

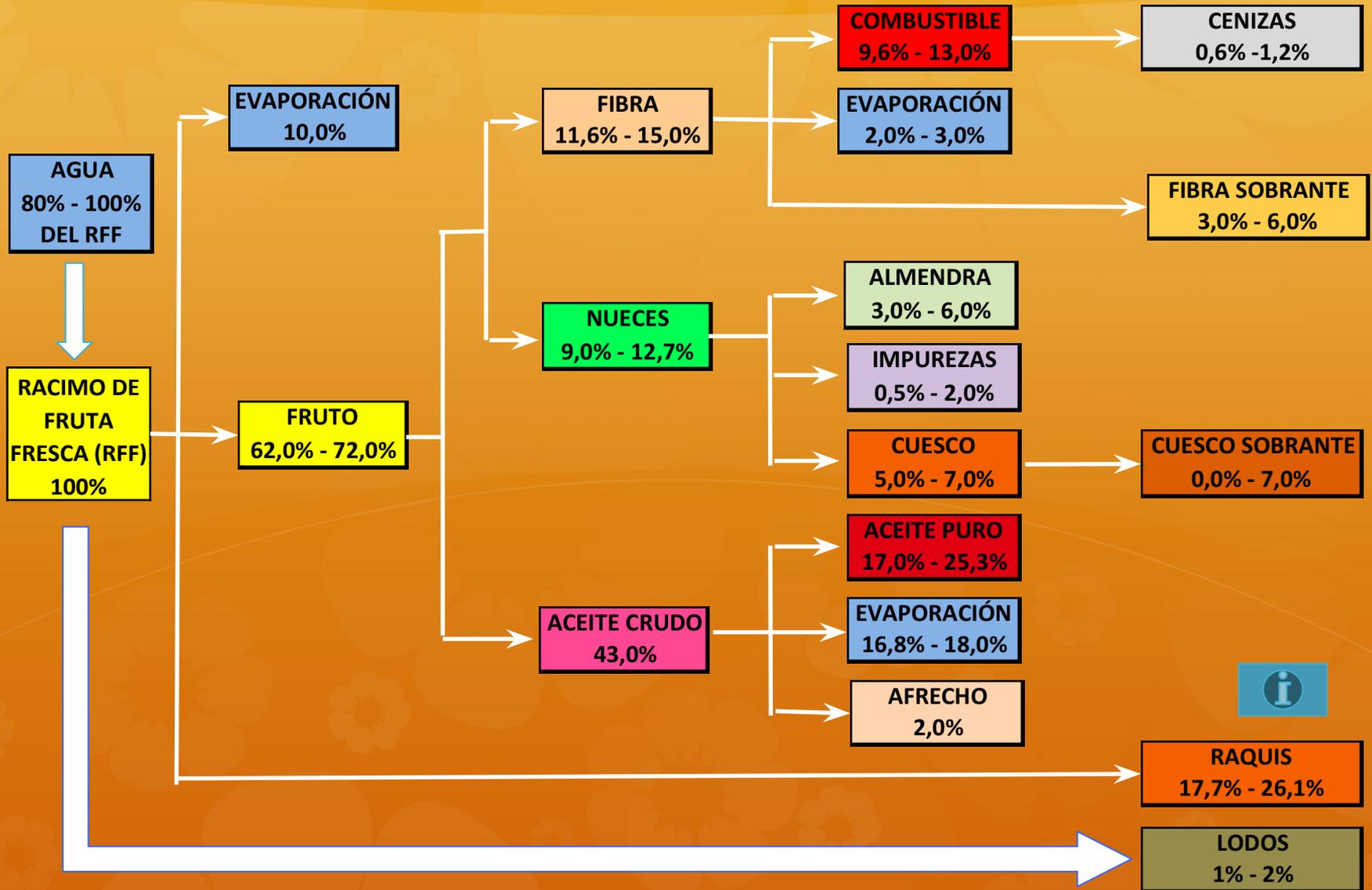
***MANEJO AMBIENTALMENTE  
SOSTENIBLE DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS Y  
LÍQUIDOS EN PALMA***

