

# Utilización de los racimos vacíos de la palma de aceite

## Uses of empty bunches palm

ING. MANUEL SERRANO RETANA'

### RESUMEN

Por no existir una necesidad fuerte y por la falta de leyes apropiadas para la conservación del medio ambiente, poco se ha hecho en Costa Rica para aprovechar en forma óptima los racimos vacíos de la palma de aceite. En 1993 se diseñó y aprobó un molino para cortar el raquis, con un flujo de 25 tRFFh. Después de perfeccionar la máquina, se evaluó la eficiencia y rentabilidad de extraer el aceite de la masa molida, empleando trapiches de caña de azúcar. Fuera del aceite adicional recuperado (0,45% sobre RFF), se obtiene además un material fibroso que se puede emplear como combustible o como fuente de materia orgánica y potasio. El uso de la fibra de los racimos vacíos como combustible en las calderas, permite el uso de la fibra del mesocarpio en concentrados para animales.

Palabras claves: Palma de aceite, Usos, Subproductos, Combustibles.

### SUMMARY

Due to the fact that there are no strong environmental requirements and to the lack of laws aimed at its conservation, little has been done in Costa Rica in order to make good use of the empty bunches produced by oil palm. A mill that cuts empty bunches was designed and approved in 1993, with a flow of 25 t of FFB/ha. Once the performance of the mill was improved, the efficiency and profitability of extracting oil from the ground mass using sugar cane mills was evaluated. Apart from the additional oil recovered (0.45% on FFB), a fibrous material which can be used as fuel or as a source of organic material and potassium is obtained. The use of empty bunch fiber as boiler fuel allows for the use of mesocarp fiber for animal feed.

**D**urante décadas, desde que entró en operación la primera fábrica extractora de aceite de palma en Costa Rica en 1949, el costo del transporte de los racimos vacíos, raquis o pinzote, o sea el remanente del racimo de la palma de aceite después de cocinado y desfrutado, hasta el sitio donde son desechados es alto, debido a su gran volumen. Por no existir una necesidad fuerte y por la falta de leyes apropiadas para la conservación del medio ambiente, poco se ha hecho para aprovechar en forma óptima este subproducto. Con

el transcurrir de los años, se ha incrementado la competencia, la inestabilidad financiera mundial ha obligado a gobiernos y empresas a someterse a regímenes de austeridad y se han creado nuevas leyes para la protección del medio ambiente. Todos estos factores han empujado al desarrollo de un proyecto con miras a extraer lo máximo posible del contenido de los racimos vacíos, lo que hace el negocio más rentable, y a su vez protege el medio ambiente al desechar un subproducto de degradación más fácil y rápida.

1. ASD de Costa Rica, S.A.

Después de varios años de investigación con diferentes máquinas para cortar el raquis, producto de un flujo de 25 tRFF/hr, en 1993 se diseñó y probó un molino que consta de dos conjuntos de sierras circulares, con un sistema graduable que permite abrir o cerrar el espacio entre ellas según el tamaño de los racimos. Cada conjunto gira a 3.500 r.p.m. con un motor de 15 HP. Las sierras de tungsteno tienen 60 dientes, 16 pulgadas de diámetro exterior y 1,5 pulgada de diámetro interior. El primer conjunto de 5 sierras, en el nivel inferior, es fijo y el segundo conjunto de 6 sierras, en el nivel superior, es graduable para ajustar la apertura por donde pasan los racimos.

Una vez perfeccionada la máquina capaz de moler el flujo proveniente de 25 tRFF/hr, se evaluó durante un año la eficiencia y rentabilidad de extraer el aceite en la masa molida de raquis con prensas o trapiches de un ingenio de caña de azúcar. Para tal efecto se realizaron 12 experimentos en dos plantas extractoras (Palo Seco y Naranja, en Quepos), empleando racimos de los tipos DxP, DxD y DxT (Tablas 1-12). Además de extraer una cantidad adicional de aceite de 0,45% sobre RFF (Tabla 13), el sistema de molienda y prensado, en referencia, permite obtener de los raquis un material fibroso de buena calidad para ser empleado como combustible en las calderas.

