



# Uso agrícola de la biomasa residual

Mónica Cuéllar Sánchez

Ciudad de Guatemala, Agosto 14 de 2015

# La palma de aceite es rica en producción de biomasa



# Los productos del proceso de extracción de aceite son:



**Racimos de Fruta  
Fresca**



**Aceites - 24%**



**Tusas - 21%**



**Fibra - 12%**



**Cuesco - 5%**



**Efluentes -  
80%**

# Por cada Ha de palma cultivada se producen al año:



**Se asume una producción de 22 ton RFF/Ha**



# Palma

**Más comercializado en el mundo**

**Uso tradicional - Alimenticio.  
Enfrentado a campañas negativas (USA)**

**Alto potencial de uso en la producción de biodiesel.**

**Gran variedad de aplicaciones en la oleoquímica**

# Palmiste

**Principal uso en la industria oleoquímica**

**Principal materia prima en la producción de surfactantes**

**En los últimos años ha remplazado los usos industriales del aceite de coco.**



# Racimos vacíos - Tusas (EFB)

## Aplicación directa

Aporte de nutrientes de lenta liberación y efecto mulch

Inconvenientes logísticos para su aplicación

Cuestionamiento de impacto ambiental

## Compostaje

Aporte de nutrientes

Alto nivel de inversión

Reduce problemas logísticos de aplicación

## Energía

Combustible para caldera

Buen aporte energético

Requiere nivel de humedad para su uso

## Otros

Producción de hongos (Oyster, Button)

