



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES  
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

“EVALUAR LA GESTIÓN AMBIENTAL DE RESIDUOS DE LODO DE PALMISTE EN LA EMPRESA PROCEPALMA CEBA S.A, A FIN DE VERIFICAR LA POSIBILIDAD DE SU USO COMO NUTRIENTES EN GRANJAS, EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO.”

**REALIZADO POR:**

Ing. Danny Gabriel Soria

**DIRECTOR DE TESIS:**

Ing. Mónica Delgado, MSC.

**Julio, 2019**



**CAPÍTULO I  
INTRODUCCIÓN**

**CAPÍTULO II  
MARCO  
TEÓRICO**

**ESTRUCTURA  
DE LA  
INVESTIGACIÓN**

**CAPÍTULO III  
MARCO  
METODOLÓGICO**

**CAPÍTULO IV  
ANÁLISIS DE LOS  
RESULTADOS**

**CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

**DISCUSIÓN  
DE LOS  
RESULTADOS**

# INTRODUCCIÓN



## OBJETIVOS.



### Objetivo general.

Evaluar la gestión ambiental de residuos de lodo de palmiste en la empresa PROCEPALMA CEBA S.A, a fin de verificar la posibilidad de su uso como nutrientes en granjas, en la ciudad de Santo Domingo.



## Objetivo específicos.



- ★ Determinar el ciclo de vida de los residuos de lodo de palmiste, conforme a lo establecido por la norma ISO 14040.
- ★ Diseñar un eco-diagrama de flujos y eco balances con la finalidad de identificar el manejo del proceso productivo y enlistar entradas, salidas, aspectos e impactos ambientales del proceso.
- ★ Evaluar los resultados del análisis nutricional del residuo lodo para verificar si son aptos para su uso como fertilizantes en cultivos de granjas agrícolas mediante la incorporación de lodos recuperados de las lagunas de oxidación.
- ★ Establecer un protocolo como plan de manejo en cuanto al uso correcto de los lodos generados por la empresa PROCEPALMA, mediante la elaboración del programa de manejo de los residuos, que contribuya a la disminución de contaminación y al desarrollo de la gestión ambiental.

## MARCO TEÓRICO.



A. Residuos generados en el proceso del palmiste.



B. Tipos de residuos de lodos.



C. Medidas de la calidad en los lodos.



D. Alternativas de gestión de lodo.





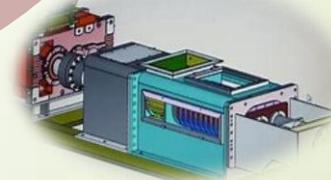
Lodo

Cenizas  
•Cascarillas  
•Lodos



El palmiste es un subproducto alimenticio que posee 18 a 19% proteínas y 15 y 16% en fibra.

•Aceite de palmiste  
•Torta de palmiste



## TIPOS DE RESIDUOS DE LODOS.



### Lodos Líquidos

(García & Uribe, 2012). Contienen menos de un 25% de sólidos totales, y es usada como fertilización de empastadas, estabilización de suelos y aditivos para mejorar las condiciones físicas de suelos



### Lodos deshidratados.

García (2012), son lodos que contienen al menos 25% de sólidos totales, estos subproductos son aplicados en cultivo de forrajeras, viveros de plantas, que tiene un bajo costo de producción.



### Lodos secos.

Lodos que contienen al menos 40% de sólidos totales, lo cual, pueden ser utilizados en aplicaciones agrícolas sin restricción, ya sea como abono o fertilizante en horticultura, cultivos de especies comestibles, plantaciones bananeras, viveros de especies frutales u ornamentales.



## MEDIDAS DE CALIDAD EN LOS LODOS.



Según García (2009), dice que “deben establecer o cumplir unos parámetros químicos y físicos de la calidad de los lodos y que garantice todos los requerimientos establecidos en la normatividad vigente de Chile, consta en NTC 5167 (p.87)”.

