



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO

FACULTAD DE ARTES LIBERALES

TITULO: Propuesta de valorización de los residuos especiales generados en la extracción de aceite de palma africana - Extractora Oleorios. Provincia de Los Ríos, vía Ventanas.

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO PREVIO A
OBTAR EL GRADO DE** Ingeniera en Gestión Ambiental

NOMBRE DE LA ESTUDIANTE: Sofía Carolina Macías Cadena

NOMBRE DEL TUTOR: Juan Carlos Erazo

SAMBORONDON, DICIEMBRE DEL 2017

Propuesta de valorización de los residuos especiales generados en la extracción de aceite de palma africana - Extractora Oleorios .Provincia de Los Ríos, vía Ventanas.

Sofía C. Macías
Universidad de Especialidades Espíritu Santo
Cdla. Fontana km 2/5 vía Samborondón
Cel.0991170026 – sofmacias@uees.edu.ec

Resumen

El presente artículo se enmarca dentro del contexto ambiental al desarrollar como objetivo principal una propuesta de valorización de los residuos especiales generados dentro del proceso de extracción de aceite de palma de la extractora "Oleorios"; los cuales no cuentan con ningún tipo de manejo integral siendo depositados directamente en un área abierta. Este problema trae consigo efectos negativos a la salud humana y a la naturaleza. Mediante este estudio se busca eliminar la incorrecta disposición final de los residuos especiales empleando un sistema de economía circular, se sugiere la implementación de compostaje. Los dos métodos de compostaje propuestos son pilas volteadas y pilas con aireación pasiva; ambos se convierten en alternativas altamente viables tanto monetaria como ecológicamente. Esto permitiría a la compañía ajustarse a la responsabilidad extendida del productor ya que sus socios palmicultores recibirían dicho abono orgánico y obtendrían beneficios para sus cultivos y generaría un ahorro en el presupuesto de la empresa al evitar pago de multas de incumplimiento por episodios de contaminación al recurso agua, aire y suelo.

Palabras clave:

Compostaje, aireación pasiva, pilas volteadas, economía circular.

Abstract

This article is framed within the environmental context to develop as a main objective a proposal for the recovery of special waste generated within the process of extracting palm oil from the "Oleorios" extractor; which do not have any type of integral management being deposited directly to an open area. This study seeks to eliminate the improper disposal of special waste that has negative effects on human health and nature by using a circular economy system, specifically the implementation of composting. The two proposed methods of composting: inverted batteries and stacks with passive aeration become highly viable alternatives, both monetarily and ecologically. This would allow the company to adjust to the extended responsibility of the producer since its palm oil partners would receive this organic fertilizer, obtain benefits for their crops, and generate savings in the company's budget by avoiding payment of fines of non-compliance due to contamination episodes to the resource water, air and soil.

Keywords: Composting, passive aeration, windrow composting, circular economy.

Introducción

Propuesta de valorización de los residuos especiales generados en la extracción de aceite de palma africana - Extractora Oleorios. Provincia de Los Ríos, vía Ventanas.

En la actualidad ningún residuo debe ser catalogado como basura común; según su clasificación debe recibir un correcto manejo y disposición final. En sí, todo residuo desechado por su propietario sea en estado sólido, semi sólido o líquido debe ser valorizado mediante un conjunto de acciones que permitan recuperarlo y convertirlo en un material reutilizable para otra actividad, aunque muchas empresas no asuman dicha responsabilidad.

En la naturaleza, los ecosistemas poseen un flujo de energía y nutrientes formando parte de este: los productores, consumidores, descomponedores y nutrientes del suelo que se conectan entre sí (Figura.-1). La economía circular es una economía industrial que adopta el comportamiento cíclico de la naturaleza fomentando la optimización del uso de un recurso a través de flujos renovables de materiales, trabajo y energía dentro del sistema con la intención de realzar el capital natural mediante la restauración y conservación.

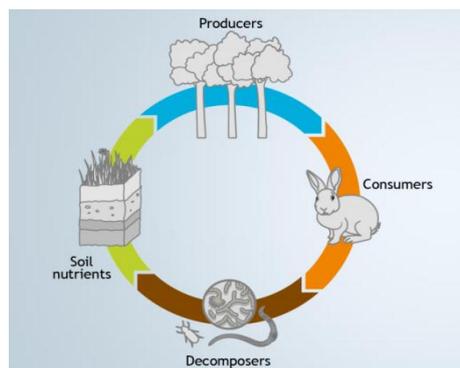


Figura 1. Ciclo biológico de la naturaleza. Adaptación de Rodic (2017).

