

# Trabajo con prensa de tusas

## Working with Empty Fruit Bunch Press Machines

AUTOR



**Philibert Laiton Pinzón**

Director del Departamento Técnico  
Unipalma de los Llanos  
planta@unipalma.com

### Palabras CLAVE

Prensa de tusas, clarificación,  
pérdidas de aceite en tusa,  
Unipalma de los Llanos

Empty fruit bunch press, clarification,  
oil loss in empty bunches,  
Unipalma de los Llanos

Ponencia presentada dentro  
del Marco de la IX Reunión  
Técnica Nacional en  
Palma de Aceite. Cenipalma  
27-29 de septiembre-2010

### Resumen

Con la idea de disminuir las pérdidas de aceite en tusas, la empresa Unipalma de los Llanos analizó varias alternativas, entre ellas el fracturador de racimos, la picadora de tusa y la prensa de tusa. Se decidió por esta última y con la implementación ha logrado reducirlas alrededor de 46%. Del proceso se obtienen tanto el aceite recuperado como las tusas prensadas que van al campo para preparar compostaje, lo que en la actualidad le toma entre 40 y 45 días, y anteriormente, sin prensar la tusa, entre tres y cuatro meses. El aceite recuperado se puede mezclar con el del proceso, debido a que su composición físico química se mantiene dentro de los límites de referencia permitidos para aceite crudo de palma.

### Abstract

With the aim of reducing oil losses in empty fruit bunches (EFB), Unipalma de los Llanos analyzed several alternatives, including bunch crushers, bunch shredders and EFB press machines. The company decided on the latter. With its implementation the company managed to reduce oil losses by about 46%. The process recovers oil and produces pressed bunches that are returned to the field for composting, which currently takes between 40 and 45 days, instead of the 3 or 4 months that it took when bunches were not pressed. The recovered oil can be mixed with process oil, because its characteristics are maintained within the permissible limits to palm oil.



## Introducción

La empresa Unipalma de los Llanos está ubicada a 48 kilómetros de Villavicencio, capital del departamento de Meta. Cuenta con una planta de extracción de aceite de palmiste con capacidad de 30 t/día, y una planta de extracción de aceite rojo con capacidad 25 t/hora.

Para la implementación de la prensa de tusas, se analizaron dos antecedentes: pérdida de aceite en tusa a racimo de fruta fresca (RFF) del orden de 0,5%, y producción de compostaje.

Se trataba de disminuir las pérdidas de aceite por impregnación en la tusa, y facilitar y acelerar la

descomposición de tusas en el campo para utilizarlas como compostaje.

## Metodología

Se analizaron los siguientes elementos: fracturador de racimos, picadora de tusa y prensa de tusa (Figura 1). Se decidió implantar esta última, cuyo esquema de montaje en la planta se muestra en la Figura 2.

El procedimiento comienza por la alimentación directa y dosificada a la prensa de la tusa que sale del desfrutador, y termina en la obtención tanto del aceite recuperado de ella, como el de la tusa prensada que se utiliza posteriormente en el campo como compostaje.



Figura 1. Alternativas contempladas.



Figura 2. Esquema del montaje de la prensa de tusa en la planta.