**Tabla 1.** Parámetros de calidad de compost

<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración (g/kg)</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	5.5-6.0
Nitrógeno	5.0-7.0
Fosforo	6.0-9.0
Potasio	18.0-21.0
Carbono	250-260
Azufre	3.0-5.0
Calcio	19.0-21.0
Magnesio	6.0-8.0
Sodio	1.0-4.0
Hierro	10.0-13.0
Manganeso	7.0-9.0
Mercurio	0.01 mg/L
Níquel	3 mg/L
Plomo	0.5 mg/L
Plata	1 mg/L

Fuente: (NTC 5157- Parámetros de calidad)

## ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LODO.



**Deshidratación  
del lodo.**

**Compostaje.**

**Estabilización  
alcalina  
(Tratamiento  
químico)..**

**Relleno Sanitario- Monorrellenos.**

**Acondicionador  
de suelo. –**



# METODOLOGÍA



De acuerdo al trabajo en campo, dentro de las instalaciones de PROCEPALMA se determina los elementos básicos del eco-balance:

Tabla 3. Elementos e información específica para el desarrollo del eco balance.

Elementos	Información
Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se transforman en el producto final del proceso.</li> <li>• Calcular las cantidades de materia prima.</li> <li>• Distinguir las materias primas para su destino en el producto final, y cuales se utilizan para procesos de transformación.</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información detallada de las cantidades de los diferentes tipos de energía y sus fuentes.</li> <li>• Distinguir entre fuentes renovables (energía hidroeléctrica) y no-renovables (combustibles fósiles).</li> </ul>
Aditivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los materiales necesarios para el proceso de transformación, pero no forman parte del producto final.</li> </ul>
Residuos solidos	<p>Información detallada sobre cantidades y diferentes tipos de residuos sólidos. Los cuales pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos del proceso (materia prima sobrante, productos fuera de especificación, materiales que son necesarios para que el proceso funcione, como filtros, aceite).</li> <li>• Residuos de productos (productos en el fin de su vida útil), residuos de empaques (de materias primas o de componentes, y para empaclar el producto).</li> <li>• Residuos diversos como el polvo que se encuentra en los filtros</li> </ul>
Residuos líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información sobre cantidades, concentraciones y diferentes tipos de vertimientos.</li> <li>• Distinguir entre soluciones y suspensiones</li> </ul>
Residuo de gases	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información detallada de las cantidades y tipos de emisiones.</li> </ul>
Productos terminados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el producto principal del proceso de transformación, el cual puede ser producto terminado, un subproducto, un compuesto o un material refinado.</li> </ul>

**Fuente: (Restrepo, 2011):** Elementos e información específica para el desarrollo del eco balance



2. Se realiza una recolección de información primaria mediante la realización de visitas a la empresa durante tres meses.
3. Se verifica en campo las etapas generales como la cosecha, transporte, esterilización por vapor, pelado, extracción del aceite, purificación, aceite de palma crudo, proceso de refinación y aceite de palma refinado.
4. Se verifica los ecos diagramas de flujos y eco balance con la finalidad de determinar pesos y cantidades específicas de los desechos de los residuos de lodo de palmiste.
5. Se realiza un análisis de nutrientes de los residuos de lodo, y se compara con las normas chilenas de uso de lodo para fertilizante
6. Se estableció un protocolo de plan de manejo ambiental que consiste en la reutilización del lodo.

## RESULTADOS



Se toma muestras de las lagunas de lodo, para el respectivo análisis en el laboratorio AGRILAB, que este certificado por Agrocalidad, y SAF (Sistema de Administración Forestal), con los resultados obtenidos se procede el respectivo análisis, en la tabla 5, se puede evidenciar los residuos de lodo residual que se produce mensualmente en la planta extractora durante los últimos 6 meses:

**Tabla 4.** Cantidad de lodos producido mensualmente durante los últimos 6 meses

Mes	Cantidad de lodo producido Mt3
Julio	2,1500
Agosto	1,1100
Septiembre	1,200
Octubre	1,8700
Noviembre	1,8100
Diciembre	1,5600
Enero 2019	2,4300
<b>Total</b>	<b>13,1200</b>