Briquetas – pellets

Pulpa papel

# Efluentes - POME



**Producción de biogás – Energía Eléctrica**



**Producción de biogás - CER**



**Bioplásticos – Bio-ácidos y Polihidroxilbutirato (PHB)**



**Compostaje – mezclado con las tusas**

**El uso de biogás en la producción de bioenergía es el punto de mayor reducción de GEI en el Ciclo de Vida sector**

# Fibra y Cuesco



## Fibra

**Combustible en la caldera**

**Producción de briquetas, pellets**



## Cuesco

**Combustible en la caldera**

**Carbón Activado**

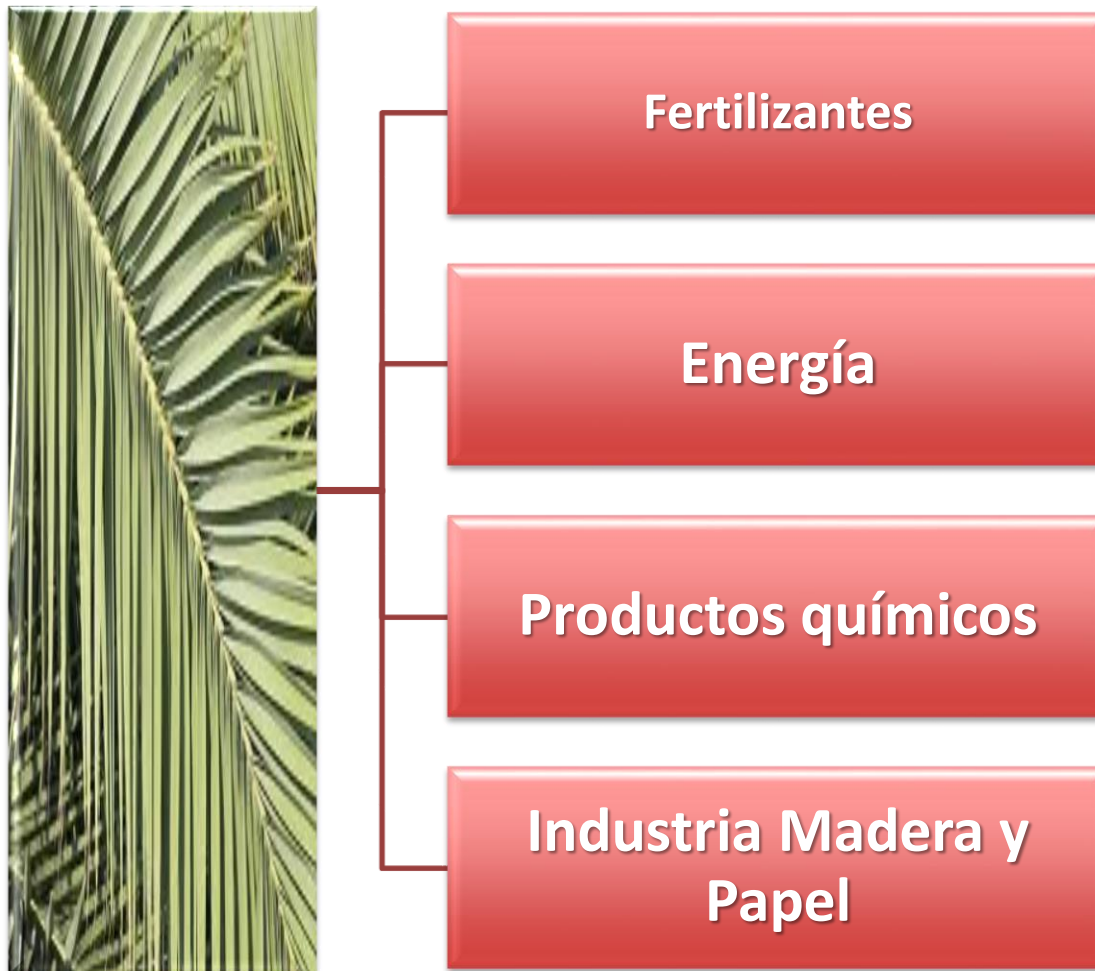




**La biomasa tiene varias rutas de uso, las más comunes son:**



La biomasa tiene varias rutas de uso, las más comunes son:



# Ruta de los Fertilizantes

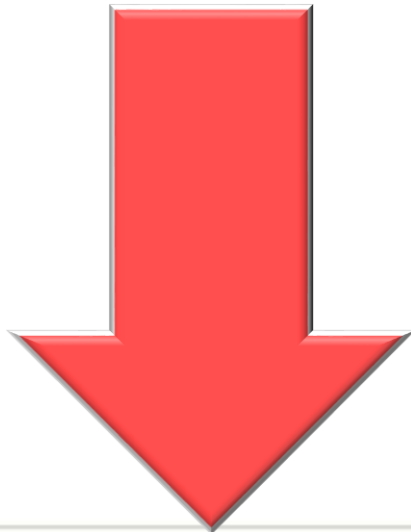
Oportunidad vs Limitaciones

**Aporta nutrientes al campo.**



**Mejora características al suelo (contenido materia orgánica, humedad, etc...)**

**Reciclaje de Nutrientes  
Tiene dificultades logísticas para su aplicación**



**Puede ocasionar problemas sanitarios si no se aplican de forma adecuada.**

# Uso Agrícola de la Biomasa

# Ruta de los Fertilizantes

Contenido de Nutrientes de la biomasa de palma de aceite

Biomasa	Materia Seca (Ton-ha)	Nutrientes (Kg-ha)			
		N	P	K	Mg
<b>Troncos</b>	<b>75,5</b>	<b>368,2</b>	<b>35,5</b>	<b>527,4</b>	<b>88,3</b>
<b>Hojas (renovación)</b>	<b>14,4</b>	<b>150,1</b>	<b>13,9</b>	<b>193,9</b>	<b>24,0</b>
<b>Hojas (poda)</b>	<b>10,4</b>	<b>5,4</b>	<b>10,0</b>	<b>139,4</b>	<b>17,2</b>
<b>Tusa</b>	<b>1.6</b>	<b>107,9</b>	<b>0,4</b>	<b>35,3</b>	<b>2,7</b>





## Concentraciones de nutrientes y otros elementos en la tusa, encontradas por diferentes autores (datos en base seca)

Parámetro	Malasia					Colombia
	Gurmit Singh, 1995		BLRS, 1998*	Corley et al, 1971*	Schuchardt et al, 2002	Román, 1999; Román y Munévar, 2000
	Rango	Promedio				
<b>C, %</b>	<b>42.0-43.0</b>	<b>42.80</b>	<b>ND**</b>	<b>ND</b>	<b>48.5</b>	<b>ND</b>
<b>N, %</b>	<b>0.65-0.94</b>	<b>0.80</b>	<b>0.70</b>	<b>0.35</b>	<b>0.86</b>	<b>0.73</b>
<b>P, %</b>	<b>0.08-0.12</b>	<b>0.096</b>	<b>0.038</b>	<b>0.012</b>	<b>0.065</b>	<b>0.21</b>
<b>K, %</b>	<b>1.7-3.3</b>	<b>2.42</b>	<b>1.46</b>	<b>1.90</b>	<b>2.09</b>	<b>1.65</b>
<b>Mg, %</b>	<b>0.15-0.24</b>	<b>0.18</b>	<b>0.09</b>	<b>0.11</b>	<b>0.14</b>	<b>0.22</b>
<b>Ca, %</b>	<b>0.11-0.34</b>	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	<b>0.11</b>	<b>0.28</b>	<b>0.21</b>
<b>B, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>09-nov</b>	<b>10</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>10</b>	<b>12.4</b>
<b>Cu, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>22-25</b>	<b>23</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>14</b>	<b>13.8</b>
<b>Zn, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>49-55</b>	<b>51</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>38</b>	<b>28.7</b>
<b>Fe, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>310-595</b>	<b>473</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>178.3</b>
<b>Mn, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>26-71</b>	<b>48</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>15.7</b>
<b>Cr, mg kg<sup>-1</sup></b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>49.9</b>	<b>ND</b>
<b>Relación C/N</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>57</b>	<b>ND</b>