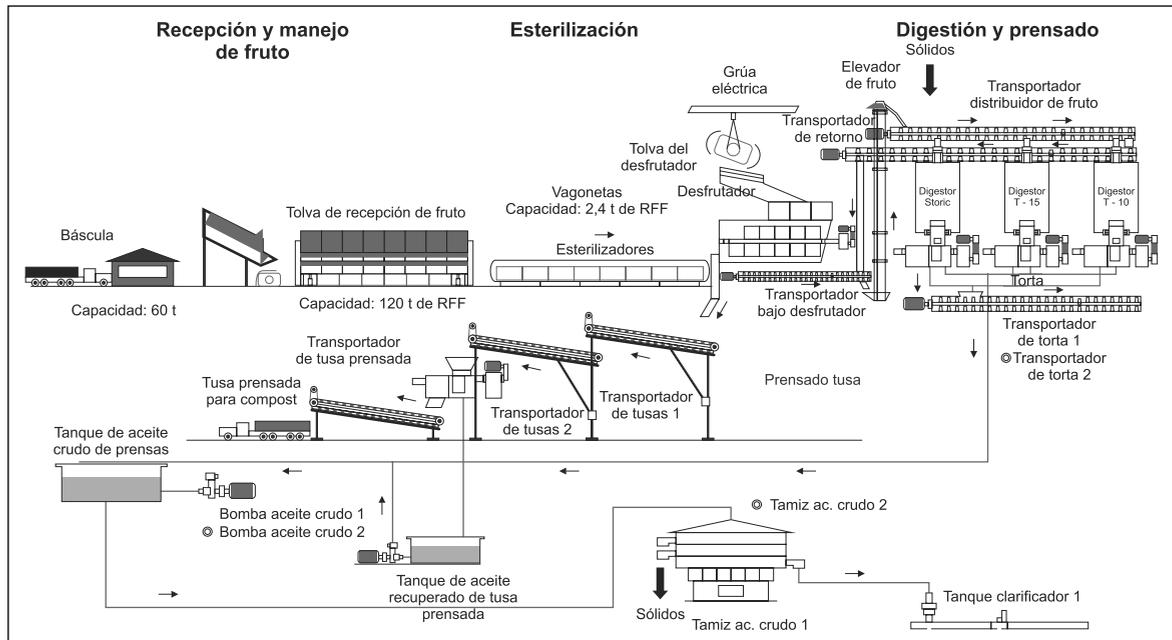


Figura 3. Diagrama de prensado de la tusa.

En la planta se diseñó un emparejador de tusa para evitar que un operario tenga que hacer esa labor, con el objetivo de nivelar la caja para que sea transportada rápidamente.

La Figura 3 es un esquema completo de la planta de Unipalma de los Llanos, hasta la sección de extracción. Como se ve, del desfrutado directamente se alimenta a la prensa y de ésta sale tusa prensada para iniciar el proceso de compostaje. Se tamiza el aceite y se mezcla con el otro en clarificación.

## Resultados

Las Figuras 4 (porcentaje de tusa a racimo), 5 (porcentaje de aceite en sólidos secos no aceitosos) y 6 (pérdida

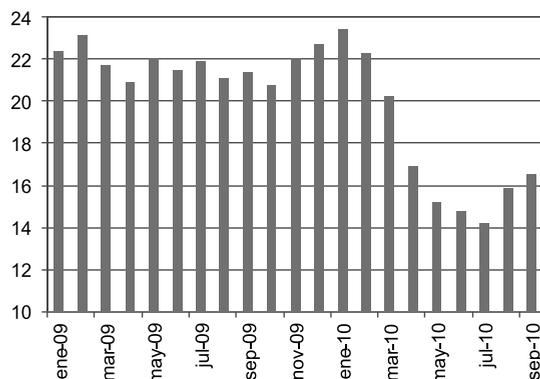


Figura 4. Porcentaje de tusa a racimo de fruta fresca (RFF).

total de aceite en tusa a racimos) muestran reducciones importantes, que favorecen la operación especialmente cuando las plantas pagan el transporte por tonelada, pues es menor el peso que se ha de transportar.

Como se ve, el porcentaje de tusa a racimo venía de umbrales altos, entre 22 y 25 %, el de sólidos secos no aceitosos de 5 a 7% y el de pérdida total de aceite en tusa, de 0,43 a 0,55 %.