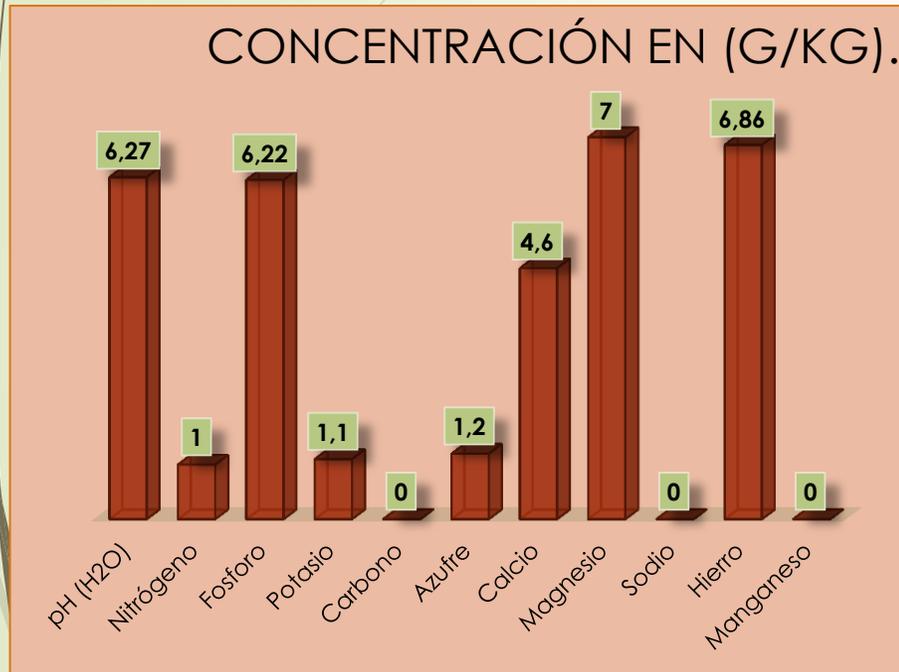
**Fuente:** (PROCEPALMA CEBA S. A, Santo Domingo)

**Elaborado por:** Soria Zambrano, Danny Gabriel



**Tabla 5.** Análisis comparativo según las normativas chilenas NTC 5167, con los resultados de laboratorio.

Nutrientes	Concentración (g/kg) según normatividad vigente de Chile, consta en NTC 5167.	Resultados del análisis del residuo de lodos de PROCEPALMA CEBA.S.A.
pH (H <sub>2</sub> O)	5.5-6.0g/kg	6,27 g/kg
Nitrógeno	5.0-7.0g/kg	1,0 g/kg
Fosforo	6.0-9.0g/kg	6,22 g/kg
Potasio	18.0-21.0g/kg	1,10 g/kg
Carbono	250-260 g/kg	-
Azufre	3.0-5.0 g/kg	1,20 g/kg
Calcio	19.0-21.0g/kg	4,6 g/kg
Magnesio	6.0-8.0 g/kg	7,0 g/kg
Sodio	1.0-4.0 g/kg	-
Hierro	10.0-13.0 g/kg	6,86 g/kg
Manganeso	7.0-9.0 g/kg	Ca/Mg 6,57



