

OPERACIÓN ALTERNA EN ESTERILIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE ACEITE IMPREGNADO EN TUSAS*

Notas del Director

El éxito de una tecnología depende no solamente de ésta, sino también de la forma como se aplica. En muchos casos puede causar un impacto importante en la productividad; sin embargo, si la forma como se hace la aplicación de la misma no es la apropiada, su efecto puede ser negativo. En la agroindustria de la palma de aceite, se tienen diferentes procesos tanto en el cultivo como en la planta de beneficio que se deben revisar y establecer cuál es el más eficiente y efectivo para la aplicación de determinada tecnología. En el caso de la fertilización, no basta con calcular las dosis y determinar las fuentes, sino que se debe ver cómo es el proceso de aplicación del fertilizante. En las plantas de beneficio existe un gran número de procesos que se deben controlar eficientemente para que las pérdidas de aceite se minimicen. En esta tarea CENIPALMA ha hecho varios trabajos y en este CENIPALMANCES se presentan resultados sobre variantes en el proceso de esterilización, de tal forma que se pueda encontrar cómo hacer el proceso mucho más eficiente.

En los procesos tanto de cultivo como de planta, es necesario realizar diferenciación competitiva a nivel nacional con la participación de todas las empresas hasta lograr identificar cuál es la mejor práctica que se debe aplicar en cada una de las etapas de los diferentes procesos. Esta actividad se ha iniciado tanto en el cultivo como en la planta de beneficio y sus resultados se podrán obtener más rápido si se logra que la mayoría de las plantaciones y plantas de beneficio participen en él. Debemos recordar que la competencia no está entre las plantaciones colombianas sino en el mercado internacional.

Pedro León Gómez Cuervo
Director Ejecutivo

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN



E Los balances de masa y cuantificación de pérdidas de aceite en el proceso de extracción, han permitido identificar al aceite impregnado en tusas como el punto de mayor generación de pérdidas de aceite en planta. Según promedios obtenidos para las zonas Norte y Central (García J. y Yáñez, 2000), esta pérdida puede representar entre el 0.71% y 1.19% de aceite/RFF lo que significa que para una planta promedio que procesa 60.000 toneladas de

RFF** al año, esta pérdida representa entre 426 y 714 toneladas de aceite. En trabajos realizados anteriormente por Cenipalma (Fuentes, 1999), se ha podido establecer que el proceso de esterilización puede incidir en un 40 - 50% de esta pérdida total, siendo complementado por el proceso de desfrutado el cual mostró una gran incidencia en la generación de la misma. En el proceso de esterilización se ha evaluado la incidencia de variables del proceso como el tiempo y las presiones empleadas durante el ciclo, así como el grado de maduración de los racimos sobre

la impregnación en tusas (Fernández, 1998). Sin embargo, existen otras variables de gran incidencia en la pérdida en tusa, como el mecanismo y forma de evacuación del vapor y los condensados de esterilización durante el proceso de expansión. Dentro de las operaciones a realizar en el esterilizador, se ha estudiado la evacuación de condensados como uno de los aspectos importantes que promueven la pérdida de aceite, dado el lavado que este efectúa sobre los frutos en esterilización (Whiting, 1983).

En este contexto algunas plantas de beneficio han puesto en práctica métodos alternos en la operación del ciclo de esterilización, incluido el manejo de condensados, con el propósito de reducir las pérdidas de aceite impregnado en tusas. Para ello, presentaron algunas propuestas como la realización de la expansión del vapor al final de cada pico por la parte inferior del autoclave, utilizando las tuberías de condensados con este propósito. Estas modificaciones representan cambios importantes en la operación del ciclo de esterilización, que debieron ser evaluados para demostrar estadísticamente la viabilidad técnica y económica del método alterno tomando como referencia la reducción de pérdidas de aceite en tusas.