**POR:**

**ALEJANDRO RESTREPO G.**

**Agosto 2015.**

# PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE



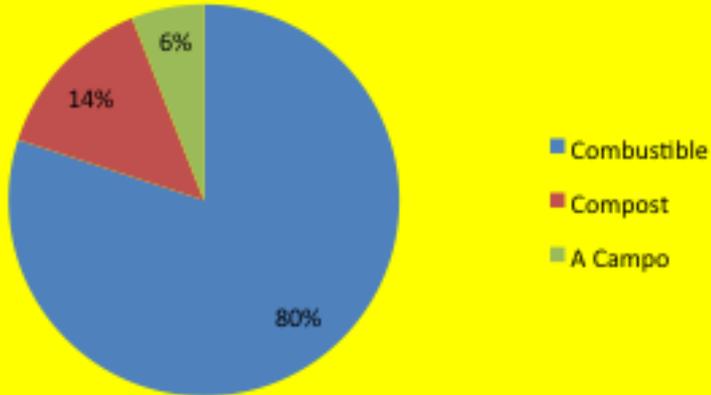
# USOS TRADICIONALES DE LOS SUBPRODUCTOS NO VENDIBLES



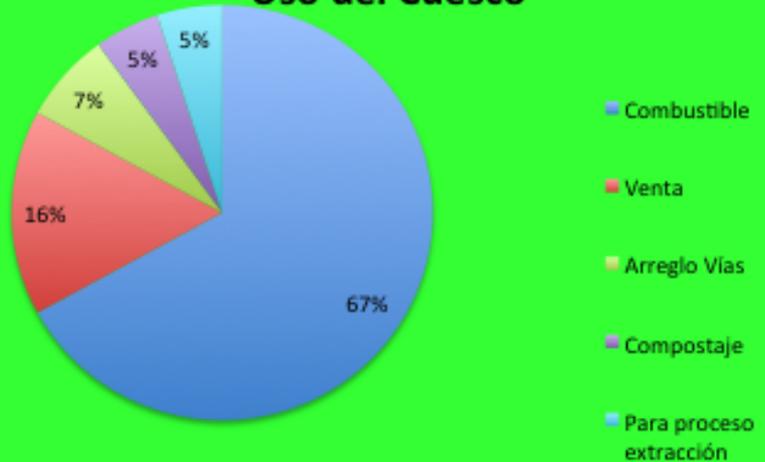


# USOS DE SUBPRODUCTOS CON PODER CALORÍFICO (Datos Colombia – Cenipalma 2010)

## Uso de la Fibra



## Uso del Cuesco



# COMPOSICIÓN DEL RV

PARÁMETROS	RANGO	MEDIA
Cenizas (%)	4,8 - 8,7	6,3
Aceite (%)	8,1 - 9,4	8,9
Carbono	42 - 43	42,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,65 - 0,94	0,8
K <sub>2</sub> O (%)	2,0 - 3,9	2,9
MgO (%)	0,25 - 0,40	0,3
CaO (%)	0,15 - 0,48	0,25
Boro (mg./Kg.)	9,0 - 11,0	10
Cobre (mg./Kg.)	22 - 25	23
Zinc (mg./Kg.)	49 - 55	51
Hierro (mg./Kg.)	310 - 595	473
Manganeso (mg./Kg.)	26 - 71	48
Relación C:N	45 - 64	54

Fuente: Gurmit S., Kow D.L., Lee K.H., Lim K.C., Loong S.G. 1999



# COMPOSICIÓN DE LA CENIZA EN BASE SECA

<i>Elementos Nutricionales</i>	<i>%</i>
Potasio	1,02 - 4,41
Calcio	0,39 - 3,24
Magnesio	0,29 - 2,60
Fósforo	0,28 - 1,33
Nitrógeno	trazas