Además del valor del aceite adicional que permite recuperar la inversión en menos de un año y cuyo costo operacional es mínimo, los equipos en referencia permiten, a las plantas extractoras pequeñas, la opción de generar su propia energía eléctrica a menos costo, estimándose que la cantidad de fibra en los racimos vacíos puede alcanzar hasta 11 % del peso de los RFF. Esta fibra tiene un contenido de humedad cercano al 40%.

En las Tablas 1-12 se muestran los rendimientos logrados en las diferentes experiencias llevadas a cabo en un ingenio de caña de azúcar, y en las plantas extractoras de Palo Seco y Naranja.

Con el mejoramiento continuo del sistema se ha logrado, además, la recuperación de 0,05% de los frutos contenidos en los RFF. Esta recuperación es posible porque la eficiencia del obrero que devuelve al proceso los racimos con frutas adheridas que vienen de la «desfrutadora», no es del 100%. Cuando estos racimos entran en contacto con las sierras (3.500 r.p.m.: cada diente de las sierras pasa 29 veces por el mismo punto durante el paso de cada raquis), los frutos remanentes son desprendidos y caen a un vibrador que los separa,

y luego son devueltos al proceso de extracción normal de aceite en la fábrica.

Después de la prensada, la fibra de los racimos vacíos es llevada por un transportador neumático hasta la caldera. Esta fibra contiene una humedad de 45-50% y un residual de aceite entre 1,5 y 3%, lo cual ayuda a mejorar el valor calórico de este combustible (Tabla 14). Parte de esta fibra puede también ser usada en la plantación como fuente de materia orgánica y nutrientes, principalmente potasio (Tabla 15).

El empleo de la fibra de los racimos vacíos como combustible en la caldera, en sustitución de la fibra del mesocarpio (frutos), permite el uso de ésta última en concentrados para la alimentación de ganado lechero. Esta opción permite un ingreso adicional interesante según se muestra en la Tabla 16. El precio ex-fábrica de la fibra de mesocarpio es US\$ 78,00 /t.

Tabla 1. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 1.

Antes del prensado		
	kg	%
Agua	720,94	65,54
Aceite	132,11	12,01
Fibra	246,95	22,45
Total	1.100,00	100,00
Después del prensado		
	kg	%
Fibra		
Agua	188,69	29,95
Aceite	15,18	2,41
Fibra	426,13	67,64
Sub-Total	630,00	100,00
LíquidoGraso		
Agua	387,57	82,46
Aceite	43,33	9,22
Fibra	39,10	8,32
Sub-Total	470,00	100,00
Total	1.100,00	
Números absolutos		
Agua	333,37	52,92
Aceite	88,78	14,09
Fibra+Lodos	207,85	32,99
Total	630,00	100,00
Acidez del aceite extraído		7,49%

Tabla 2. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 2

Componentes del raquis antes del prensado		
	kg	%
Agua	167,03	66,81
Aceite	22,70	9,08
Fibra	60,27	24,11
Total	250,00	100,00
Distribución y componentes del raquis		
Después del prensado		
	kg	%
Fibra		
Agua	81,01	54,01
Aceite	3,26	2,17
Fibra	65,73	43,82
Sub-Total	150,00	100,00
Líquido graso		
Agua	81,56	81,56
Aceite	10,97	10,97
Lodo+Fibra	7,47	7,47
Sub-Total	100,00	100,00
Total	250,00	
Números absolutos		
Agua	85,47	56,98
Aceite	11,73	7,82
Fibra+Lodos	52,80	35,20
Total	150,00	100,00
Extracción de aceite obtenida		4,39%
Acidez del aceite extraído		4,39%

Tabla 3. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 3.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	536,10	53,61	
Aceite	157,70	15,77	
Fibra	306,20	30,62	
Total	1.000,00	100,00	
Distribución y componentes del raquis			
Después del prensado			
	kg	%	
Fibra			
Agua	315,40	54,38	
Aceite	11,95	2,06	
Fibra	252,65	43,56	
Sub-Total	580,00	100,00	
Líquido graso			
Agua	350,12	83,36	
Aceite	39,98	9,52	
Lodos	29,90	7,12	
Sub-Total	420,00	100,00	
Total	1.000,00		
Números absolutos			
Agua	185,98	32,07	
Aceite	117,72	20,30	
Fibra+Lodos	276,30	47,64	
Total	580,00	100,00	
Extracción de aceite por centrifugado (Muestra calentada a 80°C)			
	%	Extracción industrial	%
Agua	61	Sobre raquis	4,20
Aceite	10	Sobre racimo	0,92
Lodos	29		
Total	100		
Acidez del aceite %			5,51
Extracción del aceite obtenido %			4,00
Acidez del aceite extraído %			6,83