**Fuente:** (norma NCh 2880.Of2003 “Compost-clasificación y requisitos”)/ (PROCEPALMA CEBA S.A/ Santo Domingo., 2018)

**Elaborado por:** Soria Zambrano, Danny Gabriel

**Figura 2.** Resultado de residuo de lodo de palmiste

**Fuente:** (PROCEPALMA CEBA S.A/ Santo Domingo., 2018)

**Elaborado Por:** Soria Zambrano, Danny Gabriel



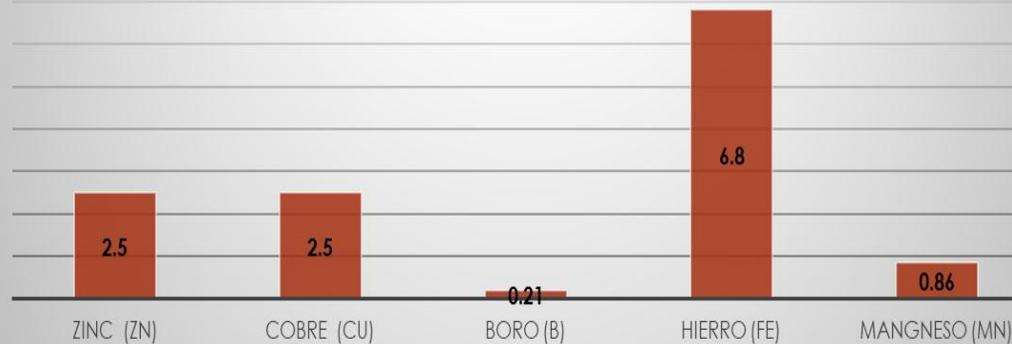
## CRITERIOS PARA CONSIDERAR A UN DESECHO COMO NO PELIGROSO

**Tabla 7.** Límite máximo permisible para extracción de metales pesados en base seca (Digestión ácida).

Metales pesados	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE mg/kg en base seca	Resultados de laboratorio del lodo de PROCEPALMA CEBA.S.A.
Zinc (Zn)	5mg/kg	2,5mg/kg
Cobre (Cu)	3mg/kg	2,5mg/kg
Boro (B)	0.5mg/kg	0,21 mg/kg
Hierro (Fe)	10mg/kg	6,8mg/kg
Mangneso (mn)	2 mg/kg	0,86mg/kg

**Fuente:** Norma oficial Mexicana NOM-052-SERMANAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos, México 2011.

Resultados de laboratorio del lodo de PROCEPALMA CEBA.S.A, en (mg/kg)