*\* Fuente: Rusnani Abd et ál., 1999*



# COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS LODOS EN BASE SECA

ANÁLISIS	UNIDAD	VALOR
pH		8,4
Conductividad Eléctrica	dS/m	11
Carbono Orgánico	%	8,5
Nitrógeno	%	5,9
Potasio	cmol/Kg.	31,8
Calcio	cmol/Kg.	41,4
Magnesio	cmol/Kg.	32,2
Sodio	cmol/Kg.	0,7
Capacidad de Intercambio Catiónico	cmol/Kg.	11
Fósforo	mg./Kg.	500
Boro	mg./Kg.	5,1
Azufre	mg./Kg.	388
Cobre	mg./Kg.	0,9
Hierro	mg./Kg.	2,9
Manganeso	mg./Kg.	4,1
Zinc	mg./Kg.	0,5

Fuente: Cortés. C, et ál. 2006



# RELACIÓN NO VENDIBLES SÓLIDOS Vs. LÍQUIDOS



Efluente con pH 4,5 y  
Demanda Química de  
Oxígeno ( DQO)  
superior a 60.000 mg.  
/L.

Relación Residuos  
Sólidos : Efluentes

1 : 4,42

# PROBLEMÁTICA

- 1. Generación de grandes volúmenes de NO VENDIBLES en época de lluvias.**
- 2. Endurecimiento de las normas ambientales en los países en desarrollo.**
- 3. Los sistemas convencionales pierden vigencia por las exigencias internacionales como *RSPO*.**

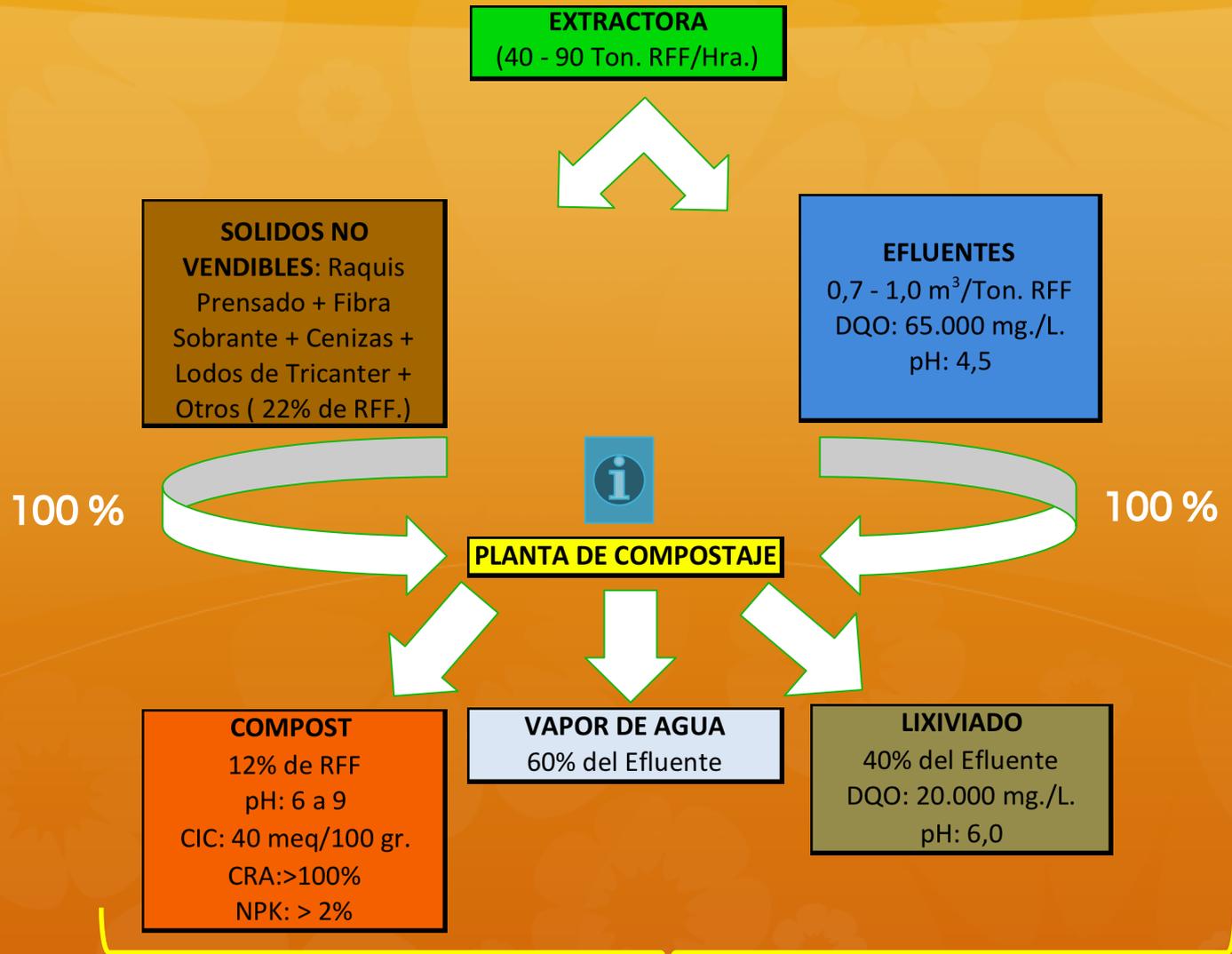
# **... UNA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE!!**