Tabla 12. Composición del raquis antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Palo Seco. Exp. 5.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	552,88	55,51	
Aceite	188,74	18,95	
Fibra	254,38	25,54	
Total	996,00	100,00	
Después del prensado			
Fibra			
Agua	397,27	59,65	
Aceite	58,61	8,80	
Fibra	210,12	31,55	
Sub-Total	666,00	100,00	
Líquido graso			
	kg	%	
Agua	272,45	82,56	
Aceite	32,37	9,81	
Lodos	25,18	7,63	
Sub-Total	330,00	100,00	
Total	996,00		
Extracción en el prensado		Extracción industrial	
Sobre raquis	3,25%	Sobre raquis	2,29
Sobre racimo	0,72%	Sobre racimo	0,50

Tabla 13. Beneficio obtenido por la extracción de aceite en el racimo vacío

tRFF	t de raquis	
Quepos-Coto	23%/RFF	
335.619	77.192	
Antes de prensado		
	%	t
Agua	64,00	49.403
Aceite	6,00	4.632
Fibra	30,00	23.158
Después de prensado		
% extracc de aceite/RFF		0,45
t aceite		1.510
Costo t aceite prod		\$11.25
Beneficio por t		\$460,00
Beneficio total		\$677.613
Beneficio/t		\$8,78

Tabla 4. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 5.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	666,47	65,34	
Aceite	106,18	10,41	
Fibra	247,35	24,25	
Total	1.020,00	100,00	
Distribución y componentes del raquis			
Después del prensado			
	kg	%	
Fibra	394,06	57,95	
Agua	20,47	3,01	
Aceite	265,47	39,04	
Sub-Total	680,00	100,00	
Líquido graso			
	kg	%	
Agua	273,90	80,56	
Aceite	41,99	12,35	
Lodos	24,11	7,09	
Sub-Total	340,00	100,00	
Total	1.020,00		
Totales			
Agua	392,57	57,73	
Aceite	64,19	9,44	
Fibra+Lodos	223,24	32,83	
Total	680,00	100,00	
Extracción de aceite por centrifugado (Muestra calentada a 80°C)			
	%	Extracción industrial	%
Agua	59	Sobre raquis	3,33
Aceite	10	Sobre racimo	0,73
Lodos	31		
Total	100		
Extracción del aceite obtenido %		4,12	
Acidez del aceite extraído%		5,15	

Tabla 5: Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 6.

Antes del prensado				
	kg	%		
Agua	641,50	64,15		
Aceite	132,10	13,21		
Fibra	226,40	22,64		
Total	1.000,00	100,00		
Después del prensado				
	kg	%		
Fibra	325,88	51,32		
Agua	22,73	3,58		
Aceite	286,39	45,10		
Sub-Total	635,00	100,00		
Líquido graso				
	kg	%		
Agua	311,35	85,30		
Aceite	32,67	8,95		
Lodos	20,98	5,75		
Sub-Total	365,00	100,00		
Total	1.000,00			
Totales				
Agua	637,23	63,72		
Aceite	55,40	5,54		
Fibra	286,39	28,64		
Lodos	20,98	2,10		
Total	1.000,00	100,00		
Recuperación de aceite con el sistema industrial (Centrifuga de lodo #3)				
Sobre 358 kg de agua aceitosa				
	kg	%	Extracción industrial	%
Aceite recuperado	35,80	9,55	Sobre raquis	3,58
Pérdida en lodos	6,95	1,85	Sobre racimo	0,78
Remanente	0,32	0,09		
Total	43,07	11,49		
Acidez del aceite extraído %		5,15		