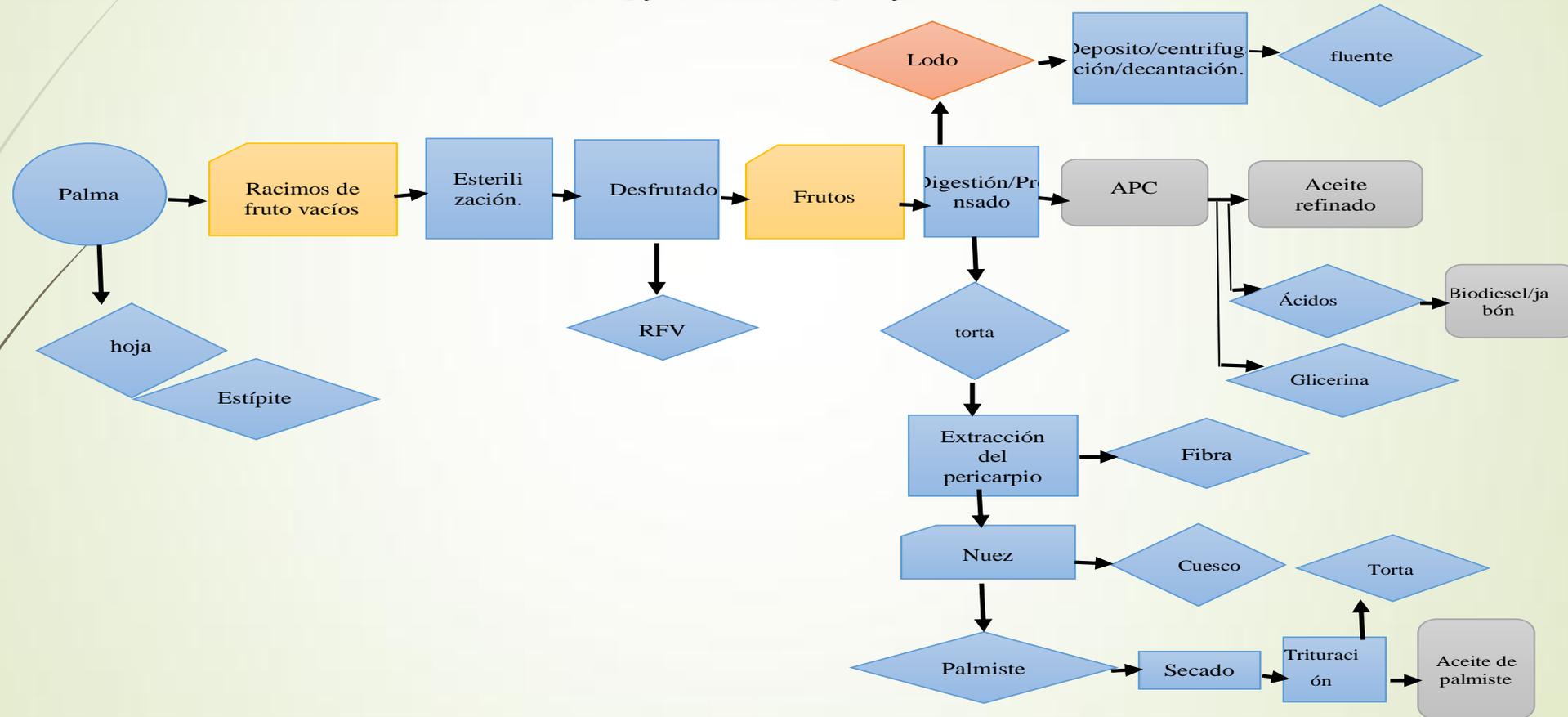


**Figura 3.** Resultado de residuo de lodo de palmiste  
**Fuente: (PROCEPALMA CEBA S.A/ Santo Domingo., 2018)**



## Ciclo de vida de los residuos de lodo de palmiste, conforme a lo establecido por la norma ISO 14040.

### Proceso productivo de la palma



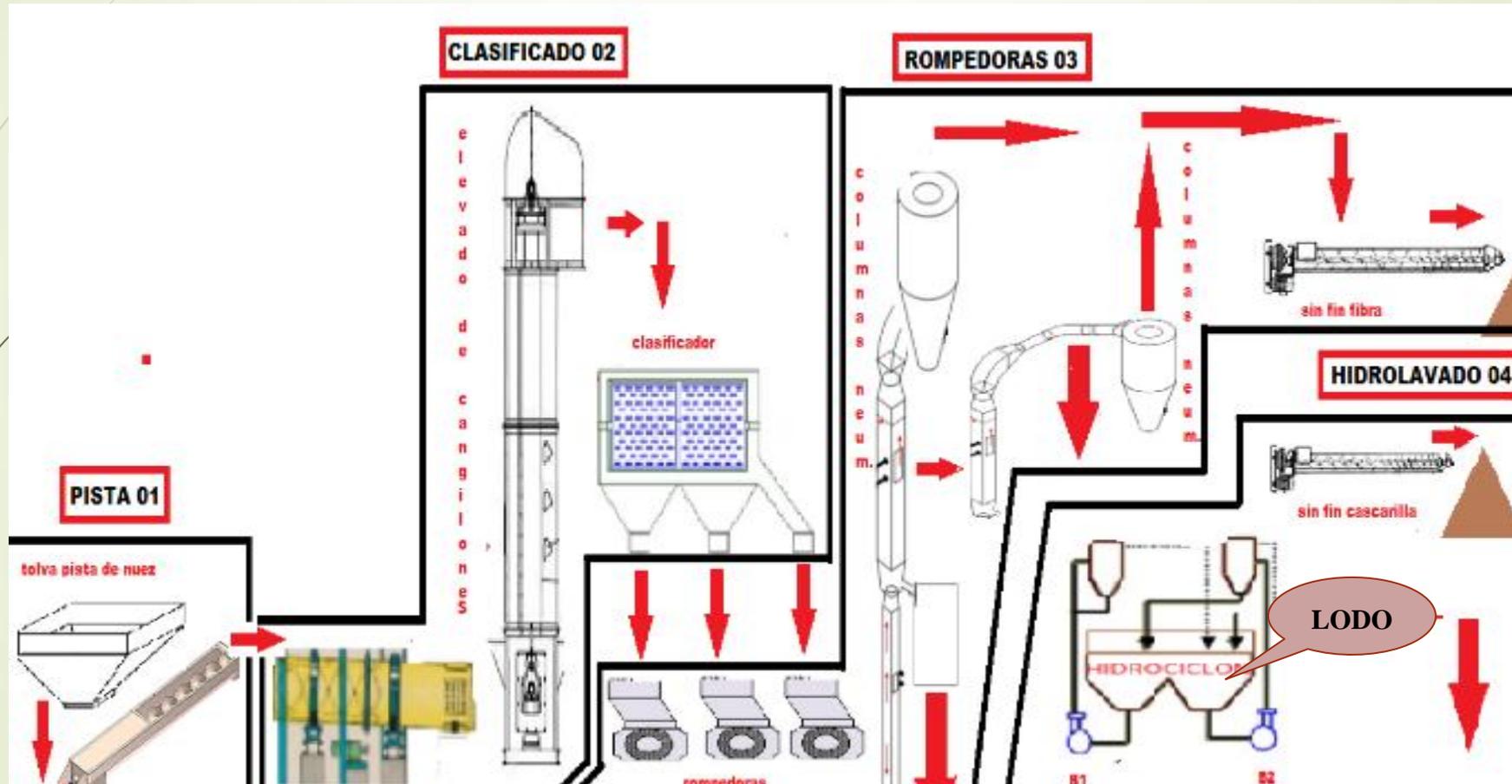
**Diagrama 1** Esquema simplificado del procesamiento del aceite de palma con la ISO 14040.