- ✓ **Aprovechamiento del 100% de los NO VENDIBLES Sólidos y Líquidos.**
- ✓ **Desarrollado en dos etapas, según condiciones específicas de cada Planta Extractora:**

## **1. ETAPA I : BIOEVAPORADOR**

**Utilizando el proceso de Compostaje Aeróbico y de esta manera obtener un producto APROVECHABLE.**

# ETAPA I



# ETAPA II

# ... UNA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE!!

## ✓ 1. ETAPA I : BIOEVAPORADOR

## 2. ETAPA II: Diferentes Opciones:

- ◆ Bio Absorción: Vetiver (*Chrysopogon zizaniodes L.*)

# ETAPA II

## COMPOST

12% de RFF  
pH: 6 a 9  
CIC: 40 meq/100 gr.  
CRA: >100%  
NPK: > 2%

## VAPOR DE AGUA

60% del Efluente

## LIXIVIADO

40% del Efluente  
DQO: 20.000 mg./L.  
pH: 6,0

## ETAPA I

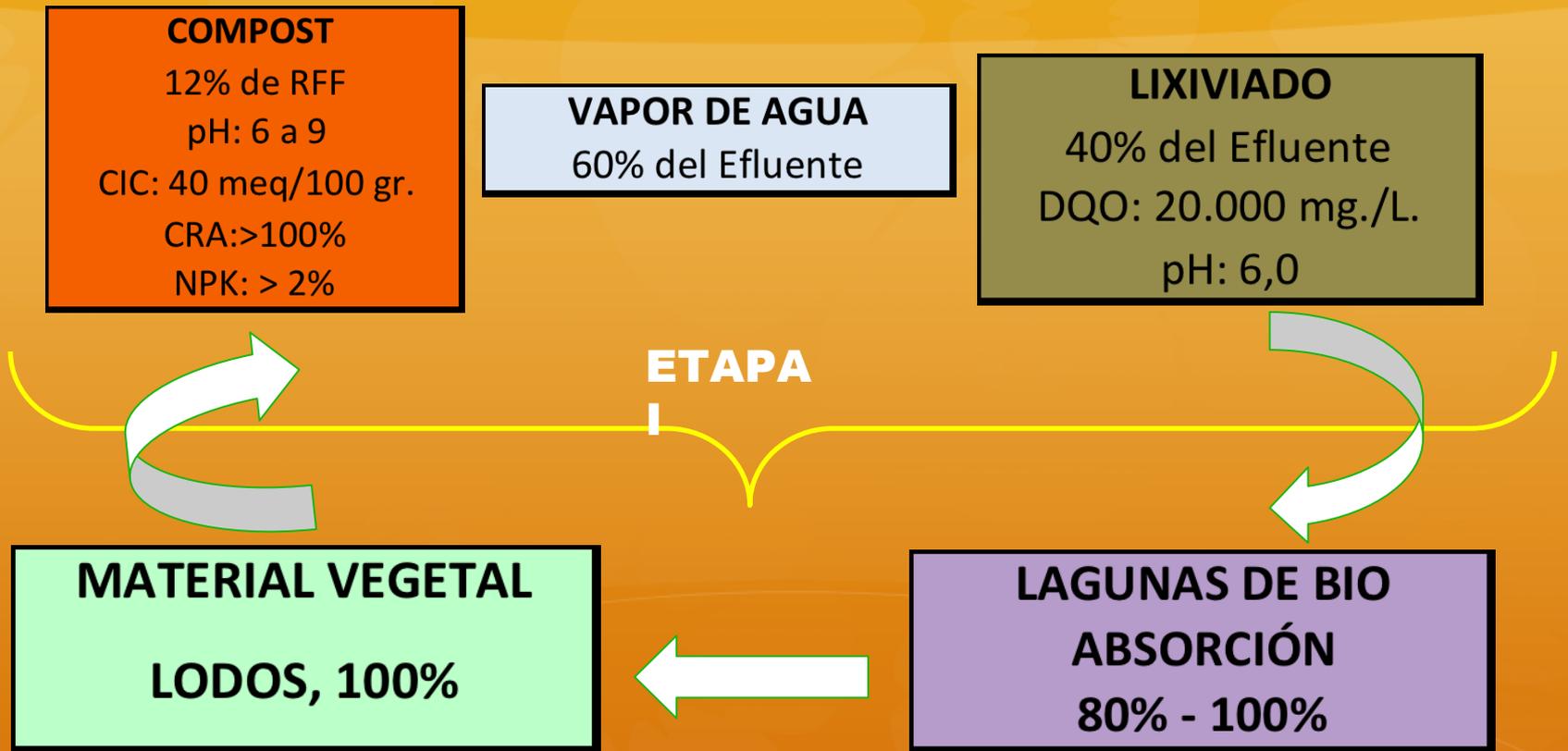
## LAGUNAS DE BIO

## ABSORCIÓN

80% - 100%



# ETAPA II



**CERO RESIDUOS - APROVECHAMIENTO DEL 100% DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS & LIQUIDOS -  
AGUA APTA PARA VERTIMIENTO O REUSO**