Tabla 14. Beneficio de la fibra del raquis por su valor energético

tRFF	t de raquis	t mat. fibra
Quepos-Coto	23%/RFF	40% humid.
335.619	77.192	32.421
Libras de vapor	208'277.495	
Carga máxima	800	
kw/h generados	3'719.241	
Beneficio por energía	\$170.002	
Beneficio demanda	\$142.629	
Total beneficio	\$312.651	
Beneficio/tRFF	\$0,93	
Beneficio/t aceite	\$4,23	

Tabla 16. Factibilidad por utilización de la fibra del mesocarpio de la fruta en la alimentación de rumiantes

tRFF Quepos-Coto	335.619
t Fibra 13% humedad	16.781
Valor US\$78,0/t FOB	\$1'308.914
Costo \$1,0/t	\$16.782
Total Beneficio	1'292.132
Beneficio/tRFF	\$3,85
Beneficio aceite	\$17,50

Tabla 6. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 7.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	536,90	53,69	
Aceite	123,20	12,32	
Fibra	339,90	33,99	
Total	1.000,00	100,00	
Después del prensado			
	kg	%	
Fibra			
Agua	353,74	55,10	
Aceite	19,32	3,01	
Fibra	268,94	41,89	
Sub-Total	642,00	100,00	
Líquido graso			
	kg	%	
Agua	289,62	80,90	
Aceite	43,07	12,03	
Lodos	25,31	7,07	
Sub-Total	358,00	100,00	
Total	1.000,00		
Totales			
	kg	%	
Agua	643,36	64,34	
Aceite	62,39	6,24	
Fibra	268,94	26,89	
Lodos	25,31	2,53	
Total	1.000,00	100,00	
Recuperación de aceite con el sistema industrial (Centrifuga de lodo #3)			
Sobre 358 kg de agua aceitosa	kg	%	Extracción industrial %
Aceite recuperado	35,80	9,55	Sobre raquis 3,58
Pérdida en lodos	6,95	1,85	Sobre racimo 0,78
Remanente	0,32	0,09	
Total	43,07	11,49	
Acidez del aceite extraído %			5,15

Tabla 7. Composición del racimo vacío antes y después del prensado. Planta Extractora de aceite Naranja. Exp. 8.

Antes del prensado					
	kg	%			
Agua	667,20	66,72			
Aceite	95,00	9,50			
Fibra	237,80	23,78			
Total	1.000,00	100,00			
Después del prensado					
	kg	%			
Fibra					
Agua	394,25	63,08			
Aceite	31,63	5,06			
Fibra	199,12	31,86			
Sub-Total	625,00	100,00			
Líquido graso					
	kg	%			
Agua	313,95	83,72			
Aceite	31,46	8,39			
Lodos	29,59	7,89			
Sub-Total	375,00	100,00			
Total	1.000,00				
Totales					
	kg	%			
Agua	708,20	70,82			
Aceite	63,09	6,31			
Fibra	199,12	19,91			
Lodos	29,59	2,96			
Total	1.000,00	100,00			
Recuperación de aceite con el sistema industrial (Tanque clarificador)					
Sobre 375 kg de agua aceitosa	kg	%	Sobre 100 kg de fibra	kg	%
Aceite recuperado	29,32	7,82	29,32	2,93	
Pérdida en lodos	1,57	0,42	1,57	0,16	
Quedo en tanque	0,57	0,15	0,57	0,06	
Total	31,46	8,39	31,46	3,15	
Extracción en prensado		Extracción industrial			
Sobre raquis	3,15	Sobre raquis	2,93		
Sobre racimo	0,69	Sobre racimo	0,64		
Acidez del aceite extraído %					3,45

Tabla 8. Composición del racimo vacío antes y después del prensado.  
Planta Extractora de aceite Palo Seco. Exp. 1.

Antes del prensado		
	kg	%
Agua	549,30	58,39
Aceite	85,51	9,09
Fibra	305,89	32,52
Total	940,70	100,00
Después del prensado		
	kg	%
Fibra	386,96	57,96
Agua	21,41	3,21
Fibra	259,29	38,84
Sub-Total	667,66	100,00
Líquido graso		
	kg	%
Agua	233,19	84,58
Aceite	26,38	9,57
Lodos	16,13	5,85
Sub-Total	275,70	100,00
Total	943,36	
Extracción en el prensado		
Sobre raquis		2,80%
Sobre racimo		0,62%

Tabla 10. Composición del racimo vacío antes y después del prensado.  
Planta Extractora de aceite Palo Seco. Exp. 3.