Fuente: (Rodic, 2017)

En el libro: "De la cuna a la cuna" escrito en el año 2005 sus autores Braungart y McDonough mencionan la importancia de gestionar cuidadosamente los flujos de materiales que pueden ser reintroducidos en la biosfera de manera apropiada mediante la eco efectividad. La eco efectividad hace alusión a como se puede formar una relación de apoyo entre los sistemas ecológicos y el crecimiento económico para el manejo de un recurso siendo no necesario

reducir el consumo de materias primas o direccionar el flujo de materiales bajo el concepto de la cuna a la tumba. El mismo que radica en: extraer la materia prima, manufacturarla, transportarla, usarla y disponerla finalmente en un relleno sanitario como lo indica la eco eficiencia (Ellen MacArthur Foundation, 2013, pág. 27).

En otras palabras, es imprescindible que las empresas se responsabilicen no solo como estrategia de gestión ambiental; el tratamiento final de residuos sea mediante el pago de gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente (MAE) o el pago de impuestos por contaminar ya que, dichas medidas no intervienen lo suficiente hasta la raíz del problema. Por lo que, se debe apostar por el modelo de economía circular que permita un real aprovechamiento de los mismos.

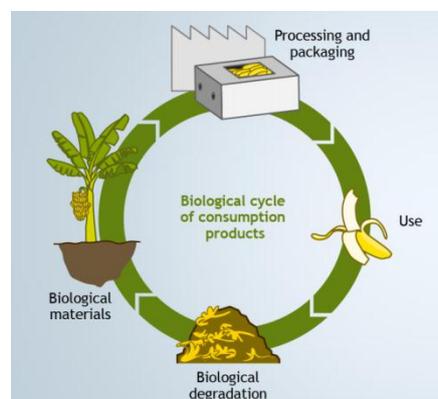


Figura 2. Modelo de economía circular de residuos sólido orgánicos.

Fuente: (Rodic, 2017).

La metodología utilizada todos estos años por varios sectores es la economía lineal enfocada en extraer, producir, usar y descartar sin recibir ningún tipo de tratamiento (Figura. -3). Las externalidades negativas de este modelo de economía afecta la calidad del medio (agua, aire y suelo) provocando un daño ecológico o contaminación (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Es por tal motivo que se necesita de la implementación de técnicas, estrategias o prácticas encaminadas a la obtención de productos, servicios y sistemas correctivos a largo plazo.

Se destaca que los procesos de industrialización que apuestan por este modelo de economía comenten errores y efectos negativos desde su propia génesis; desde el inicio del proceso o actividad. Se ha demostrado que los mecanismos tradicionales empleados a lo largo de los años para disminuir el impacto industrial no se centran por completo en la gestión solo logran mejor parcialmente el problema ambiental (Zhexembayeba, 2014).

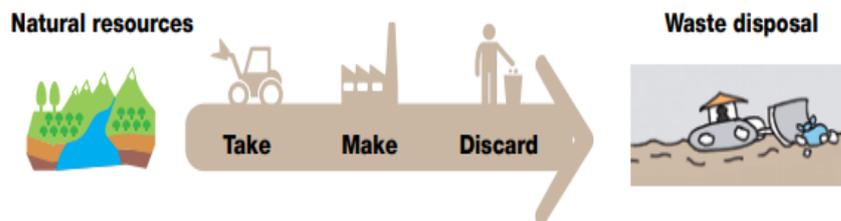


Figura 3. Modelo de economía lineal.

Fuente: (Wilson & Carpintero Rogero, 2015).

Una de las estrategias que trasciende de la economía lineal hacia la circular es que los diversos sectores deben pensar en cascadas; significa considerar el valor que los productos y/o materiales pueden contener a través de otras aplicaciones antes de ser dispuestos como desecho. Por ejemplo: la descomposición natural o controlada por procesos de fermentación en lugar de direccionarlos a acciones como la incinerización que requiere de instalaciones, equipos, consumo de energía y emite material particulado que afecta a la calidad del aire o incluso la construcción de rellenos sanitarios. De ser este el caso, se solicita la deforestación de áreas verdes donde se descomponen los mismos y por ende se genera lixiviados y gas metano que acortan la capacidad de carga de estos espacios.

De acuerdo al artículo "Urban Biocycles" publicado en el 2017 el beneficio de los nutrientes que provienen de los residuos orgánicos puede ser aprovechado desde el contexto de sistema circular al entrar en un proceso de retorno al suelo, sea en forma de abono o fertilizante orgánico eliminando o minimizando el uso de sintéticos (Ellen MacArthur Foundation, 2017, pág. 16).

