remover hasta el 93% de la basura que entra a la planta de beneficio.

AUTOMATIZACIÓN

Una ventaja significativa de la esterilización continua sobre la esterilización por lotes es que permite una operación continua de principio a fin, haciendo rentable la automatización de las operaciones de manejo de racimos. Se puede usar un sistema de control para toda la planta para facilitar el monitoreo desde una sala de control. Este sistema se instaló recientemente en Pomtec (Figura 2). Una automatización de esta magnitud nunca se había intentado en una planta de beneficio.

Las funciones del sistema de control general de la planta instalado en Pomtec son:

Monitoreo del proceso en tiempo real

Toda la información importante relacionada con el estado del equipo y los procesos es monitoreada por el sistema de control usando pantallas de texto y gráficas animadas de proceso. El monitoreo en tiempo real permite una evaluación más completa y profunda de los equipos, procesos y dinámicas del proceso que sería imposible hacerlo en forma manual.

Control automático

Se usan controles cíclicos para todas las variables críticas del proceso. Aunque los ciclos de control se pueden usar para garantizar que los parámetros del proceso, tales como temperatura y nivel, se mantengan en los valores deseados, la complejidad y el costo de implementar estos controles sólo se puede justificar si existen beneficios tangibles. Hasta que estudios de análisis de proceso puedan confirmar los beneficios del control automático, el monitoreo remoto desde la sala de control y los ajustes periódicos hechos por los operarios se consideran suficientes.

Control centralizado de motores

Para promover mayor automatización y para facilitar el monitoreo y control de la planta desde una sala de control, el sistema de control general de la planta se usa para monitorear el estado de todos los motores. El sistema también monitorea la carga en todos los equipos y activa alarmas cuando la carga es anormalmente alta.

El sistema se usa para activar y apagar secciones de la planta y para realizar apagados de emergencia si existen condiciones anormales

Para los motores más críticos se usan inversores para facilitar el cambio de retención y/o producción desde la sala de control.

Inspección visual

Un sistema CCTV se usa para monitorear operaciones que requieren estrecha supervisión pero que aún no pueden ser completamente automatizadas y para reforzar la seguridad en la planta de beneficio.

