

COMPOSTAJE DE LOS DESECHOS AGROINDUSTRIALES DE LA PALMA ACEITERA

Randall Torres y Carlos Chinchilla

ASD de Costa Rica, P.O. Box 30-1000 San José Costa Rica.

Carlos Ramírez

Universidad de Costa Rica



Se presentan los resultados parciales de una investigación cuyo objetivo es transformar en abono orgánico, los desechos agroindustriales de la palma aceitera. Se detallan las características físicas y químicas de las materias primas, así como las del producto final. También se describen los principales aspectos técnicos y financieros de un proyecto comercial.

INTRODUCCIÓN

Los suelos en que se ha sembrado la palma aceitera en América tropical, en general, han sufrido un manejo deficiente que ha afectado desfavorablemente sus características físicas, químicas y biológicas a través de los años.

Las prácticas agrícolas inadecuadas provocan una reducción en los rendimientos potenciales del cultivo, y los suelos “enfermos y agotados” se han asociado con una mayor incidencia de diversos problemas fitosanitarios (Chinchilla 1997).

La recuperación de los suelos agrícolas implica entre otras cosas, aumentar el contenido de materia orgánica, para mejorar las características físicas y biológicas. Por otra parte, los desechos del procesamiento de los frutos de la palma aceitera (racimos vacíos, efluentes, lodos etc.) pueden ser fuentes importantes de contaminación ambiental, además de un problema económico, debido a los volúmenes altos de material que deben de ser movilizado para su descarte.

El proceso de compostaje de estos desechos y su conversión en un abono orgánico, tiene el potencial de solucionar tanto el problema ambiental, como el de degradación de los suelos.

Papel de los abonos orgánicos en los suelos: La función de los abonos orgánicos en la recuperación de los suelos se resume en los siguientes puntos, según Vandevivere y Ramírez (1998):

“Pega”. Los coloides orgánicos se asocian con las partículas del suelo y ayudan a mejorar su estructura.

“Esponja”. La materia orgánica tiene una alta capacidad de retención de humedad, lo cual ayuda a reducir el déficit hídrico.

“Fertilizante y bodega”. La liberación de los elementos en un abono orgánico es más lenta que en el caso de un fertilizante químico.

“Bioestimulante”. El compost estimula el desarrollo de la microflora y microfauna en el suelo y el crecimiento radical.

El objetivo del proyecto de compostaje es producir, a partir de residuos del proceso de extracción del aceite, un abono orgánico de alta calidad, a través de un proceso que pueda repetirse y que sea económicamente viable.

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

Los racimos vacíos (pinzotes) y las aguas lodosas (efluentes) son los principales subproductos del proceso de extracción del aceite. En la extractora en donde se realizó el presente estudio, aproximadamente el 22 % de la fruta fresca corresponde al pinzote, y se producen entre 800 y 900 litros de efluente por tonelada de fruta fresca procesada. La planta extractora Palo Seco procesa aproximadamente 100.000 toneladas de fruta fresca al año, y los residuos del proceso contienen importantes cantidades de elementos: 90 t de nitrógeno, 43 t de fósforo y 146 t de potasio (Torres, 1998). El total de materia orgánica que puede ser utilizado para hacer abono orgánico es de aproximadamente 15 000 toneladas.

Los pinzotes son cortados y prensados para recuperar parte del aceite que absorben durante el cocinado (aproximadamente un 0.4% cuando la extracción es mayor que 22.5%). El producto resultante es denominado fibra de pinzote (12-15% del peso de la fruta fresca), por su apariencia desmenuzada y fibrosa (Torres 1998). Los números presentados y los métodos descritos en este trabajo se basan en el procesamiento de este material.