En el Ecuador el sector agroindustrial sobre todo la palmicultura es reconocida como un pilar económico por el cual el Estado se interesa en brindar soporte. La palma africana en el

2016 registró el 21,38% de la superficie plantada del país; es el tercer cultivo perenne de importancia comercial a nivel nacional después del banano y la caña de azúcar. (INEC-ESPAC, 2017). De acuerdo a las estadísticas, se exportó 349.569 Tm de aceite de palma (Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

En toda producción de aceite de palma se generan subproductos como el raquis, torta de palmiste, la nuez y la fibra además de efluentes y se establece que, por cada tonelada de aceite se genera una tonelada de residuos de planta (Fedepalma, 2013, pág. 60). Debido al volumen considerable de estos residuos orgánicos que se producen diariamente se los define como residuos especiales. Según el Acuerdo Ministerial No.06, capítulo VI "Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales" sección II art.80 numeral a) menciona que:

Se cataloga un desecho especial aquel que pueda impactar en el ambiente y la salud debido a su volumen de generación y/o difícil degradación para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reúso o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la saturación de los rellenos sanitarios municipales.

El MAE, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) y otras entidades han definido mecanismos de protección al ambiente, pero aun así se buscan estrategias que aseguren el cumplimiento de los mismos. En la provincia de Los Ríos se ubican un número considerable de extractoras de palma africana y se ha identificado que la mayoría carecen de una gestión integral de los residuos a causa de incorrectas prácticas ambientales respecto a su disposición final agregando el incumplimiento de las mismas con requisitos legales que son parte de la licencia ambiental otorgada por el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) según la actividad que desarrolla.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE EXTRACTORAS DE ACEITE DE PALMA ACEITERA
Su trámite corresponde a un(a)	LICENCIA AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Se ajusta al proceso de análisis de revisión de la información ingresada dentro de los parámetros de la normativa ambiental vigente, debiendo realizar un proceso de Participación social.
Costo del trámite	Varía en base al costo del proyecto, el pago de facilitadores y si existe remoción de cobertura vegetal nativa.

Figura 4. Consulta de Actividad Ambiental de la Extractora "Oleorios".

Fuente: (SUIA, 2017).

A continuación, se describe el proceso de extracción de aceite de palma acompañada de una matriz de entradas y salidas.

Proceso de extracción de aceite de palma:

La empresa cuenta con dos turnos (diurno y nocturno) la cual varía de acuerdo a la temporada, es decir, en temporada alta el personal trabaja 12 horas cada turno y en temporada baja 8 horas por turno. El periodo diurno empieza 6 am y el nocturno 6 pm. Cada turno tiene una demanda de mano de obra de 12 personas siendo estas: 1 jefe de turno, 4 cocheros, 1 prensista, 1 clarificador, 2 calderistas, 2 choferes y 1 persona que maneja la tuza.

- Recepción de la fruta

Se recibe la fruta fresca o palma que es la materia prima y se ubica en el área de almacenamiento hasta que la misma se ingrese al proceso. Para ello, la fruta se dirige a través de la rampa y se descarga la misma en vagonetas hacia el área de procesos.

- Área de procesos

Esterilización

La esterilización es el primer paso que corresponde al área de procesos. La finalidad de los esterilizadores es la desaceleración de la acidificación de la fruta y facilitar el rompimiento del raquis ablandándolo; el rompimiento final de este subproducto se efectúa en las próximas fases del proceso (Manobanda, 2015).

En total hay 4 esterilizadores y por cada esterilizador 10 vagonetas o coches. Las vagonetas cuentan con una capacidad de 1,6 toneladas y finalmente se genera 16 toneladas por

esterilizador en un lapso de 50 minutos aproximadamente. El volteador de coche rota la fruta esterilizada para ser desgranada y posteriormente prensada.

Desfrutamiento

Luego de terminar el tiempo de cocinado de la fruta se emplea un desgranador donde ingresa la misma y mediante el movimiento de un tambor se logra la ruptura del raquis o tuza y la obtención de los granos de la fruta.

Digestión

Una vez completado el proceso de desfrutamiento mediante un elevador la fruta se dirige hacia el área de digestión. Con la ayuda de digestores que aceleran la separación del mesocarpio de la fruta preparándola para la obtención del aceite contenido en el mismo.

Prensado

Las prensas generan 3 productos: licor de prensa, fibra y nuez. Al momento de obtener la fibra y la nuez estas se encuentran mezcladas. El licor de prensas se destina hacia un elemento llamado Tricanter donde se obtiene aceite puro proveniente del fruto de la palma y se genera lodo de Tricanter y agua de Tricanter (agua aceitosa).

Desfibrado

Mediante la utilización de la torta de prensa se ejecuta la separación de la fibra y la nuez. La fibra se utiliza como combustible en las calderas, en total son 2 calderas. La nuez es vendida a otros productores.

Las cenizas emitidas por los calderos son introducidas a un Atrapador de ceniza para evitar la contaminación del aire.