# **... UNA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE!!**

## **✓ 1. ETAPA I : BIOEVAPORADOR**

## **✓ 2. ETAPA II: Diferentes Opciones:**

### **✓ Bio Absorción.**

### **◆ Separador Mecánico VSEP**

# ETAPA II

## COMPOST

12% de RFF  
pH: 6 a 9  
CIC: 40 meq/100 gr.  
CRA: >100%  
NPK: > 2%

## VAPOR DE AGUA

60% del Efluente

## LIXIVIADO

40% del Efluente  
DQO: 20.000 mg./L.  
pH: 6,0

## ETAPA I

**SISTEMA DE  
MEMBRANAS  
VIBRATORIAS**



# ETAPA II

## COMPOST

12% de RFF  
pH: 6 a 9  
CIC: 40 meq/100 gr.  
CRA: >100%  
NPK: > 2%

## VAPOR DE AGUA

60% del Efluente

## LIXIVIADO

40% del Efluente  
DQO: 20.000 mg./L.  
pH: 6,0

## ETAPA I

## Lodos

2% - 5%

## SISTEMA DE MEMBRANAS VIBRATORIAS

**CERO RESIDUOS - APROVECHAMIENTO DEL 100% DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS & LIQUIDOS - AGUA APTA PARA VERTIMIENTO O REUSO**