* Edgar Eduardo Yáñez Angarita. Inv. Aux. Cenipalma; Jesús Alberto García Núñez. Inv. Asis. Área de Procesos y Usos. Cenipalma. A.A. 252171. Bogotá (Colombia); José Francisco Granados. Director

** Racimos de fruto fresco

METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en la planta de beneficio de Aceites S.A. (Aracataca, Magdalena), la cual posee una capacidad de proceso de 27 Ton RFF/hora. El proceso de esterilización se realiza en tres autoclaves con capacidad para 6 vagonetas que cargan 2500 Kg de RFF cada una. El ciclo de esterilización realizado en la planta de Aceites S.A. consta de tres picos de presión de 25, 30 y 45 psi, con un tiempo promedio de 35 minutos en el periodo de presión constante hasta completar 72 minutos para el tiempo total de ciclo. El trabajo se desarrolló en dos fases, utilizando en primera instancia las líneas de condensados para la evacuación del vapor (diámetro 3"), mientras para la segunda fase se dispuso la instalación de una línea colectora de 6" en la evacuación de los condensados para reducir el tiempo necesario en la expansión del vapor. Para cada ensayo se utilizó el fruto en condiciones normales de cosecha y proceso en planta, sin establecer parámetros fuertes de restricción. Durante cada día de prueba, se realizaron los ensayos de evaluación y testigo (convencional) de manera consecutiva y en la misma autoclave. En cada ensayo se midió el volumen de condensados y su concentración de aceite, así como el contenido de aceite en tusas al final del proceso de esterilización tomando para esta una muestra de 4 tusas de la parte superior de la tercera vagoneta. Adicionalmente, se midió el tiempo necesario para la realización de cada una de las etapas del ciclo de esterilización, para determinar los puntos críticos donde el tiempo se incrementa. En total se completaron 24 ensayos para las dos fases del proyecto.

Para evaluar los resultados del trabajo se tomaron como base, el tiempo empleado en la realización del ciclo de esterilización por su ingerencia en la capacidad de procesamiento de la planta, la impregnación de aceite en tusas y el volumen de condensados generados en el proceso.

RESULTADOS

Tiempo empleado en el ciclo de esterilización

Dado que las líneas de purgas no estaban inicialmente diseñadas para la evacuación del vapor, se incrementó el tiempo de esterilización por el reducido diámetro de las tuberías. Adicionalmente, se presentó un arrastre de condensados fuera de la chimenea que generó una lluvia de los mismos en el área de influencia. Con el propósito de solucionar estos aspectos se empacó un tercio de la chimenea con piedras, para eliminar el arrastre de condensados y reducir el tiempo de esterilización.

Posteriormente, se analizó el momento en el cual ya no se presentaba flujo líquido de condensados durante la descarga de cada pico, por lo que se decidió evacuar el vapor por las líneas de condensados hasta dicho instante, momento a partir del cual se liberaba el vapor por la parte superior de manera tradicional. En general, para el primer pico se definió una presión de 10 psi, para el segundo pico de 20 psi y para el tercer pico se iniciaba el desfogue superior cuando la presión alcanzaba 25 psi.

Al analizar los tiempos obtenidos para cada etapa del ciclo de esterilización en la fase 1, se observa que el procedimiento de evaluación supera en 17.28 minutos al convencional (Tabla 1). Esta diferencia se presenta por el incremento en el tiempo de descarga en cada uno de los picos. El tiempo de sostenimiento es mayor durante el ascenso de la presión en los ensayos convencionales. Estas fluctuaciones se deben básicamente al nivel de contrapresión que se tenía en la caldera en el tiempo de sostenimiento, además este tiempo se maneja en general, como el tiempo faltante para completar el tiempo

total de ciclo, cuando estudios recientes demuestran la sensibilidad de la pérdida de aceite impregnado en tusas sobre esta etapa del ciclo. En la Tabla 1 se presentan las diferencias estadísticamente significativas, como son el tiempo de descarga en los picos 2, 3 y tiempo total de ciclo. Dado los resultados obtenidos en la fase 1, se realizó el acondicionamiento de las líneas de condensados, instalando una tubería colectora de 6" en reemplazo de la línea existente de 3", con el propósito de reducir la diferencia en el tiempo total del ciclo de esterilización.