**Fuente:** PROCEPALMA CEBA S.A./Santo Domingo.

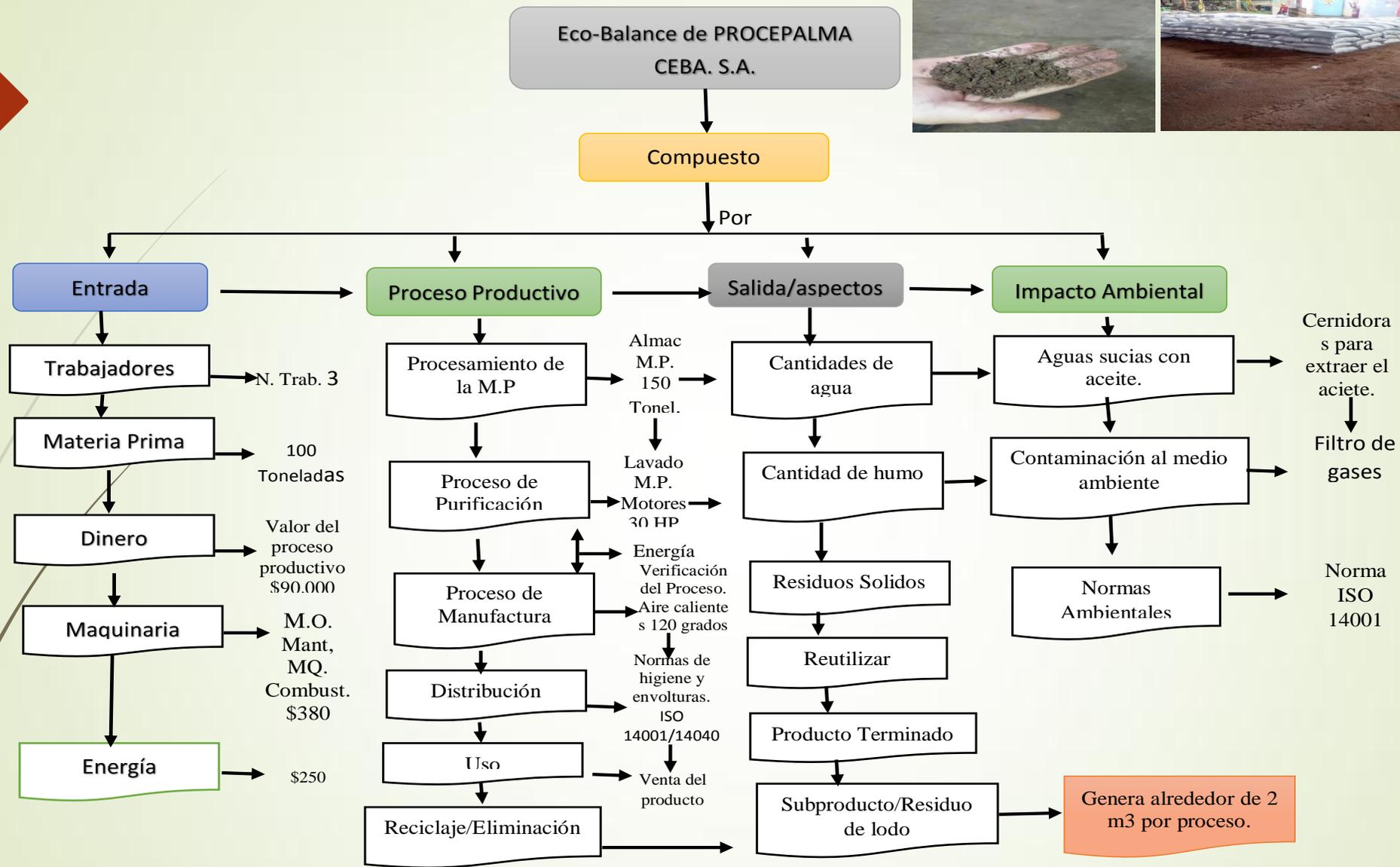
**Elaborado por:** Soria Zambrano, Danny Gabriel.