La Figura 7 muestra con claridad el impacto que tiene prensar la tusa sobre la reducción de las pérdidas. En efecto, marzo, mes en el que se empezó a hacer, muestra la disminución drástica; y como en abril no pudo prensarse, debido a que se hicieron unos cambios en el montaje de la máquina, las pér-

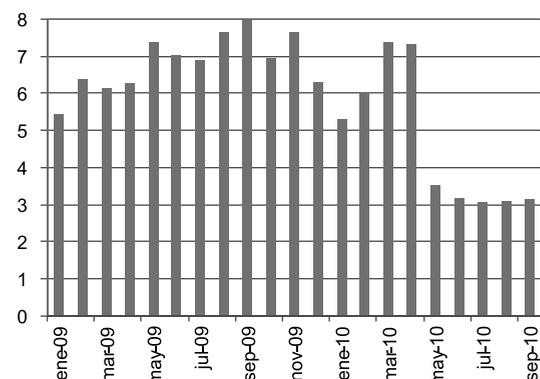
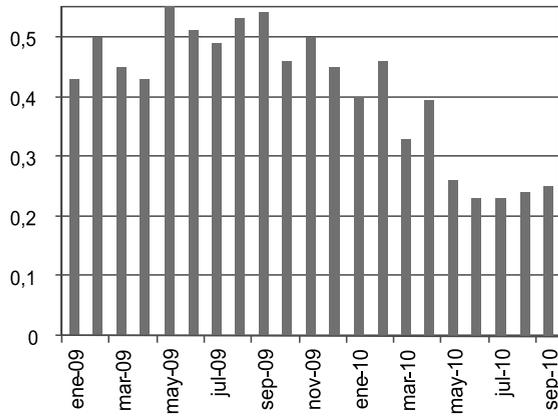


Figura 5. Porcentaje de aceite en sólidos secos no aceitosos (SSNA).



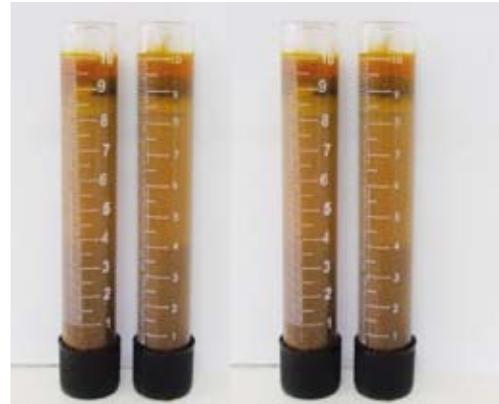
**Figura 6.** Pérdida total de aceite en tusa a racimos.

didadas de aceite volvieron a aumentarse de manera considerable. La Figura 8 muestra los totales de las mismas pérdidas.

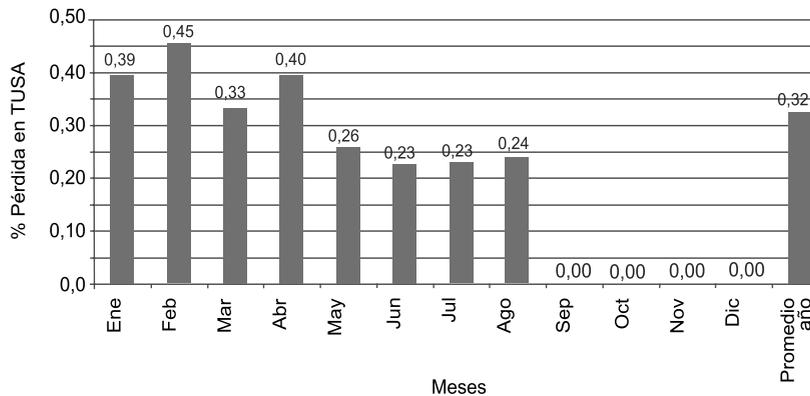
En cuanto al aceite de la tusa prensada, es importante decir que en la empresa había dudas sobre si éste podría mezclarse con el aceite de proceso. El resultado de la caracterización realizada por Cenipal-

ma demostró que sí era posible, pues se encuentra dentro del rango de los valores de referencia (mínimo y máximo) permitidos (Tabla 1).