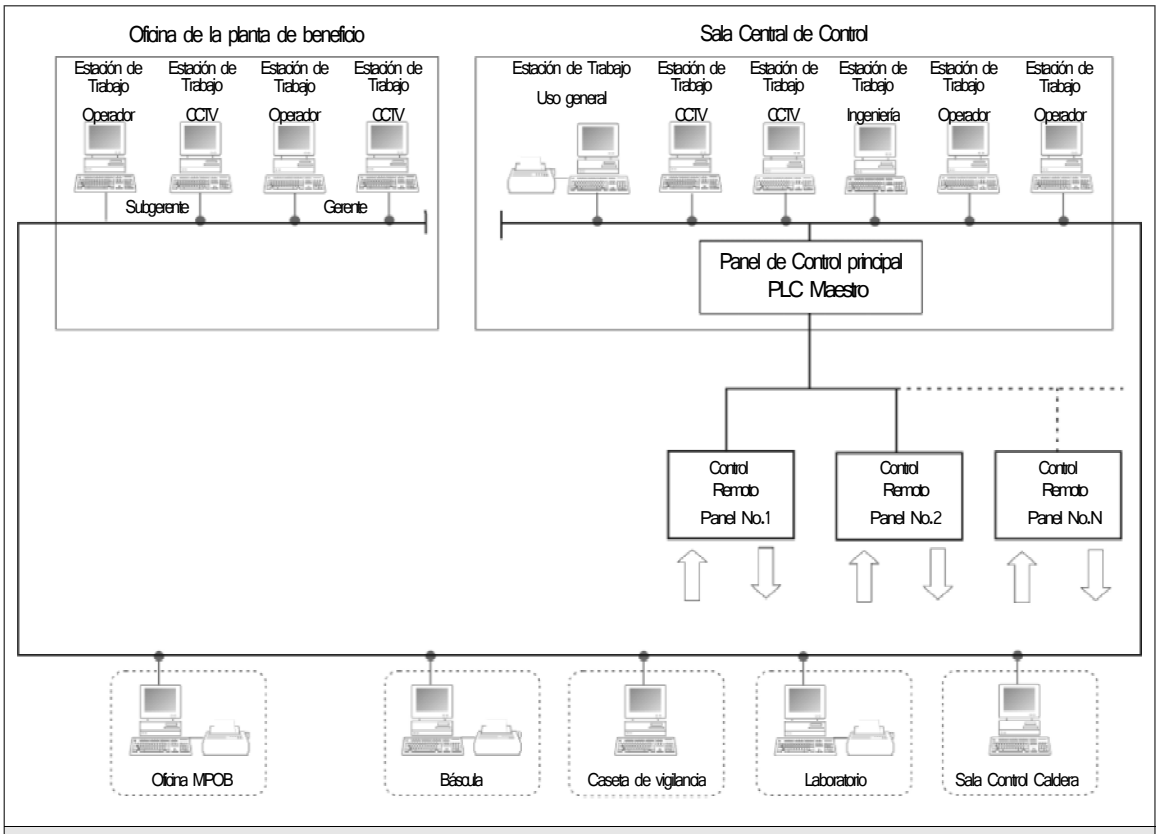

Figura 2. Planta – Arquitectura del sistema de control.

Diseño de la planta

El diseño de las plantas de beneficio no ha cambiado mucho desde los años cincuenta. Sin embargo, el avance logrado en esterilización continua nos ha estimulado a reexaminar el diseño de estas plantas. El uso de tecnología simple y sin complicaciones para la esterilización continua garantiza que el sistema sea fácil de usar y económico

El nuevo proceso elimina el uso de cajas, rieles, grúas, volcadoras, carros de trasbordo y tractores y por tanto facilita el diseño y construcción de plantas más compactas que las convencionales. Además, las plantas diseñadas para usar el nuevo proceso son más fáciles de manejar que las convencionales.

En el pasado, la mayoría de las plantas de beneficio se diseñaban sin tener muy en cuenta la seguridad y limpieza. El derrame de aceite y frutos sueltos es muy común. Las debilidades del diseño hacen que sea muy difícil mantener las plantas limpias. Los accidentes en plantas de beneficio son muy comunes y pueden ser fatales.

Al eliminar el uso de tanques a presión para esterilización, y cajas y grúas para la manipulación de racimos, las plantas de beneficio son mucho más seguras para los trabajadores.

El uso de trasportadores de cinta para el manejo de racimos también minimiza el derrame de frutos sueltos y aceite durante el procesamiento, dando como resultado plantas más limpias.

Es necesario hacer un buen control de calidad durante la fabricación del equipo y la construcción de la planta para minimizar fugas en los trasportadores. Si se logra esto, la limpieza diaria de plantas, como se hace actualmente, puede no ser necesaria y se puede lograr una reducción de mano de obra aún mayor.

Parece que es hora de adoptar un enfoque más integral para modernizar las plantas de beneficio aprovechando los avances en esterilización continua y automatización, de tal manera que las nuevas plantas que se construyan reflejen verdaderamente una tecnología de vanguardia en el procesamiento del aceite de palma.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al gerente de Bukit Puteri Palm Oil Mill y Ladang Pasir Besar Palm Oil Mill por suministrarnos información para facilitar la evaluación del rendimiento de las plantas de beneficio.

BIBLIOGRAFÍA

Cheah, KY; Maycock, JH. 1991. Microwave sterilization of fresh fruit bunches. *Engineering News.* 21: 2-4.

Loh, TW. 1994. Innovative methods in oil processing/oil palm industry. Proc. of the 1994 Porim National Palm Oil Milling and Refining Technology Conference. Kuala Lumpur: 75-80.

Mongana Report. 1955. Irsia. Porim, Bangi. 1: 84-85.

Olie, JJ; Tjeng, TD. 1974. The Extraction of Palm Oil. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur: 29-35.

Slvasothy, K. 1989. A study on sterilisation with emphasis on achieving continuous processing. Porim Report PO (163) 89: 17-21.

Slvasothy, K; Ma, AN; Maycock, JH; Koichiro, Y. 1993. Combined sterilization stripping process. *Palm Oil Developments* (19): 20-29.

Sivasothy, K; Rohaya, MH. 2000. Crushing and sterilization of fresh fruit bunches: a promising approach for continuous sterilization. International Planters Conference. Kuala Lumpur. 17-20 May.

Sivasothy, K; Rohaya, MH; Tan, YW. 2000. Continuous sterilization of fresh fruit bunches. National Seminar on Palm Oil Milling, Refining Technology, Quality and Environment Genting Highlands. 34 July.

SivasothY, K; Rohaya, MH; Tan, YW; Wong, PW; Menon, R; Ramani, R; Zulkifli, AR. 2002. A new approach to sterilization of oil palm fresh fruit bunches in palm oil mills. National Seminar on Palm Oil Milling, Refining Technology, Quality and Environment. 19-20 August . Kota Kinabalu.

Slvasothy, K; Rohaya, MH; Yusof, B. 2005. A new system for continuous sterilization of oil palm fresh fruit bunches. I. *Oil Palm Research.* 7 December. (17): 145-151.