## Eco balances para el proceso productivo del residuo de lodos de palmiste.



**Figura 5.** Mapa de Procesos de la organización PROCEPALMA S.A  
**Fuente:** (PROCEPALMA CEBA S.A/ Santo Domingo., 2018).

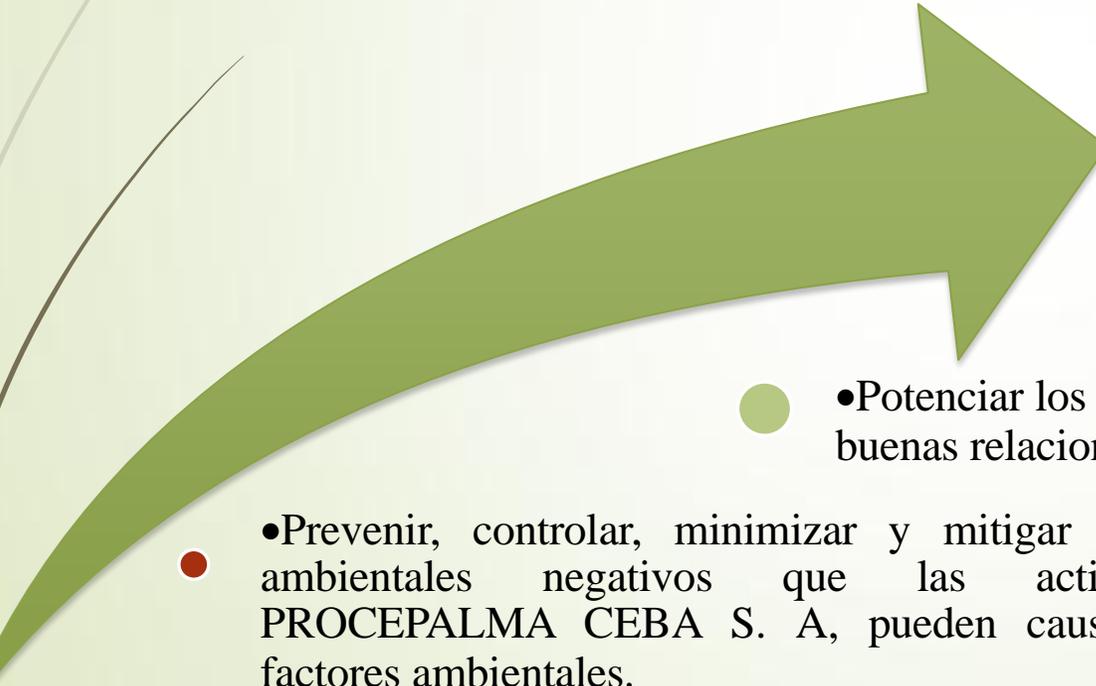


**Figura 6.** Eco balance de los procesos de los residuos de lodo para PROCEPALMA CEBA. S.A.

## PROTOCOLO DE MANEJO DE RESIDUOS LODO DE PALMISTE.



El presente protocolo tiene por finalidad garantizar un alto grado de protección del medio ambiente, incluida la salud, mediante; la elaboración de planes y programas, que tengan la finalidad de proteger al medio ambiente, estableciendo procedimientos claros, transparentes y eficaces de evaluación estratégica medioambiental.

- 
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que las actividades de PROCEPALMA CEBA S. A, pueden causar sobre los factores ambientales.
  - Potenciar los impactos positivos, para asegurar las buenas relaciones con la comunidad.
  - Asegurar el cumplimiento de las operaciones del presente proyecto para que se enmarque en las disposiciones de las leyes, reglamentos, ordenanzas y normas ambientales vigentes en el Ecuador.