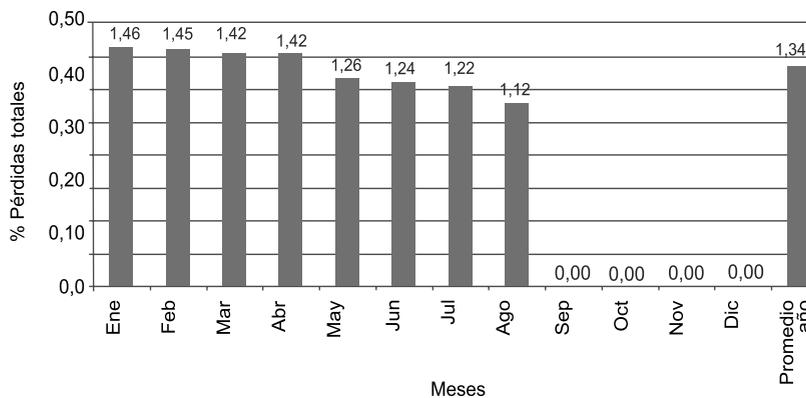
La composición volumétrica (entre 7 y 10%) del aceite que sale de la tusa se puede observar en la Figura 9.



**Figura 9.** Composición volumétrica del aceite que sale de la tusa.



**Figura 7.** Pérdida total de aceite en tusa a racimos. Comportamiento pérdidas en tusa.



**Figura 8.** Comportamiento pérdidas totales



<b>Tabla 1.</b> Caracterización de los aceites de la tusa prensada y del proceso de extracción					
<b>Resultados muestras de laboratorio</b>					
<b>Análisis</b>		<b>Aceite de palma de prensa</b>	<b>Aceite de palma de tanque No. 3</b>	<b>Valores de referencia</b>	
				<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>% Ácidos grasos</b>	Palmitico (C16:0)	42,1	41,4	41	47
	Láurico (C12:0)	<0,1	0,2		0,2
	Esteárico (C18:0)	6,0	5,6	3,5	6
	Oleico (C18:1n9c)	38,3	39,0	36	44
	Linoléico (C18:2n6c)	10,0	10,2	8	12
<b>% Triglicéridos *</b>	OLL	2,2	2,2		
	PLL	8,1	8,4	7,24	8,71
	MLP	n,d	n,d		
	OLL	3,5	3,5	2,8	3,57
	POL	15,7	18,1		
	PLP	13,8	13,6	14,41	16,72
	MPP	n,d	n,d		
	OOO	2,5	2,5	2,64	3,79
	POO	19,4	19,4	17,43	19,77
	POP	23,6	22,9	22,1	24,2
	PPP	3,2	2,8	0,64	3,89
	SOO	1,9	2,0	1,73	2,37
	POS	4,2	4,2	3,5	4,92
	PPS	0,3	0,4	0,11	0,8
	SOS	n,d	n,d		
Índice de yodo, mg I2 absorbido/100 g de aceite		53,7	54,9	50	58
Índice de próxidos, milieq de peróxido/kg de aceite		0,4	0,9	<1	
% AGL, como ácido palmítico		2,56	2,22	<5	
Índice de deterioro a la blanqueabilidad "DOBI"		3,1	3,0		
Color: Yellow / Red		20/20,8	21/24,1		27/27
Índice de refracción a 40 °C		1,4590	1,4595	1,450	1,459
Punto de Fusión por desplazamiento, °C		37,5	37,5		

\* O: Oleico P: Palmítico M: Mirístico S: Esteárico L: Linoléico

Nota: Resultados obtenidos de muestras analizadas por Cenipalma

## Flujo de caja

Se hizo un flujo de caja para pagar el equipo en el período 2010 a 2014 (Tabla 2), tomando la producción del año 2010 alrededor de 76.000, que para el período 2012-2013 se estima en 85.000 y para 2014 en 90.000, y un índice de reducción de aceite en tusas

igual a 0,20; de manera que el escenario es bastante conservador, si se recuerda que en la actualidad la recuperación se encuentra alrededor de 0,25.

En esas circunstancias, como se muestra en la tabla, suponiendo una tasa de cambio del dólar de \$1.850 y un precio del aceite de US\$920, se obtendrían los ingresos que muestra la ilustración.