Clarificación

Se denomina clarificación en el proceso de extracción de aceite de palma a la eliminación de cualquier impureza de origen vegetal que este inmerso en el aceite crudo. Las aguas residuales son destinadas a unas piscinas donde se retira cualquier desecho sólido.

Fruto palma africana	Fibra	Desgranador		No calificada (obreros)	<i>DESEFRUTAMIENTO</i>	Ruido Vibraciones Olores	Residuos sólidos especiales (raquis o tuza)
Fruto palma africana	Fibra	Elevador Digestores		No calificada (obreros)	<i>DIGESTIÓN</i>	Ruido Vibraciones Olores Material Particulado	
Fruto palma africana	Fibra	Prensa Tricanter		No calificada (obreros)	<i>PRENSADO</i>	Ruido Vibraciones Olores	Residuos sólidos especiales (fibra y nuez) Desecho líquidos peligrosos (licor de prensa y agua aceitosa de Tricanter) Desechos sólidos peligrosos (lodo de Tricanter)
Fruto palma africana	Fibra	Torta de prensa Calderas Atrapador de cenizas		No calificada (obreros)	<i>DESFIBRADO</i>	Ruido Vibraciones Calor Gases de combustión Material Particulado	Residuos sólidos especiales (fibra y nuez)
Fruto palma africana	Fibra	Clarificador		No calificada (obreros)	<i>CLARIFICACIÓN</i>	Ruido vibraciones Olores	Generación de residuos sólidos especiales (material vegetal contenido en el aceite de palma)
Aceite de palma africana Tanques	Diesel	Tanquero		Calificada (Chofer)	<i>ALMACENAMIENTO</i>	Gases de combustión	Residuos sólidos peligrosos (envases del Diesel)

Las principales entradas del proceso productivo consideradas son: materia prima e insumos, combustible o energía, herramientas, equipos, maquinarias, vehículos, sustancias y productivos químicos además de la mano de obra directa o indirecta solicitada dentro del proceso. En cuanto a las salidas, se determinó las emisiones al aire y los vertidos al suelo, sin embargo, la empresa genera aguas residuales con lodo y contenido de aceite.

La relevancia de este tema radica en el impacto negativo ambiental que está generando la extractora "Oleorios" y compromete la salud del entorno natural y la de los pobladores ubicados alrededor del lugar. El estudio de impacto ambiental realizado por la empresa determinó una serie de aspectos ambientales como: emisión de fuentes fijas y generación de aguas residuales, residuos líquidos y sólidos peligrosos y residuos orgánicos (Manobanda, 2015).

A lo largo de los años la empresa ha dispuesto a la intemperie los residuos orgánicos (raquis y fibra) catalogados como residuos especiales, es decir, los almacenan en un área al aire libre, los aplanan con ayuda de maquinaria y continúan depositando residuos cada día más esperando que se descompongan naturalmente. Tanto la fibra como el raquis son residuos aptos para ser utilizados como subproductos o materias primas en otros procesos ya que su naturaleza orgánica los exenta de contener elementos peligrosos o que su subutilización siga generando aspectos ambientales.

La presente investigación se enfoca en el desarrollo de una propuesta viable para la correcta gestión de las cantidades significativas que genera la empresa de residuos especiales con la finalidad de aprovechar su potencial como nuevo producto, es decir, como abono orgánico. Como se mencionó, dichos residuos no cuentan con ningún tipo de tratamiento ni post uso total como en el caso de la fibra que parcialmente lo utilizan como biocombustible por lo que, a su vez se busca reducir el impacto ambiental que afecta negativamente al recurso agua, aire y suelo.

Métodos

El tipo de investigación es de campo al desarrollarse en las instalaciones de la empresa "Oleorios". En cuanto al método y enfoque de investigación es de carácter cuantitativo ya que se midió las variables del estudio al procederse a la recolección de datos, es decir, se detalló las cantidades de residuos de raquis y fibra generadas en la extractora y posteriormente, se realizó un análisis de laboratorio de los mismos. Finalmente, el alcance es exploratorio debido

a que la información recolectada permitió determinar si las alternativas propuestas a la extractora para el manejo adecuado de dichos residuos son viables.

Área de estudio

La extractora Oleorios S.A esta localizada en el km 23 vía Ventanas provincia de Los Ríos.



Figura 6. Ubicación satelital de la extractora "Oleorios".

Fuente: Elaborado en Google earth.

La compañía Oleorios S.A ha designado un espacio abierto de casi 2 ha para el almacenamiento de los residuos sólidos orgánico; principalmente el raquis y la fibra aunque en ciertas ocasiones la ceniza proveniente del proceso de desfibrado es depositada ahí. Cabe recalcar que la nuez y el lodo son vendidos a terceros.



Figura 7. Área de residuos de la extractora "Oleorios"

Fuente: Elaborado por Agriplot.