\*Datos de Corley y BRLS son transcritos de la publicación de Redshaw (2003)

\*\*ND: No disponible

(Munévar, 2011)

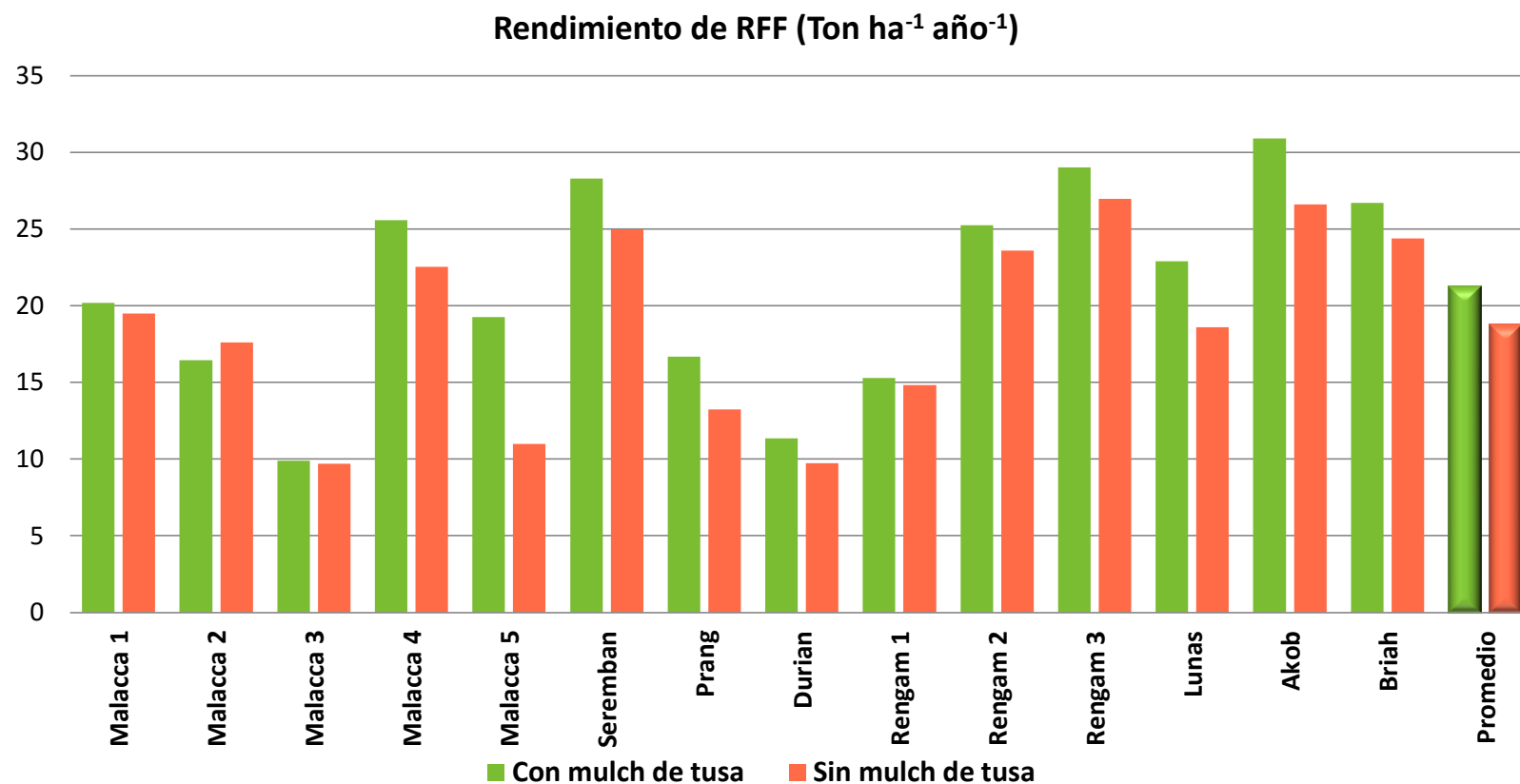
## Efecto del mulch de tusas sobre la concentración de nutrientes en el suelo