# **¿COMO HACERLO?**

**1. Tener en cuenta la disponibilidad de tierra.**

**2. Proyectar los volúmenes a generar tanto de NO Vendibles Sólidos como Líquidos.**

**3. Identificar la maquinaria e infraestructura requerida, teniendo siempre presente: Valor de Inversión y Costos de Operación.**

***Las soluciones ambientales  
sostenibles nos permiten  
continuar nuestra labor  
productiva con  
responsabilidad social,  
ambiental y económica.***



# ¿QUE ES COMPOSTAJE?

**El compostaje se define como la descomposición biológica de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho que se produce en condiciones controladas en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren de una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido (Costa et al., 1991). El proceso transcurre a través de dos fases: mesófilica y termofílica; esta última, según Tchobanoglous (1994), favorece la eliminación de organismos patógenos y también facilita las condiciones para degradar ciertos componentes peligrosos. Según Cegarra (1994), las fases mencionadas conducen a la producción temporal de fitotoxinas, y a la producción de dióxido de carbono, agua, productos minerales y materia orgánica estabilizada.**

# **VENTAJAS DEL COMPOSTAJE:**

- **Aprovechamiento del 100% de los Residuos.**
- **Disminución en el costo de transporte a campo al bajar la humedad y volumen de los residuos.**
- **La materia orgánica y los nutrientes del compost son de disponibilidad inmediata.**
- **No interfiere en procesos MDL.**
- **Amigable con el ambiente.**

# FASES DE PROCESO

## PRIMERA FASE ( I )

### Iniciación

- 24 Horas
- 40 ~ 50° C

## SEGUNDA FASE ( II )

### Mesófilos

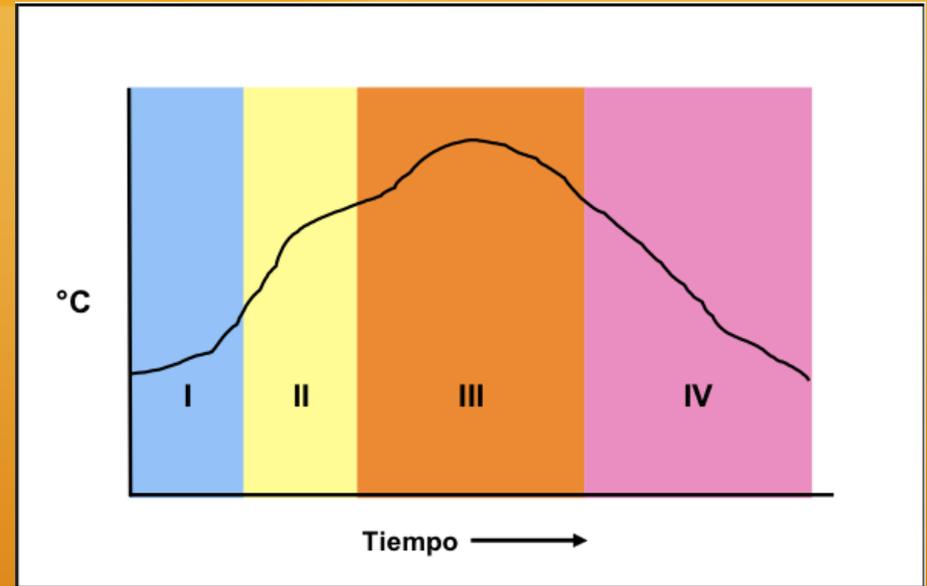
- 70 ~ 75° C

## TERCERA FASE ( III )

### Termófilos

## CUARTA FASE ( IV )

### Enfriamiento y Maduración



# PROCESO DE COMPOSTAJE





# MONITOREO



Contenido de Humedad	35%
Carbono Orgánico Oxidable	15% min.
N, P2O5, K2O totales	> 1% c/u.
Relación C/N	< 15 compost
CIC	30 meq./100 g. min.
pH	4 a 9
Densidad Máxima	0,6 g./ml.
Capacidad Retención Humedad	Mínimo su propio peso
Salmonella sp.	Ausente en 25 g. de muestra
Enterobacterias totales	< 1.000 UFC/g. de producto