Tabla 1. Tiempo requerido para cada una de las etapas del ciclo de esterilización en la fase 1 (minutos)

Etapas	picos	Evaluación Promedio	Convencional Promedio
Ascenso en la presión	p1	6.0	11.3
	p2	8.7	11.0
	p3	12.1	11.7
Descarga del vapor	p1	4.4	3.0
	p2	8.7 **	1.8 **
	p3	12.4 **	2.4 **
Sostenimiento		39.7	34.3
Tiempo Total		92.1 **	74.8 **

** Diferencias altamente significativas; $P < 0.01$

Un aspecto relevante del nuevo sistema en la fase 2, fue la reducción del ruido al utilizar las tuberías para la evacuación del vapor por la parte inferior del autoclave. Este aspecto redujo notablemente la contaminación sonora de las plantas, debido a que el proceso de esterilización es uno de los que más contribuye junto con la palmistería neumática en la generación de este problema. Los tiempos empleados por el ciclo de esterilización en la segunda fase se relacionan en la Tabla 2, en la cual se puede apreciar la reducción de los tiempos totales del ciclo de esterilización. Los tiempos empleados en la descarga del vapor para los picos 2 y 3, presentan diferencias estadísticas que son compensadas con las variaciones en los tiempos de ascenso de presión en cada pico y con los cambios en el tiempo de sostenimiento. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el tiempo total no presenta diferencias, respaldando la opción de emplear el sistema propuesto sin asumir un incremento en el tiempo total del ciclo de esterilización.

Tabla 2. Tiempos empleados para cada una de las etapas del ciclo de esterilización en la fase 2 (minutos)

Etapas	picos	Evaluación	Convencional
Ascenso en la presión	p1	7.0	17.4
	p2	7.8	8.2
	p3	9.2	10.4
Descarga del vapor	p1	2.6	1.8
	p2	5.0 **	1.8 **
	p3	8.5 *	4.6 *
Sostenimiento		36.2	36.8
Tiempo Total		74.6	70.8

** Diferencias altamente significativas; $P < 0.01$

* Diferencias significativas; $P < 0.05$

Volumen de condensados generados en esterilización

Con el propósito de medir el volumen de condensados generados por cada etapa del ciclo de esterilización, se dispuso de un tanque aforado en la línea colectora de los condensados. Debido a la utilización común de su tanque colector, se dejó fuera de servicio a las dos autoclaves restantes durante la realización del ensayo.

Como se aprecia en la Tabla 3, aproximadamente el 50% del total de condensados se genera en los dos primeros picos de presión, que corresponden al 30% del tiempo total del ciclo esterilización, debido a

mayor tasa de transferencia de calor, como resultado del gradiente de temperatura entre el vapor y los racimos de palma de aceite. Esto puede generar una acumulación de los condensados debido a la utilización de un sistema fijo y constante (instalación de by-pass con válvula ósteria de diámetro reducido) para la evacuación de condensados durante el ciclo.

tratamiento de evaluación, sin que exista una diferencia estadísticamente significativa (Tabla 5).

Tabla 5. Pérdida promedio de aceite en condensados de esterilización

TTO	Gramos/litro	Acéite/ssna
Evaluación	35.16	78.74
Convencional	23.34	63.97

● Pérdida de aceite impregnado en tusas

Tabla 3. Volumen de condensados de esterilización generados por etapa. Fase 1

TTO	% del Volumen total generado por etapa del ciclo de esterilización				Volumen Total (l)/ciclo	l/ton RFF
	pico 1	pico 2	pico 3	sostenimiento		
Evaluación	16.7	34.2	26	23.1	2937	195.8
Convencional	18.4	32.2	27.3	22.1	3313	220.9

Teniendo en cuenta la modificación realizada en el autoclave para la evacuación de los condensados en la segunda fase, se realizó nuevamente la medición del volumen, determinando en esta fase la concentración de aceite en los mismos. En la Tabla 4 se muestran los resultados, en los que se establece la misma tasa de generación de condensados (50% del total) para el 30% del tiempo total de ciclo. Las diferencias entre tratamientos para el volumen total de condensados no fueron estadísticamente significativas en las fases del proyecto.