Profund (cm)	P (ppm)	Cmol(+) kg <sup>-1</sup>		
		K	Mg	Ca
0-15	42	0.88	1.22	0.83
	12	0.07	0.04	0.21
15-30	11	0.99	0.20	0.22
	6	0.09	0.03	0.08
30-60	9	0.47	0.06	0.09
	11	0.05	0.03	0.09

Con mulch de tusas
Sin mulch de tusas

Singh et al, 1998

# Efecto del mulch de tusas sobre el rendimiento. Malasia



(Munévar, 2011)

**13 toneladas adicionales en promedio al aplicar tusa**

# Ruta de los Fertilizantes



Directo al  
campo



Compostaje

# Esquemas de aplicación de la biomasa en campo

Relación Tusa/Efluente	Estado físico de la tusa	Grado de descomposición
Tusa sola	Entera	Fresca
	Picada	Parcialmente descompuesta
	Prensada	Compostada
	Picada y Prensada	
Tusa impregnada con efluente	Prensada	Fresca
		Parcialmente descompuesta
		Compostada



## Equivalentes de tusa en términos de fertilizantes a aplicar



13,5 Kg Sulfato de amonio\*  
2,0 Kg Fosfato diamónico –  
DAP  
19,2 Kg Cloruro de potasio \*\*  
4,8 Kg Mezcla Kieserita

\*En el cálculo de la cantidad de fertilizante nitrogenado se tuvo en cuenta que la fuente de P escogida contiene 18% de N.

\*\* En el cálculo de la cantidad de fertilizante potásico se tuvo en cuenta que la fuente de Mg escogida contiene 3% de  $K_2O$ .

# Aplicación de tusa prensada



## Ventajas:

- Mejoramiento condiciones de suelo
- Retención de humedad
- Reducen riesgos ambientales (lixiviados – grasas y moscas)
- Remediación de suelos

## Desventajas:

- Logística de transporte y distribución
- No se puede aplicar en época de invierno
- Posible pérdida de nutrientes
- Una sola aplicación por lote.

# Compost ... es viable técnicamente



- **Sistema a cielo abierto**
- **Produce un compost a 60 días**
- **Inversión moderada de montaje**
- **Cumple con la normatividad ambiental**