<b>Tabla 2. Inversión, flujo de caja y TIR</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Producción de fruta por año (t)	76.000	76.000	85.000	85.000	90.000
Reducción de aceite en tusas/RFF	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tasa de cambio	1.850	1.850	1.850	1.850	1.850

<b>Ingresos</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Precios (\$/t)	920	920	920	920	920
Aceite recuperado	152	152	170	170	180
Ingresos por aceite de palma	258.704.000	258.704.000	289.340.000	289.340.000	306.360.000
<b>Total ingresos</b>	<b>258.704.000</b>	<b>258.704.000</b>	<b>289.340.000</b>	<b>289.340.000</b>	<b>306.360.000</b>

<b>Costos de operación</b>					
<b>Mantenimiento y energía</b>					
Cambio de canasta				26.085.000	
Cambio de tornillo				9.620.000	
Reconstrucción de tornillo				3.200.000	
Transportador de tusa prensada				3.500.000	
Estructura				1.500.000	
Energía				32.400.000	
<b>Total costos mantenimiento</b>				<b>76.305.000</b>	
<b>Laborales</b>					
Prensado				37.230.000	
<b>Total costos laborales</b>				<b>37.230.000</b>	

	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Total costos operativos	113.535.000	114.838.050	126.186.707	125.213.066	135.031.860

<b>Inversión</b>					
<b>Montaje prensa de raquis</b>					
<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>		<b>En pesos</b>		
Prensa de raquis	1		115.625.000		
Estructura	1		25.000.000		
Transportador tusa prensada	1		40.000.000		
Variador de frecuencia	1		15.000.000		
Birriel para emparejado de tusa	1		3.800.000		
Montaje eléctrico	1		6.000.000		
Bomba, tanque y tuberías	1		20.000.000		
Montaje			12.600.000		
<b>Valor Total</b>			<b>238.025.000</b>		
Imprevistos	5%		11.901.250		
<b>Total Inversión Inicial</b>			<b>249.926.250</b>		

<b>Flujo de caja</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Egresos	249.926.250	113.535.000	114.838.050	126.186.707	125.213.066	135.031.860
Ingresos		258.704.000	258.704.000	289.340.000	289.340.000	306.360.000
Flujo de caja	-249.926.250	145.169.000	143.865.950	163.153.293	164.126.934	171.328.140
Flujo de caja neto	-249.926.250	145.169.000	143.865.950	163.153.293	164.126.934	171.328.140
					<b>TIR</b>	<b>54%</b>



Entre los costos de operación se incluyen cambio de canasta, de tornillo, reconstrucciones del tornillo, transportador de tusa prensada, costos de energía (se supone el kilovatio a \$90); a propósito de la energía, si el proyecto tuviera que tomarla de la red externa, también se obtendría una tasa interna de retorno atractiva.

También se realizó un estimativo para los costos laborales y se deja como ejercicio, teniendo en cuenta que el operario dedicado al repaso de tusa puede reubicarse en la operación de la prensa.

En resumen, el total de costos operativos se calcula alrededor de \$115.000 anuales en los primeros años, en tanto que la maquinaria constituye la inversión inicial, integrada, a su vez, por la prensa de raquis, la estructura, el transportador de tusa, el variador de frecuencia, el birriel para emparejado, el montaje eléctrico, la bomba, el tanque, las tuberías,

etc., que suma \$249 millones (incluidos los imprevistos de 5%).

Y como bien se muestra en la ilustración, al contrastar los egresos con los ingresos, desde el año 2010 se obtendría flujo de caja neto positivo, y una tasa interna de retorno del 54%.

Los datos generales del equipo aparecen en la Tabla 3.

En los cálculos de la tasa interna se incluyó como capacidad de la prensa 8-10 t/hora por tusa para una planta de 50 t/hora de RFF, que utiliza una potencia 90 kW y torque alto, de manera que pudiera ser comparable con prensas de aceite de palma de similares proporciones. Para los repuestos principales se trabajó con una canasta de prensado para la que se asignaron entre 800 y 1.000 horas de duración, y al tornillo de prensado se le estimó una duración de 1.000-1.200 horas sin reconstruir (Figura 10).