Sin embargo, se nota un ligero incremento en el volumen total para ambos tratamientos en la segunda fase, especialmente para el tratamiento de evaluación. Este incremento se pudo deber al arranque de los ensayos con las líneas de vapor frías, dado que la disponibilidad de proceso se limitó al primer ciclo de esterilización del día.

Además se encontró una mayor concentración de aceite para el

Se corroboró la alta incidencia del proceso de desfrutado en la impregnación de aceite en tusas (Yáñez, E.; *et al.*, 2000). También, se observó el mayor grado de impregnación obtenido con el procedimiento convencional de operación del ciclo de esterilización, al pasar de 2.3% hasta 4.8% aceite/ssna** aumentando un 110% el valor de pérdida en impregnación de aceite en tusa a la salida del autoclave (Tabla 6).

Tabla 6. Pérdida de aceite impregnado en tusas a la salida de esterilización y desfrutado. Fase 1

Parámetro	Sitio de muestreo	Evaluación	Convencional
%SSNA/Muestra	Autoclave Desfrutado	33.3 33.5	32.5 35.2
% Aceite/SSNA	Autoclave Desfrutado	2.28** 6.99	4.82** 9.31

*** Sólidos secos no aceitosos

La impregnación de aceite al final del desfrutado fue superada por el método convencional registrando aumentos desde la salida del autoclave hasta de un 33%.

Para la segunda fase se presentó un incremento en las pérdidas de aceite impregnado en tusas,

debido a la mayor capacidad del proceso efectuada durante la realización del ensayo. La incidencia de este efecto se dio principalmente en la sección de desfrutado, razón por la cual los datos presentados en la Tabla 7 para la segunda fase, solo muestran los resultados al final del proceso de esterilización.

Tabla 7. Pérdida de aceite impregnado en tusas al final de ciclo de esterilización. Fase 2

Item	Evaluación	Convencional
%SSNA/Tusa	33.88	30.24
% Aceite/Tusa	8.35*	12.15*

* Diferencias significativas, prueba de t, $\alpha = 0.05$, $p = 0.0194$

La Tabla 7 reitera lo observado en la fase 1, donde la mayor impregnación de la tusa se genera por el procedimiento convencional de esterilización. A pesar de lo anterior, se presentó un incremento adicional con respecto a la primera fase en la pérdida de aceite en tusas, relacionada con problemas en el taponamiento de las rejillas para la evacuación de condensados en el autoclave.

Con lo anterior se demuestra la viabilidad de emplear el método alterno para la esterilización de racimos de palma de aceite, dada la

reducción de aceite impregnado en tusas que como se mencionó inicialmente, representan la mayor pérdida de aceite en el proceso de extracción. Si se tiene en cuenta valores promedios de %ssna/tusas de 33% y una relación de 21% tusas/RFF puede estimarse una reducción de pérdidas para los valores observados de aceite en ssna en las tablas 6 y 7. La reducción observada en los ensayos realizados representan entre 0.16% y 0.27% de aceite/RFF, que para una planta que procesa 60.000 ton RFF/año significa una reducción en la pérdida de aceite de 96 - 162 ton de aceite.

CONCLUSIONES

● De acuerdo con los ensayos realizados, la evacuación del vapor por la parte inferior del autoclave, puede generar una reducción en la pérdidas de aceite en planta entre 0.16 y 0.27% de aceite/RFF.

● Con el aumento en el diámetro de la tubería de expansión del vapor de 3" a 6", se obtuvieron tiempos similares para la realización total del ciclo de esterilización comparando el sistema convencional con el evaluado en este experimento.