La alta demanda bioquímica de oxígeno, junto con las grasas y aceites que contiene el efluente (Cuadro 1), hacen que sea de lenta degradación. De igual manera, la degradación natural del pinzote es lenta debido a los altos contenidos de fibra y lignina (Cuadro 2). La digestibilidad de este material es de solo 35 %, comparado con un 60-70% de la mayoría de los pastos. La alta capacidad calórica (energía bruta 4570 Kcal/kg) del sustrato, provoca temperaturas entre 70 y 75 C, lo cual limita el desarrollo de varios microorganismos descomponedores importantes durante el proceso de compostaje. La inoculación con microorganismos provenientes de los lodos de las lagunas donde se depositan los efluentes, da una solución económica al problema.

habitos

Cuadro 1. Características químicas del efluente, planta procesadora Palo Seco, División Quepos, Costa Rica.

Demanda química de oxígeno (mg/l)	39 650
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	20 040
Sólidos totales (mg/l)	31 306
Sólidos suspendidos (mg/l)	10 500
Sólidos sedimentales (mg/l)	950
Grasas y aceites (mg/l)	4 196
Nitrógeno total (mg/l)	494
Fosfato (mg/l)	368
Hierro (mg/l)	76
Cobre (mg/l)	2.7
Magnesio (mg/l)	244
Manganeso (mg/l)	2.9
Zinc (mg/l)	4.2
Calcio (mg/l)	149.6
Potasio (mg/l)	1350
pH (unidades de pH)	4.5

Cuadro 2. Características químicas y físicas de la fibra de pinzote, planta procesadora Palo Seco, División Quepos, Costa Rica.

Composición química	----- % -----			----- ppm -----						
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn	
	0.73	0.18	0.29	0.18	0.49	1440	27	21	42	
Fibra neutro detergente			70.0 %							
Fibra ácido detergente			54.2 %							
Lignina			20.0 %							
Sílice			4.1 %							
Hemicelulosa			16.2 %							
Celulosa			28.5 %							
Digestibilidad in vitro			35.0 %							
Extracto etéreo			8.0 %							
Energía bruta (kcal/kg)			4 570							
Densidad kg/m ³			250							

Para favorecer el proceso de compostaje y obtener un producto final de mayor calidad, la materia prima (fibra de pinzote y efluentes) es enriquecida con nitrógeno (urea) y fosfato diamónico (DAP).

Varias pruebas preliminares llevadas a cabo con una tecnología más bien artesanal, permitieron obtener un producto cuyas características se detallan en el cuadro 3. La alta calidad de este compost motivó la iniciación de un proyecto en mayor escala , fotos 1 y 2).

Cuadro 3. Características químicas (% sobre la base de materia seca) y físicas del compost obtenido a partir de desechos agroindustriales de la palma aceitera, Planta Palo Seco, Quepos, Costa Rica.

Características Químicas		Características Físicas	
N	2.88 - 4.50 %	Fibra remanente	5.8 - 8.9 %
P	1.50 - 2.52 %	Humedad final	45 - 55 %
K	4.40 - 5.01 %	Reducción en volumen Fibra/Compost	65 %
Ca	4.33 - 4.59 %	Reducción en peso Fibra/Compost	44 %
Mg	0.73 - 0.84 %	Densidad de compost	417 kg/m ³
S	0.23 %		
Zn	455 ppm		
B	32 ppm		
Fe	4 126 ppm		

Foto 1. Conformación de la cama de compostaje, dimensiones aproximadas, 1,4 m. de altura por 3,7 de ancho.

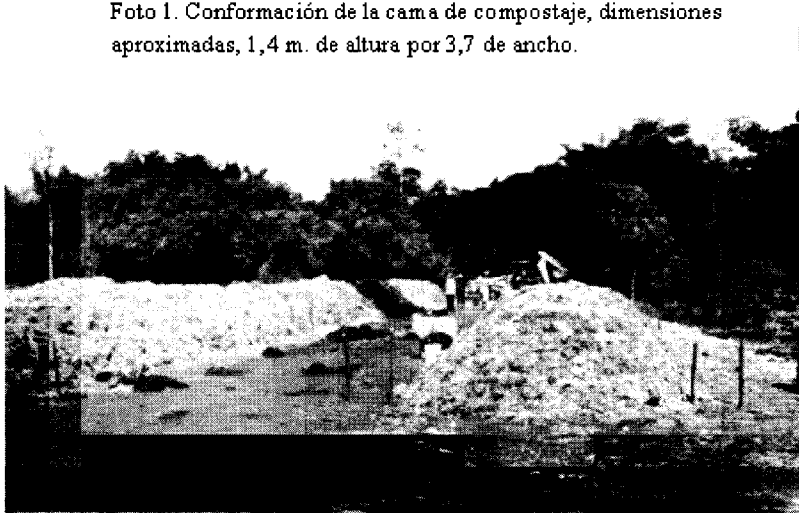


Foto 2. Producto final de proceso de compostaje, luego de 10 semanas de compostaje, nótese la reducción del volumen.