**Tabla 3.** Datos generales del equipo

	Modelo	DY-E8	
	Función	Prensado mecánico de RV para convertir en fibra	
	Capacidad	Aprox 8 -10 MT/Hora	
	Contenido de humedad	Aprox. 45% - 50%	
	Motor eléctrico	Marca	Excel / Electrim-Power o equivalente
		Potencia	90kW/125HP
		Tipo	Jaula de ardilla
		Velocidad	1500 rpm
		Standard	IEC Standard
	Caja de Cambios	Marca	SEW-Eurodrive o equivalente
		Modelo	M3PSF60KPD
		Torsión nominal	74000 Nm
		Relación exacta	55.438 rmp
	Tornillo de prensa	Material	Acero al carbono
	Jaula de la prensa	Material	Acero dulce con anillos de refuerzo
Eje	Material	Assab 705 / AISI 4340	
Rodamiento	Marca	SKF/FAG/NSK or equivalent	
	Tipo	Empuje de rodillos esférico /rodillo esférico	
Dimensiones	Largo	4410 mm	
	Ancho	1500 mm	
	Altura	1760 mm	
Peso		Aprox 6500 kg	



**Figura 10.** Vida útil de la canasta de prensado y el tornillo de prensado.

## Ventajas y desventajas del equipo

### Ventajas

- Disminución de aceite en tusas.
- Menores costos de transporte (por tonelada para las empresas que pagan el transporte por peso).
- Mayor celeridad en la descomposición del raquis.
- Se puede mezclar con el aceite de prensa.
- No cambia caracterización del aceite de prensas.
- Reducción del consumo de agua del proceso, porque parte del licor se utiliza como agua de dilución.

### Desventajas

- Mayor consumo energético. Es de aclarar, sin embargo, que para Unipalma de los Llanos esto no representa una desventaja, porque usa métodos de cogeneración.
- Mayor volumen de licor para clarificar. Es importante tomar en cuenta este aspecto, especialmente cuando la capacidad de la clarificación no es suficiente. Ahora bien, no tendrán problemas las empresas que cuentan con pre-clarificador o las que tienen clarificador con capacidad suficiente para procesar los mayores volúmenes de licor.
- Aumento de aceite en los lodos del clarificador (alrededor de 1%), lo que es posible corregir manteniendo una capacidad suficiente de procesamiento de lodos.

## Recomendaciones

- Es importante dosificar la tusa que entra a la prensa, para que ésta no se atasque y trabaje a la capacidad de su diseño.

- Quienes no tienen cogeneración deben proyectar bien su tasa interna de retorno, y tomar en cuenta los costos energéticos. (El motor de la prensa es de 90 kW).
- Realizar un balance de masas en clarificación, porque será mayor el volumen que se habrá de clarificar (por la adición de licor de tusas).
- Hacer el montaje dejando la opción para evacuación de tusa en caso de alguna eventualidad, mantenimiento programado o correctivo del equipo.
- Conservar la geometría del sinfín en la reconstrucción. A propósito, vale comentar que en Unipalma de los Llanos en alguna oportunidad se alteró el diámetro externo de la hélice del sinfín, y se disminuyó la capacidad de la prensa. Fue necesario enviar al torno para que le devolviera su diámetro original.

## Conclusiones

- El prensado de la tusa reduce alrededor de 46% la pérdida total de aceite en tusas.
- Se debe contar con capacidad suficiente de clarificación.
- Para las empresas con cogeneración o subsidios de energía la prensa de tusas es una buena alternativa. Ello no significa que no lo sea para quienes no cuentan con ninguna de las dos, pero su flujo de caja neto disminuirá un poco, aunque a la final resulte rentable.
- También es una buena alternativa para las empresas que tienen intenciones de hacer compost. En el caso de Unipalma de los Llanos, con la tusa sin prensar ese proceso se demoraba entre tres y cuatro meses. Ahora, con el primer material prensado, se emplearon 40-45 días.
- Las características del aceite terminado para los clientes no cambian; se mantienen dentro de los límites permitidos.

## Agradecimientos

Al ingeniero José Carlos, por el compromiso que tuvo en esta presentación, a la gerencia de Unipalma, por permitirme realizar este trabajo.