# Alternativas para el tratamiento y disposición de lodo.



## Residuo de lodo

60% Para el tratamiento como fertilizantes

Cumplir con todos los procesos antes mencionados

Beneficios

- En lo cultivo: menor costo en fertilizantes.
- Nuevo producto para la venta, después del aceite y torta de palmiste.
- Mayor rentabilidad.
- Manejo adecuado y eficiente en las plantaciones de palma.
- Menor tiempo en recuperación del suelo.

40% para un gestor de almacenamiento

Aguas residuales.

Tratamiento

- Tratamiento en lagunas destinadas para el almacenamiento del residuo a largo plazo.
- Pasteurización.
- Mezcla con cal para evitar los malos olores y la llegada de roedores.
- Tratamiento con químicos.
- Neutralización, hidrolisis.
- Estabilización y solidificación.
- Tratamientos térmicos.
- Incineración.

## DISCUSIÓN



En forma descriptiva se puede decir que los residuos de lodo de palma cumplen con los requisitos para ser un suplemento de excelente calidad como nutrientes de abono para el cultivo agrícola, donde los resultados están dentro de los parámetros aceptables para ser subutilizados como fertilizantes.

Los resultados obtenidos en materia seca de los micronutrientes de los residuos de lodo son los siguientes valores; Nitrógeno 1%, P 0.09%, K 0.11%, Ca 0.46%, Mg 0.07%, S 0.12%, PH en 6.27, en el 40% de materia seca con relaciones de N/k en 9.09, K/P en 1.22, Ca/Mg en 6.57, Ca+Mg/K 4.82, C/N en 25, siendo estos valores promedio, que indican que el lodo antes de proceso químico, puede ser usado como nutriente de granja, y los resultados de toxicidad son los siguientes: zinc 2.5mg/L, cobre 2.5mg/L, boro 0.21mg/L, hierro 6.8mg/L y manganeso 0.86mg/L, y se determinó que los residuos de lodos poseen alto contenido de nutrientes y un bajo riesgo de contaminación del medio ambiente y es apto factible para ser reutilizado como abono orgánico.

## CONCLUSIONES.



- Se desarrollo el proceso productivo del palmiste mediante el ciclo de vida, para el control de las fases de seguimiento y la correcta transformación de la materia prima guiándose con la norma ISO 14040, que permitió determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales.
- Se elaboró un eco diagrama de flujos de procesos productivo que permitió describir cada fase que interviene en la elaboración del aceite de palmiste y un eco balance donde se detalla las entradas, salidas, aspectos e impactos ambientales, basándose en la norma ISO 14001, donde se propone un esquema de manejo de residuos de lodos adecuados y eficientes, que se ocupe de establecer un determinado sistema de gestión ambiental.

## CONCLUSIONES.



- Los residuos de los lodos se han convertido en una fortaleza gracias a los altos beneficios en nutrientes, y materia orgánica, que a su vez reduce el impacto ambiental, concluyendo que el lodo de la palma africana es factible para obtener derivados como abono para los cultivos agrícolas, ya que no contiene compuestos tóxicos, ni metales pesados elevados que puedan causar un tipo de contaminación grave, más bien tiene un alto índice de nutrientes N (7,09 g/kg), y P (6,22g/kg), que le permitirá reducir un 50% en sus costos de producción.
- Se estableció un protocolo utilizando un plan de manejo ambiental para reducir la contaminación del medio ambiente, que consta de objetivos, políticas ambientales, alcance, metas y programas de prevención y reducción de la contaminación por descargas líquidos, y un plan de manejo de desechos sólidos y por último un programa de residuos sólido peligrosos.

## RECOMENDACIONES.



- Implementar lagunas de almacenamientos de residuos de lodo con estándares de calidad establecidos por el Ministerio del Ambiente, que no permitan la filtración de líquidos al suelo para evitar la contaminación de los seres vivos.
- Dar a conocer a los Directivos de la empresa la importancia y beneficios que se puede obtener de los residuos de lodo de palmiste como fertilizantes en cultivos, y asignar recursos económicos para la implementación y ejecución de la propuesta, ya que es viable.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN.**

*La vida es una obra de teatro que no permite ensayos...  
Por eso, canta, ríe, baila, llora y vive intensamente cada momento  
De tu vida...Antes que el telón baje y la obra termine sin aplausos.  
Charles Chaplin.*