PROYECTO COMERCIAL

Infraestructura y equipo: Los factores más importantes a tomar en cuenta son los siguientes:

- ♦ Nivelación topográfica. El área requerida dependerá de las características de la maquinaria adquirida y el grado de automatización de la planta de compostaje.
- ♦ Construcción del área para el tránsito de la maquinaria.
- ♦ Conformación del área en donde se ubicará el material para compostear.
- ♦ Construcción del sistema automático de aplicación de efluentes y aguas.
- ♦ Bodegas y áreas administrativas.

En cuanto al equipo necesario, la adquisición de una máquina capaz de revolver y airear el sustrato es obligatoria. Existen compañías especializadas en la venta de estos equipos (Ver fotos 3 y 4). Bombas especializadas para soportar los inconvenientes de la química de los efluentes también serán necesarios. La figura 1 presenta un diseño sugerido de la infraestructura y equipo necesario para una compostera de fibra de pinzote.

Foto 3. Equipo utilizado en el proceso de compostaje, en plena labor de volteo.

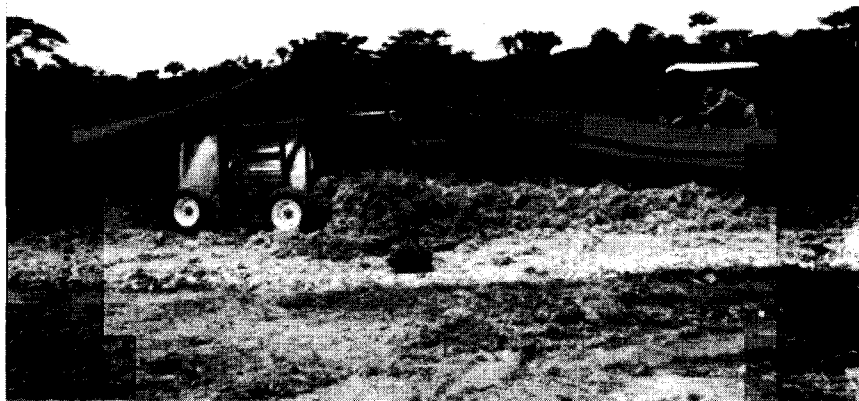


Foto 4. Detalle del equipo utilizado en el proceso de compostaje.