Antes del prensado		
	kg	%
Agua	650,40	49,45
Aceite	95,62	7,27
Fibra	569,28	43,28
Total	1.315,30	100,00
Después del prensado		
	kg	%
Fibra	333,80	39,27
Agua	13,43	1,58
Aceite	502,77	59,15
Sub-Total	850,00	100,00
Líquido graso		
	kg	%
Agua	405,23	87,09
Aceite	26,5	5,62
Lodos	33,92	7,29
Sub-Total	465,30	100,00
Total	1.315,30	
Extracción en el prensado		
Sobre raquis		1,99%
Sobre racimo		0,44%

Tabla 9. Composición del racimo vacío antes y después del prensado.  
Planta Extractora de aceite Palo Seco. Exp. 2.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	898,54	60,61	
Aceite	108,52	7,32	
Fibra	475,44	32,07	
Total	1.482,50	100,00	
Después del prensado			
	kg	%	
Fibra	337,12	34,40	
Agua	20,38	2,08	
Fibra	622,50	63,52	
Sub-Total	980,00	100,00	
Líquido graso			
	kg	%	
Agua	233,19	84,58	
Aceite	26,38	9,57	
Lodos	16,13	5,85	
Sub-Total	275,70	100,00	
Total	1.255,70		
Extracción en el prensado			
Extracción en el prensado			
Sobre raquis	2,48%	Estracción industrial	
Sobre racimo	0,55%	Sobre raquis	1,90%
		Sobre racimo	0,42%

Tabla 11. Composición del racimo vacío antes y después del prensado.  
Planta Extractora de aceite Palo Seco. Exp. 4.

Antes del prensado			
	kg	%	
Agua	696,91	55,31	
Aceite	125,11	9,93	
Fibra	437,98	34,76	
Total	1.260,00	100,00	
Después del prensado			
	kg	%	
Fibra	439,96	57,89	
Agua	25,54	3,36	
Aceite	294,50	38,75	
Sub-Total	760,00	100,00	
Líquido graso			
	kg	%	
Agua	425,95	85,19	
Aceite	36,40	7,28	
Lodos	37,65	7,53	
Sub-Total	500,00	100,00	
Total	1.260,00		
Extracción en el prensado			
Sobre raquis	2,89%	Extracción industrial	
Sobre racimo	0,64%	Sobre raquis	2,35
		Sobre racimo	0,52

Tabla 15. Valor de la fibra de raquis como fertilizante+

	tRFF Quepos-Coto 333.619	t de raquis 23%/RFF 77.192	t mat. seca 30% raquis 23.158						
A)	Ceniza								
	t ceniza 0,40%/RFF 1.342	t de potasio 30%/Ceniza 402,7	\$/tkcl kcal=60%Potas 671,2	\$/tKCL \$217,0	Beneficio bruto 145.659	Costo aplic. ceniza \$5.424	Costo aplic. kcl \$5.880	Beneficio neto neto \$146.115	Beneficio/ tRFF \$0,44
B)	Materia seca entre surcos								
	t ceniza 30%/Raquis 23.158	t de potasio 0,75%/Mat.seca 173,7	\$/tkcl kcal=60%Potas 289,5	\$/tKCL \$217,0	Beneficio bruto 62.815	Costo aplic. Mat.seca \$27.558	Costo aplic. kcl \$2.536	Beneficio neto neto \$37.793	Beneficio/ tRFF \$0,11
C)	Materia seca en la rodaja								
	t ceniza 30%/Raquis 23.158	t de potasio 0,75%/Mat.seca 173,7	\$/tkcl kcal=60%Potas 289,5	\$/tKCL \$217,0	Beneficio bruto 62.815	Costo aplic. Mat.seca \$97.262	Costo aplic. kcl \$2.536	Aplic. 1930ha rodaj.hrb. \$36.670	Beneficio neto neto \$4.759,00

Nota: Tanto en el punto B) como en el C) no se incluye el beneficio principal, que es, el incremento en productividad que se obtiene al incorporar materia orgánica al suelo.