*Fuente: NTC 5167*





# PRODUCTO TERMINADO



## Análisis de Control de Calidad

No. CCF 14606

Muestreo	2012-05-24
Recepción	2012-05-28
Análisis	2012-06-08
Orden de T. #	46290

EMPRESA	Palmeras de La Costa S.A.	DESCRIPCIÓN	Abrono Orgánico
DIRECCIÓN	Cil 75 # 69 - 89 Esquina	IDENTIFICACION	Tratamiento C
CIUDAD	El Copey - Cesar	CARACTERÍSTICAS	Producto color negro
NIT	860.031.788-0	OTROS DATOS	
		Procedencia:	EL COPEY CESAR

### REPORTE EN BASE SECA

Densidad Aparente Seca Molida	0.352	g/cm <sup>3</sup>
pH en Pas.a Saturada	9.53	
C.E. en Extracto Saturación	9.09	dS/m
Humedad	50.03	% P/P
Cenizas	28.96	% P/P
Residuo Insoluble en ácido	15.42	% P/P
C.I.C	40.00	meq/100gr
Nitrógeno total	0.96	% P/P
Potasio Total	2.89	% P/P
Calcio Total	0.39	% P/P
Magnesio Total	0.22	% P/P
Fósforo total	0.16	% P/P
Azufre	0.133	% P/P
Boro	0.0002	% P/P
Cobre	0.0008	% P/P
Manganeso	0.006	% P/P
Hierro	0.28	% P/P
Zinc	0.0036	% P/P
Sodio	0.085	% P/P
C. Orgánico Oxidab e Total	34.13	% P/P
Rel (C/N)	35.55	
Retención de Humedad	331.66	% P/P
Perdidas por Volatilización	71.04	% P/P
Si Total	4.31	% P/P

K2O Total	3.47	% P/P
CaO Total	0.546	% P/P
MgO Total	0.36	% P/P
P2O5 Total	0.36	% P/P

### MÉTODOS ANALÍTICOS

LBC 43 Gravimetría
LBC 44 Potenciometría
LBC 41 Potenciometría
NTC 35 Gravimetría
LBC 39 Gravimetría
LBC 21 Gravimetría
NTC 5167 Volumetría
Suma de Nitrógenos
NTC 202 Emisión
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 234 Colorimetría
NTC 1154 Turbidimetría
NTC 1860 Colorimetría
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1146 Emisión
NTC 5167 Walkley Black
NTC 5167 Gravimetría
NTC 5167 Gravimetría
LBC 89 Colorimetría

NOTA: Los elementos reportados son solubles en HCl

Prohibida la copia total o parcial del presente informe. Toda copia autorizada deberá llevar este sello en original y en cada una de sus páginas. Los presentes resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio y no a otros materiales de la misma procedencia.



Elkin Darío Mateos Reina  
Jefe Control de Calidad; T.P. 5164

Felipe Calderón Sáenz  
Director General; T.P. 3186

## Análisis de Control de Calidad

No. CCF 17644

Muestreo	2015-01-27
Recepción	2015-01-28
Análisis	2015-02-06
Orden de T. #	52760

EMPRESA	Bioprocesos S.A.S.	DESCRIPCIÓN	Abrono Orgánico Sólido
DIRECCIÓN	Trans 5 D No. 39 - 174 (401)	IDENTIFICACION	Compost Pila 2
CIUDAD	Medellin	OTROS DATOS	
NIT	811.046.761-7	CARACTERÍSTICAS	Producto café oscuro
		Procedencia:	IXCÁN GUATEMALA