Muestra y procedimiento

La presente investigación se realizó a partir de una muestra homogénea debido a que está enfocada en el manejo integral de los residuos especiales como el raquis y la fibra provenientes del proceso de extracción de aceite de palma en la extractora "Oleorios".

Para el retorno de nutrientes biológicos al suelo provenientes de los residuos agroindustriales se involucran procesos que estimulen una correcta descomposición. Dichos procesos provocan que los residuos experimenten ciertos cambios como en su textura y color (Figura. -8). Por otro lado, elimina ciertos aspectos negativos que se derivan de una descomposición natural como: olores desagradables además del tiempo prolongado de descomposición que trae consigo plagas y la generación de lixiviados que disminuyen la productividad de los suelos y contamina los acuíferos (Figura. -9).

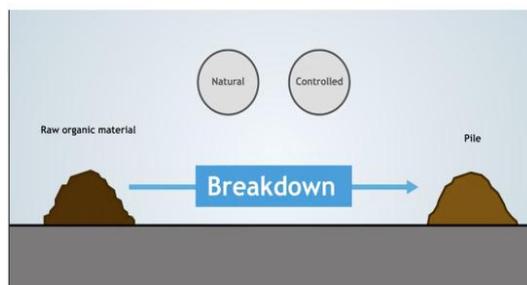


Figura 8. Diferencia entre descomposición natural y controlada.

Fuente: (EAWAG, EPA, 2017).

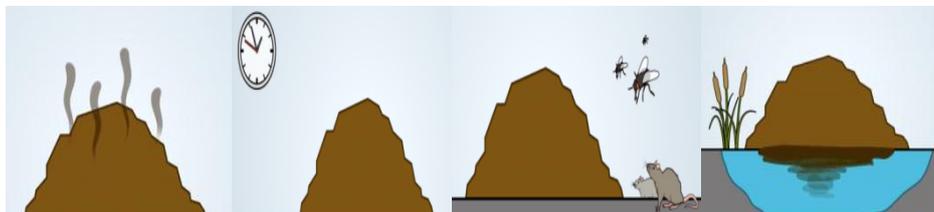


Figura 9. Efectos negativos de la descomposición natural.

Fuente: (EAWAG, EPA, 2017).

Cuando se trata de residuos orgánicos principalmente se reconoce su valor como abono orgánico o como fuente de energía por lo que, el compostaje o la digestión anaeróbica resultan los dos métodos más seleccionados. En el caso del compostaje, se entiende por compost el

producto final que se origina del proceso de descomposición de la materia orgánica con condiciones particulares de humedad y temperatura (Hé Hernández, Real, Delgado, Bautista, & Velasco, 2016). Todo aquel residuo sólido orgánico proveniente de desechos de comida, de agricultura o de otra fuente se convierte en la entrada o material base para el proceso de compostaje.

En particular la Digestión anaeróbica se alude al proceso biológico que como resultado final se logra producir energía debido a que, la materia orgánica se transforma solo con agua sin requerir de oxígeno (Morales, Rodríguez, & Rojas, 2017).

Para este estudio el compostaje es la mejor alternativa. Entre las principales características que brinda la rentabilidad de este método son: servir como acondicionador del suelo, eliminar microorganismos patógenos y compuestos fitotóxicos, la mitigación de la erosión además de lograr la recuperación de suelos con bajo contenido de nutrientes (ISWA, 2015, pág. 89). Por otra parte, se debe recalcar la alta aplicabilidad del compostaje a nivel mundial que asegura su efectividad ya que, puede ser realizado a pequeña escala (compostaje doméstico) e incluso a gran escala a través de procesos de pilas, túneles, trincheras etc.

Todo proceso de compostaje necesita de una aireación controlada. La aireación cumple la función de propiciar la cantidad de oxígeno que los microorganismos aerobios requieren ya que al existir una insuficiencia del mismo se produce sulfuro de hidrogeno y consecuentemente malos olores (Gordillo Manssur, Guzman Palomino, Casilla Salazar, & Rubira Carvache, 2017).

En la figura 10 se visualizan diferentes tipos de compostaje los cuales son calificados respecto a 5 parámetros: inversión, mantenimiento, espacio, tiempo y labor. Los métodos ideales que deben ser considerados para aplicar en el manejo de los residuos especiales para la extractora "Oleorios" son principalmente: el compostaje de hileras (Windrow composting) y la aireación pasiva (Passively Aerated W).

		Investment	Maintenance	Space	Time	Labor
	Windrow Composting	•	•	•••••	•••	•••••
	Passively Aerated W.	••	••	•••••	•••	••
	Forced Aerated W.	••••	••••	••••	•	••
	In-Vessel Composting	•••••	•••••	•••	•	••
	Bin Composting	•••	••	•••	•••••	••

Fuente: (EAWAG, EPA, 2017).