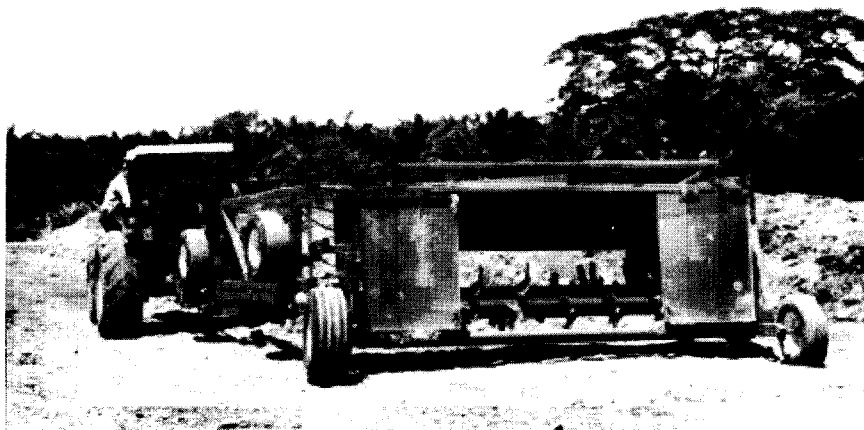
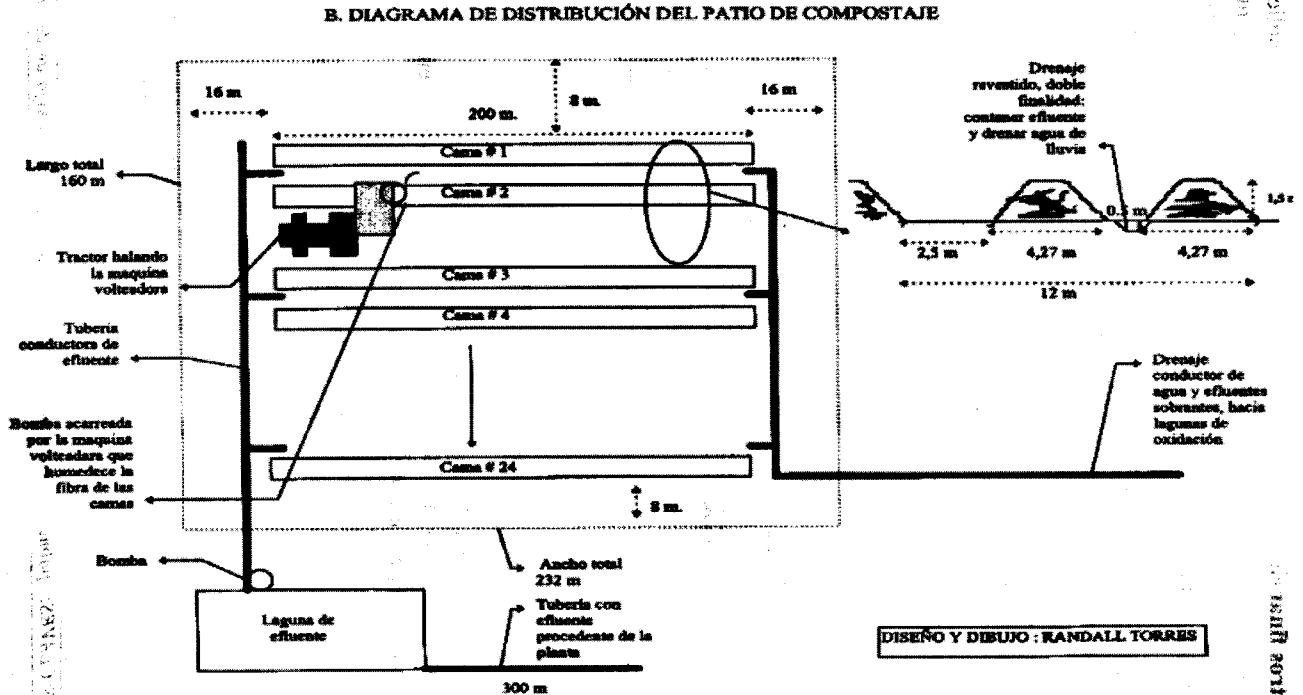


Figura 1. Diseño sugerido del patio de compostaje en Planta Palo Seco, Quepos, Costa Rica.



Parámetros financieros: Los ahorros generados en el transporte y la aplicación del compost con respecto a la fibra de pinzote se presentan en el cuadro 4, junto con los costos de la maquinaria e infraestructura entre otros, estimados para un proyecto de 10 años de duración. Los parámetros de rentabilidad del proyecto son los siguientes:

Tasa interna de retorno: 57.4

Valor presente neto (al 19% en \$000's): 511.2

Periodo de pago: 2.5 años

Cuadro 4. Principales parámetros financieros. Proyecto Comercial de Compost. Palo Seco, Costa Rica