BIBLIOGRAFÍA

García, J.; Yáñez, E.; 2000. Balance de pérdidas de aceite en plantas de beneficio de las zonas palmeras colombianas norte y central. Palmas vol. 21 Especial Tomo I p. 375.

Fuentes, L. 2000. Optimización y estandarización de operaciones en el proceso de extracción de aceite de palma en la zona central, con énfasis en esterilización, centrifugación y muestreo. Tesis de grado.

Yáñez, E.; García, J.; Fuentes, L.; 2000. Impregnación de aceite en los racimos vacíos durante la esterilización y el desfrutado. Palmas vol 21 Especial Tomo I p. 312

Fernández, C. 1998. Estudio de ciclos de esterilización de racimos de palma de aceite durante el proceso de extracción en la planta extractora de Agroince (San Martín, Cesar). Universidad Industrial de Santander. 103 p.

Whiting, D.A.M. 1983. Sterilization Station Design/ Operation. Proceeding of Regional Workshop on Palm Oil Mill Technology and effluent treatment p. 7-16

Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. 2000. Manual de laboratorio en plantas de beneficio primario para fruto de palma de aceite. Cenipalma, Bogotá 117 p.

Tabla 4. Volumen de condensados de esterilización generados por etapa. Fase 2

TTO	% del Volumen total generado por etapa del ciclo de esterilización				Volumen Total (l)/ciclo	l/ton RFF
	pico 1	pico 2	pico 3	sostenimiento		
Evaluación	22.4	27.9	28.5	21.2	4187	279.1
Convencional	28.6	23.8	26.4	21.2	3557	237.1

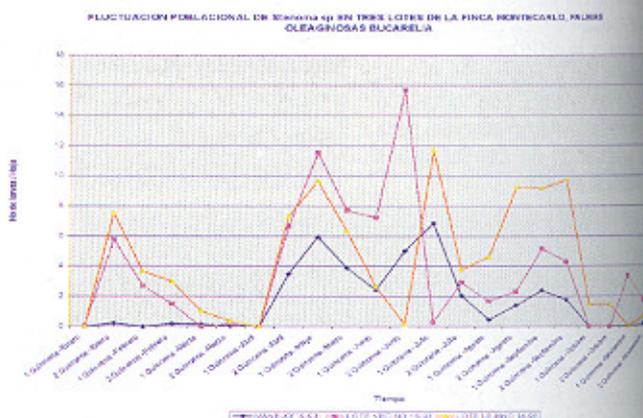
COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS DEFOLIADORES DE LA PALMA DE ACEITE EN LA ZONA CENTRAL DURANTE EL AÑO 2001*

Durante los dos últimos años, en la zona de Puerto Wilches, algunas especies de insectos plagas, tales como *Euprosterina elaeasa* Dyar, *Stenoma cecropia* Meyrick y *Opsiphanes cassina* Felder han incrementado sus poblaciones y se han venido alternando en el ataque a la palma de aceite, como respuesta a la poca atención que le prestan a este tema algunos palmeros considerados como pequeños, o al manejo químico que de manera indiscriminada le vienen dando algunas de las otras plantaciones.