El compostaje de hileras o pilas volteadas tiene una inversión y mantenimiento bajo debido a que no se demanda alta tecnología, solo se solicita un operador, una maquina volteadora y espacio al aire libre sin construir instalaciones. El tipo de maquinaria o volteadoras que existe en el mercado son Backhus, Kompetech y Seko que cuentan con una capacidad de voltear pilas desde 2,5 hasta 7 m de altura y de 2,4 hasta 3,3 de altura máxima (Valls, 2016, pág. 52). Cabe recalcar que se debe calcular las dimensiones de las pilas directamente relacionadas a la superficie disponible; la extractora tiene un área de 2ha determinada para los residuos. Se recomienda para la homogenización de los compostables un primer volteo a las 3 semanas y posterior a ello, cada cuatro o seis semanas (García Arboleda & Gómez Z., 2012, pág. 19).



Figura 11. Compostaje en pilas de volteo.

Fuente: (Transgruas, 2017).

En cuanto a espacio, se requiere de un área determinada ya que este método es idóneo para una cantidad de 1 000 a 50 000 toneladas/año acorde a lo que genera la compañía. En la Tabla 2 se muestra la cantidad semanal y mensual de chamba o residuo del mes de octubre 2017 que la extractora produjo y entregó a plantaciones socias de la empresa. Es imprescindible destacar que al ser octubre temporada alta no destinan continuamente los camiones para la entrega de los residuos ya que los solicitan para recepción de materia prima por la elevada producción y por ende, se deduce que es mayor la cantidad de toneladas de raquis y fibra generada. Por otra parte, se necesita de una ardua labor del operador en cuanto al control de cantidades considerables de los residuos. El compostaje precisa un tiempo moderado o mínimo en comparación de la degradación espontánea.

Tabla 2.

Cantidades de toneladas de aceite y desecho generadas proporcionadas por "Oleorios".

EXTRACTORA "OLEORIOS"			
FECHA	TONELADAS PROCESADAS	TONELADAS DE ACEITE	DE DESECHO CHAMBA (Tn)
2-7 OCTUBRE	2190,58	438,116	332,570
9-14 OCTUBRE	2282,230	456,446	168,920
16-21 OCTUBRE	3274,760	654,952	180,940
23-28 OCTUBRE	3221,370	644,274	248,730
30-31 OCTUBRE	1065,100	213,02	40,590
TOTAL			971,750

Referente al método de aireación pasiva; permite reducir costos en cuanto a su desarrollo e inversión, mantenimiento y labor. La tecnología empleada involucra tubos de PCV colocados de forma perpendicular a la pila; el propósito es ventilar eficazmente las pilas mediante el flujo de aire del exterior que proviene del viento (Figura.-12) (Quisphe, 2017). La labor empleada no será intensa ya que con la instalación de los tubos se asegura la inyección de aire prescindiendo de mano de obra.

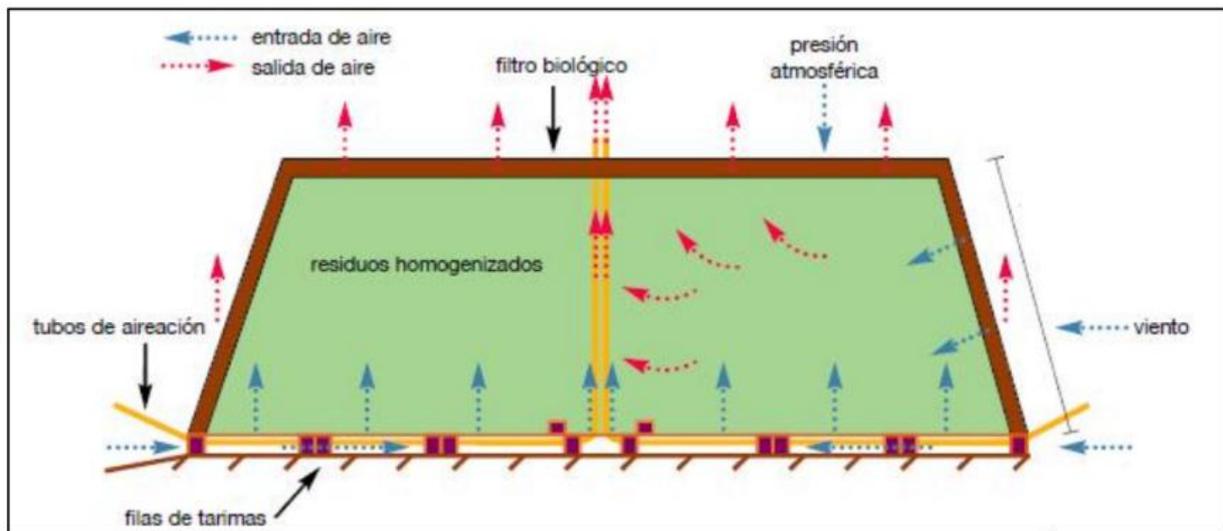


Figura 12. Compostaje con aireación pasiva.