# Existen varias posibilidades para el montaje del sistema de compostaje



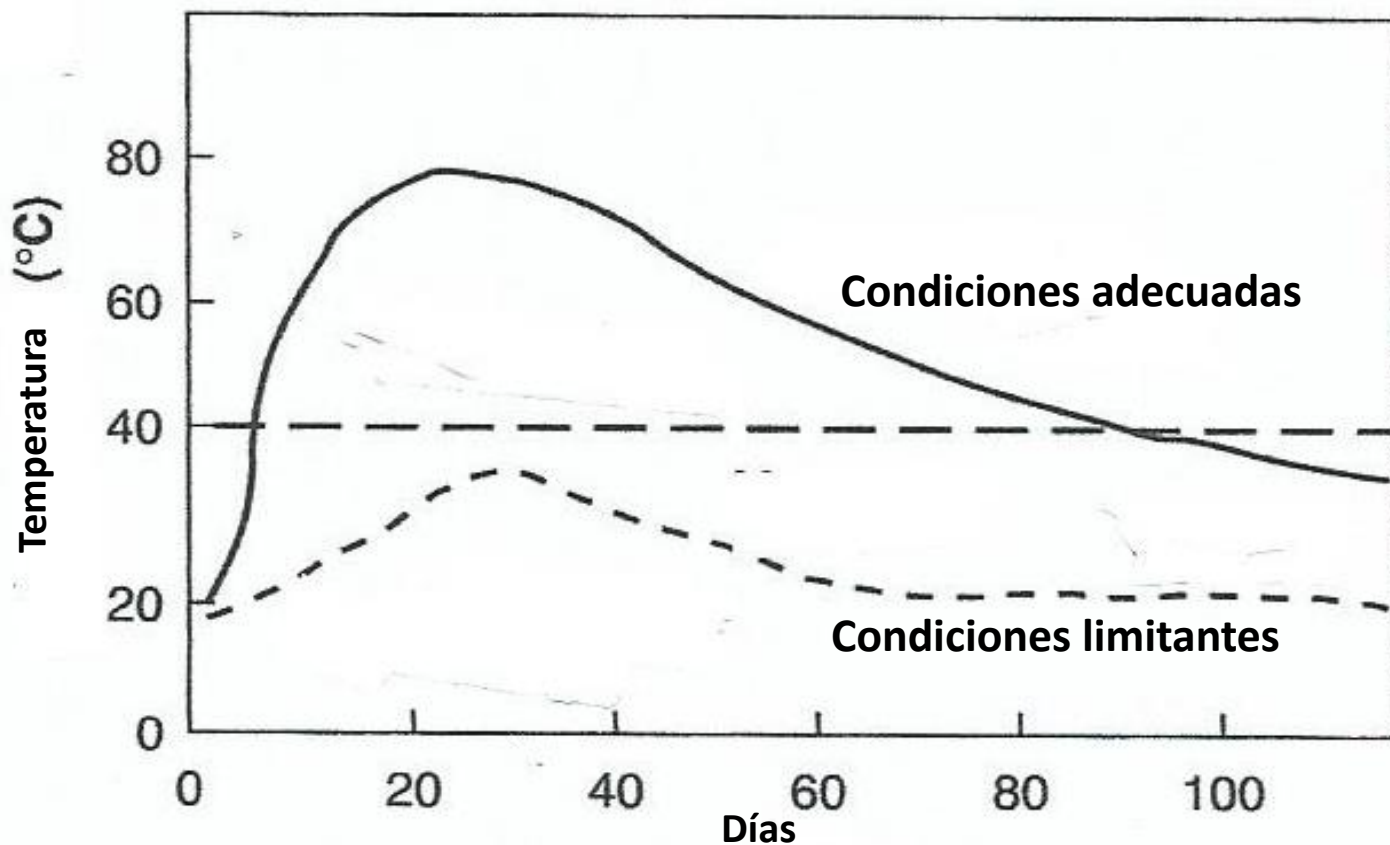
## Proceso de descomposición



Fuente: Zibilske, 2005



## Patrón de evolución de la temperatura en una pila de compost: una de las características básicas del proceso



Fuente: Zibilske, 2005

***Concentraciones de nutrientes en los efluentes de extractora de aceite de palma encontradas por diferentes autores (datos en mg L<sup>-1</sup>)***

Tipo de efluente	N	P	K	Mg	Ca	Referencia
Crudo	950	151	1956	343	394	**Chan et al., 1981
	948	154	1958	345	ND*	**Ma y Hassan, 1991
	750	180	2270	615	439	**Ma et al., 1996
	1058	177	2280	667	448	**Tam et al, 1982
Digerido	320	42	1495	258	200	Lim et al., 1984
	1084	41.8	1255	319	496	Khalid y Zin, 1996
	322	67	1522	284	225	**Chan et al., 1981
	900	120	1800	300	ND	Gurmit Singh, 1995

\*ND: no disponible

\*\* Citados originalmente por Redshaw (2003)

# Hoy existen limitaciones normativas para utilizar la biomasa en campo

## Tusas

- La inadecuada disposición puede ocasionar problemas ambientales:
  - Formación lixiviados
  - Crecimiento de moscas
  - Probabilidad de incendios
- Esto se puede subsanar con un adecuado esquema de aplicación.
- El compostaje no necesariamente subsana estos riesgos.

## Efluentes

- No pueden aplicarse frescos a campo.
- Los efluentes digeridos pueden ser aplicados si cumplen con los requerimientos definidos para los vertimientos en la normatividad.
- Puede ser utilizado como parte del sistema de compostaje.

## La aplicación de tusa al campo trae grandes beneficios al cultivo:



- Aumentos de la materia orgánica del suelo
- Aumentos de la capacidad de retención de nutrientes en el suelo
- Aporte diferencial de nutrientes N, P, K y Mg
- Regulación del régimen de temperatura del suelo
- Reducción de la evaporación en la superficie del suelo
- Estimulo al crecimiento radical de la palma
- Incrementos en productividad
- Reducción de costos por fertilizantes

**El uso eficiente de los subproductos del proceso,  
genera valor para la empresa y contribuye a su  
puntuación de sostenibilidad**





# Gracias por su atención

**Mónica Cuéllar Sánchez**

Qca - MBA

Gerente TPA Consultores

e-mail: [gerencia.tpa@gmail.com](mailto:gerencia.tpa@gmail.com)

[Tel:57 312 305 5584](tel:573123055584)