### REPORTE EN BASE HUMEDA

Densidad Aparente Seca	0.180	g/cm <sup>3</sup>
pH en Pas.a Saturada	7.77	
C.E. en Extracto Saturación	6.57	dS/m
Humedad	41.10	% P/P
Cenizas	18.21	% P/P
Residuo Insoluble en ácido	12.49	% P/P
C.I.C	21.39	meq/100g
Nitrógeno total	0.52	% P/P
Potasio Total	0.95	% P/P
Calcio total	1.14	% P/P
Magnesio Total	0.50	% P/P
Fósforo total	0.19	% P/P
Azufre	0.11	% P/P
Boro	0.0006	% P/P
Cobre	0.003	% P/P
Manganeso	0.01	% P/P
Hierro	0.21	% P/P
Zinc	0.001	% P/P
Sodio	0.01	% P/P
C. Orgánico Oxidab e Total	17.88	% P/P
Rel (C/N)	34.50	
Retención de Humedad	70.75	% P/P
Perdidas por Volatilización	40.69	% P/P
Si Total	3.04	% P/P

K2O Total	1.14	% P/P
CaO total	1.59	% P/P
MgO Total	0.83	% P/P
P2O5 Total	0.45	% P/P

### MÉTODOS ANALÍTICOS

LBC 43 Gravimetría
LBC 44 Potenciometría
LBC 41 Potenciometría
NTC 35 Gravimetría
LBC 39 Gravimetría
LBC 21 Gravimetría
NTC 5167 Volumetría
Suma de Nitrógenos
NTC 202 Emisión
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 234 Colorimetría
NTC 1154 Turbidimetría
NTC 1860 Colorimetría
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1369 Absorción Atómica
NTC 1146 Emisión
NTC 5167 Walkley Black
NTC 5167 Gravimetría
NTC 5167 Gravimetría
LBC 89 Colorimetría

NOTA: La extracción de los minerales se realizó con HNO<sub>3</sub> - HClO<sub>4</sub> en proporción (2:1)

Prohibida la copia total o parcial del presente informe. Toda copia autorizada deberá llevar este sello en original y en cada una de sus páginas. Los presentes resultados analíticos corresponden exclusivamente a la muestra recibida en el Laboratorio y no a otros materiales de la misma procedencia.



Diana García Millán  
Jefe Control de Calidad; T.P. 15165

Felipe Calderón Sáenz  
Director General; T.P. 3186

# DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

SEMANA	Mediciones % O <sub>2</sub>		
	Totales	<10 %	%
42	6	3	50%
43	20	2	10%
44	40	10	25%
45	21	2	10%
46	38	1	3%
47	32	3	9%
48	32	1	3%
49	32	1	3%
50	54	4	7%
51	18	0	0%
52	0	0	N.A
1	24	0	0%
2	34	0	0%
3	20	0	0%
4	20	0	0%
5	20	1	5%
6	20	0	0%
7	20	0	0%
8	20	0	0%
9	20	4	20%
10	20	4	20%
11	16	0	0%
<b>Total</b>	<b>527</b>	<b>36</b>	<b>7%</b>

# CARGA ORGÁNICA Y pH

PARÁMETRO	UNIDAD	EFLUENTE	SEM.	LIXIVIADO	SEM.
<i>DQO</i>	<i>mg./L.</i>	60.900	8	12.280	8
		N.A	N.A	11.920	10
<i>pH</i>	<i>U.</i>	4,5	8	7,29	10



Fuente: Palmas del Ixcan



# PRENSADO DE RAQUIS

**Recuperación del 1% al 1,5%  
de Aceite.**

**Reduce humedad del 65% al  
45%**

**Amplía el área de superficie  
para la acción microbiológica**



# Planta Tratamiento Lixiviados de RSU – Panamá