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ton de fibra machada (plata) PAB Voco	100,000	120,000	132,000	145,000	159,000	174,000	190,000	207,000	225,000	244,000	264,000
ton de fibra para compostar	14,000	18,147	20,547	23,500	26,265	29,112	32,063	35,130	38,319	41,644	45,219
ton de compost producido	7,840	10,362	11,588	13,095	14,865	16,899	19,197	21,764	24,619	27,786	31,284
ha fertilizadas con compost	1,611	1,829	2,009	2,267	2,604	2,938	3,380	3,832	4,296	4,774	5,268
Sistema compost											
Costo infraestructura de compostar	\$ 80,000										
Costo equipo para compostar	\$ 110,000										
Costo mano de obra para compostar	\$ -	\$ 40,624	\$ 88,243	\$ 140,923	\$ 202,755	\$ 276,694	\$ 363,900	\$ 465,500	\$ 582,600	\$ 716,200	\$ 867,400
Costo de operación de compostar	\$ -	\$ 89,007	\$ 130,525	\$ 182,000	\$ 245,530	\$ 323,175	\$ 417,030	\$ 527,290	\$ 655,060	\$ 801,940	\$ 969,860
Costo fuel diesel (según tasa de cambio 27)	\$ -	\$ 107,636	\$ 139,220	\$ 182,000	\$ 245,530	\$ 323,175	\$ 417,030	\$ 527,290	\$ 655,060	\$ 801,940	\$ 969,860
Costo Total sistema compost	\$ 190,000	\$ 247,263	\$ 359,988	\$ 510,453	\$ 701,410	\$ 929,899	\$ 1,214,020	\$ 1,569,380	\$ 2,004,960	\$ 2,554,140	\$ 3,257,120
Sistema actual											
Costo transporte y aplicación de fibra	\$ -	\$ 112,977	\$ 149,530	\$ 192,845	\$ 245,925	\$ 313,230	\$ 399,311	\$ 506,730	\$ 640,300	\$ 804,000	\$ 999,000
Costo producción de los sistemas compost	\$ -	\$ 238,212	\$ 413,112	\$ 622,238	\$ 870,278	\$ 1,162,023	\$ 1,500,000	\$ 1,890,000	\$ 2,340,000	\$ 2,860,000	\$ 3,460,000
Costo control de plagas	\$ -	\$ 2,264	\$ 4,528	\$ 9,056	\$ 18,112	\$ 36,224	\$ 72,448	\$ 144,896	\$ 289,792	\$ 579,584	\$ 1,159,168
Total costos sistema actual	\$ -	\$ 353,453	\$ 567,170	\$ 834,139	\$ 1,134,235	\$ 1,511,277	\$ 1,997,779	\$ 2,621,526	\$ 3,370,092	\$ 4,293,604	\$ 5,418,168
Flujo neto antes de impuestos (sin consumo de producción)	\$ (100,000)	\$ (15,341)	\$ 211,639	\$ 443,900	\$ 681,332	\$ 924,623	\$ 1,173,905	\$ 1,429,206	\$ 1,691,520	\$ 1,970,651	\$ 2,280,628
Consumo neto después de impuestos (producción @ 30% flujo sistema de compost)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ (179,900)	\$ (183,500)	\$ (104,935)	\$ (265,827)	\$ (204,300)	\$ (265,230)	\$ (216,571)	\$ (225,039)
FLUJO NETO FINAL DEL SISTEMA	(100,000)	(15,341)	211,639	263,900	576,397	818,688	908,078	1,224,906	1,426,290	1,754,080	2,055,589

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a compañía Palma Tica, y especialmente a los señores Alberto Arrea (Gerente División Quepos) y Rodolfo Castro (Gerente producción en Coto), por el apoyo recibido y el permiso para publicar estos resultados.

REFERENCIAS

Chinchilla, C.; Durán, N. 1997. Manejo de problemas fitosanitarios en palma aceitera. Una perspectiva agronómica. Palmas (Colombia). 19 (número especial): 242- 256.
 Torres, R. 1998. Proyecto de compostaje de la fibra de pinzote en planta Palo Seco, Quepos. Informe interno, Programa de Investigaciones en Palma Aceitera.
 Vandevivere, P; Ramirez, C. 1998. Control de calidad de los abonos orgánicos por medio de bioensayos. Informe interno del Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos de la Universidad de Costa Rica.

PALABRAS CLAVES: palma aceitera, subproductos, abono orgánico, manejo de desechos