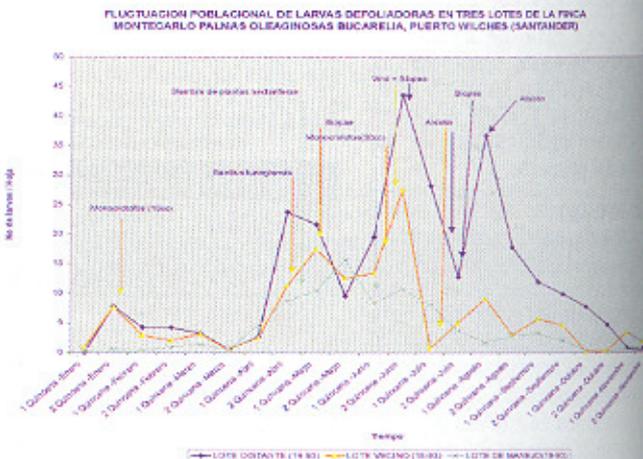
La siembra y el mantenimiento de plantas nectaríferas dentro o alrededor de los lotes de palma se sigue manifestando como la práctica más adecuada para la estabilización del agroecosistema de la palma, expresada por el incremento de las poblaciones de parasitoides y por ende del control biológico natural de plagas. Fue así como en Palmosan, a pesar de la presión constante de *E. elaeasa* en fincas vecinas, se logró mantener cinco generaciones consecutivas de esta plaga, en niveles inferiores a 20 larvas por hoja durante el año 2001, con un incremento significativo del número y de las poblaciones de insectos parasitoides. Infortunadamente este control natural no alcanzó a contrarrestar la presión ejercida por las poblaciones de la plaga proveniente de fincas vecinas donde no hacen nada en esta materia.

Otro ejemplo lo constituye el lote 19 de la finca Montecarlo de Bucarelia, donde desde el mes de abril del 2001 se inició un programa de siembra de plantas nectaríferas, especialmente de varias especies de *Urena* y *Triumpheta*. En ese lote, en lotes vecinos y en otros distantes que no tienen vegetación nectarífera, se lleva el registro de la fluctuación de la población de las plagas más prevalentes, para conocer su comportamiento en estas condiciones.

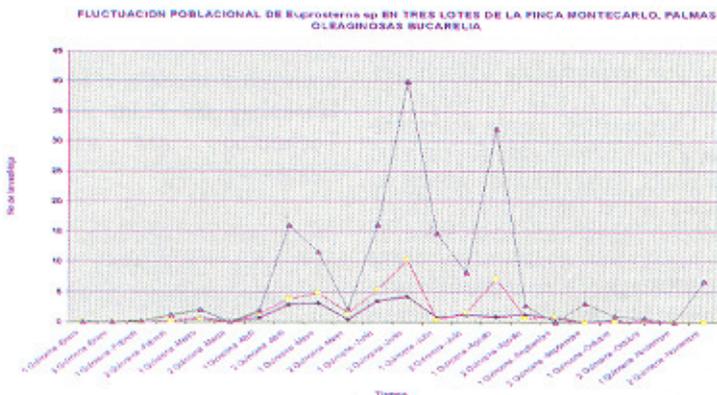
En la figura 1 se observa la forma como fluctuó el nivel de la población de *E. elaeasa* en los tres lotes y se nota que este nivel fue inferior y bastante estable en el lote 19 donde se sembraron las plantas nectaríferas. Un comportamiento similar de la población se observó en el lote vecino, mientras que en el distante sin vegetación nectarífera las fluctuaciones de la población fueron altas. Una situación parecida se observó con las poblaciones de *Stenoma cecropia* las cuales se encuentran registradas en la figura 2.



Es más evidente el efecto de las plantas nectaríferas sobre las poblaciones de los insectos plagas, cuando estas se analizan de manera conjunta. En la figura 3 se puede observar la forma como fluctuaron los niveles de la población de los defoliadores en los tres lotes en estudio. Se observa unas fluctuaciones muy fuertes de la población de defoliadores en el lote distante sin plantas nectaríferas con varias intervenciones de control. En el lote 19, con plantas nectaríferas, la fluctuación fue menor, el nivel de la población fue más estable y la única intervención química no dio los resultados esperados, de manera que no afectó el normal desempeño del control natural de insectos.



*Franz Betancourt, Estudiante Universidad Nacional, Bogotá
Jorge Aldana, Biólogo Entomología, Cenipalma, Bucaramanga
Hugo Calvache G., Líder Área Sanidad Vegetal, Cenipalma
Eduardo Castañeda, Bucarelia, Puerto Wilches



Director
Pedro León Gómez Cuervo
Coordinación Editorial:
Fedepalma
Impresión
Molher Impresores
Esta publicación contó con el apoyo del
Fondo de Fomento Palmero