Fuente: (Fernandez Gatica, 2014).

Concerniente al requerimiento del espacio, este tipo de compostaje necesita de un área específica para la colocación de las pilas. Del mismo modo, posee un tiempo de degradación moderado como el método de las pilas volteadas.

Instrumento

Para la determinación de la gravedad o importancia de la problemática de los residuos especiales que se han generado continuamente en la extractora se ha procedido a realizar las siguientes matrices:

a. Matriz de Identificación, Evaluación y Priorización de Aspectos Ambientales.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES						
Proceso	Subproceso	IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	EVALUACION DE AA			
		Aspecto ambiental	MG (FR)	Pe	EvGb	SdA
EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Demanda de palma africana	3	3	9	S
		Uso de Vehículos (montacargas y camiones)	2	1	2	Ns
		Utilización de M/I/E/H(rampa, vagonetas)	3	0	0	Ns
		Demanda de Mano de obra calificada y no calificada	3	0	0	Ns
		Uso de combustible (Diesel)	2	2	4	NS
		Generación de desechos sólidos peligrosos (Envases de diesel)	3	3	9	S
		Emisión de material particulado	2	1	2	NS

	Emisión de ruido	3	1	3	
	Generación de vibraciones	3	1	3	Ns
	Generación de olores	3	2	6	S
	Generación de gases de combustión	1	2	2	Ns
	Generación de desechos especiales (Llantas en desuso)	1	2	2	Ns
ESTERILIZACION	Demanda de fruta de la palma africana	3	3	9	S
	Utilización de M/I/E/H(Rampa, vagonetas, esterilizadores, volteador de coche)	3	0	0	NS
	Demanda de Mano de obra no calificada	3	0	0	NS
	Emisión de ruido	3	2	6	
	Generación de vibraciones	3	1	3	Ns
	Generación de olores	3	2	6	S
	Generación de calor	3	1	3	Ns
	Generación de desechos peligrosos (Lodos y aceites)	3	3	9	S
DESFRUTAMIENTO	Demanda de fruta de la palma africana	3	3	9	S
	Utilización de M/I/E/H(Desgranador)	3	0	0	NS
	Generación de residuos sólidos no peligrosos (raquis o tuza)	3	2	6	S
	Generación de olores	3	2	6	S
	Demanda de Mano de obra no calificada	3	0	0	Ns
	Emisión de Ruido	3	2	6	S
	Generación de Vibraciones	3	1	3	Ns
	Emisión de Material Particulado	3	1	3	Ns
DIGESTION	Demanda de fruta de la palma africana	3	3	9	S
	Utilización de M/I/E/H (Elevador y digestores)	3	0	0	NS
	Demanda de mano de obra no calificada	3	0	0	NS
	Generación de olores	3	2	6	S
	Emisión de ruido	3	2	6	S
	Generación de vibraciones	3	1	3	Ns
PRENSADO	Demanda de fruta de la palma africana	3	3	9	S
	Utilización de M/I/E/H (Elevador, prensa y Tricanter)	3	0	0	Ns
	Generación de aguas residuales	3	3	9	S
	Generación de desechos líquidos peligrosos (licor de prensa y agua de Tricanter)	3	3	9	S
	Generación de residuos sólidos especiales (fibra y nuez)	3	3	9	S
	Generación de residuos sólidos peligrosos (lodo de Tricanter)	3	3	9	S
	Generación de olores	3	2	6	S
	Demanda de Mano de obra no calificada	3	0	0	Ns
	Emisión de Ruido	3	2	6	S

	Generación de Vibraciones	3	1	3	Ns
DESEFRIBADO	Uso de nuez y fibra de la palma	3	2	6	S
	Utilización de M/I/E/H (Torta de prensa, calderas y atrapador de ceniza)	3	0	0	Ns
	Generación de residuos sólidos especiales (fibra y cascara de la nuez)	3	2	6	S
	Demanda de Mano de obra no calificada	3	0	0	Ns
	Generación de calor	3	1	3	Ns
	Emisión de ruido	3	3	9	S
	Generación de olores	3	2	6	S
	Generación de Gases de combustión	3	2	6	S
	Emisión de Material Particulado	3	3	9	S
	Generación de vibraciones	3	1	3	Ns
CLARIFICACIÓN	Demanda de aceite de palma africana	3	3	9	S
	utilización de M/I/E/H (clarificador)	3	0	0	Ns
	Generación de residuos sólidos especiales (material vegetal contenido en el aceite de palma)	3	3	9	S
	Generación de aguas residuales aceitosas	3	3	9	S
	Generación de olores	3	2	6	S
	Emisión de ruido	3	2	6	S
	Generación de Vibraciones	3	1	3	Ns
ALMACENAMIENTO	Demanda de Mano de obra no calificada	3	0	0	Ns
	Demanda de aceite de palma africana	3	3	9	S
	Utilización de M/I/E/H (tanques)	3	1	3	Ns
	Uso de vehículo/tanquero	2	3	6	S
	Uso de combustible (diesel)	2	2	4	Ns
	Desecho sólidos peligrosos (envases del Diesel)	2	3	6	S
Generación de Gases de combustión	3	2	6	S	
MG (CA) Magnitud/Cantidad, MG (EX) Magnitud/Extensión, MG (FR) Magnitud/Frecuencia; PE, Peligrosidad; EvGb Evaluación Global; SdA Significancia del Aspecto					

Tabla 3.

Criterios de magnitud de Priorización de Aspectos.

Criterios de magnitud		
Frecuencia	Calificación cualitativa	Calificación cuantitativa
Duración del aspecto de más de 8 horas al día	Alta	3
Duración del aspecto entre 5 y 8 horas diarias	Media	2
Duración del aspecto entre 1 y 4 horas	Baja	1

Tabla 4.*Criterios de peligrosidad de Priorización de Aspectos.*

Criterios de peligrosidad			
Aspectos ambientales	Alta - 3	Media - 2	Baja - 1
Consumo de sustancias o productos químicos	Más de 2 CRETIB / radioactividad +	Mínimo 1 criterio CRETIB /radioactivo +	CRETIB - Radiactividad -
Consumo de energía	Energía eléctrica (termoeléctrica)	Energía eléctrica (no termoeléctrica)	Energía generada por biomasa
Consumo de combustible	Bunker/Nafta	Diesel/Gasolina	Gas& fibra de la fruta
Generación de residuos	Residuos Peligrosos	Residuos Especiales	Residuos no peligrosos que se destinan a valorización, reciclaje o reutilización y residuos urbanos
Generación de calor	Sensacion de calor a más de 10 metros de la fuente/sofocación inmediata	Sensacion de calor entre 1-10 metros de la fuente/percepción de sofocación	Sensación de calor a 1 metro de la fuente/no sofocación
Generación de ruido	Más de 71 dB	De 56 a 70 dB	De 0 a 55 dB
Generación de vibraciones	Daño estructural fuera de las instalaciones	Daño estructural dentro de las instalaciones	Sin daño estructural
Exposición humana a vibraciones	Con alteración permanente	Con alteración puntual o localizada	Sin alteración evidente
Generación de material particulado PM 10	Más de 100 ug/ m3 en 24 horas	50-99 ug/ m3 en 24 horas	0-49 ug/ m3 en 24 horas
Generación de material particulado PM 2.5	Más de 50 ug/ m3 en 24 horas	26-49 ug/ m3 en 24 horas	0-25 ug/ m3 en 24 horas
Emissiones desde fuentes móviles	Contenido de Azufre en el combustible más de 550 ppm	Contenido de Azufre en el combustible entre 401 ppm y 550 ppm	Contenido de Azufre en el combustible menor a 400 ppm
Generación de olores	Afectación población a mas de 2000 metros	Afectación interna y externa hasta 500 metros	Sin afectación
Emisión de partículas sedimentables	Más de 1 mg/cm2 x 30 d	Más de 0,25 y 0.99 mg/cm2 x 30 d	Menos de 0,24 mg/cm2 x 30 d
Consumo de materia prima	Materias primas producidas en monocultivos y cultivos intensivos / criaderos intensivos	Materias primas producidas en monocultivos/criaderos semi intensivos	Materias primas producidas orgánicamente / productos producidos ecológicamente
Uso de insumo	No reusable y no reciclable	Reciclables	Reusable

Tabla 5.*Rangos de significancia de Priorización de Aspectos.*

Rangos de significancia	
Significativo	0-5
No significativo	6.9

La Matriz de Identificación, Evaluación y Priorización de Aspectos Ambientales se evaluaron todos aquellos aspectos significativos que perjudican a la naturaleza y requieren de una gestión integral por parte de la entidad que ejecuta dicha actividad. Los criterios utilizados fueron magnitud y peligrosidad. Para evaluar la magnitud del problema se determinó la frecuencia que se define como la probabilidad de ocurrencia o duración de un aspecto en un periodo de tiempo (Sachéz, 2013). El proceso productivo abarca entre 8 a 12 horas por turno, siendo dos turnos por día, por lo que, en su mayoría los aspectos ambientales generados en cada fase fueron calificados con la máxima puntuación.

Respecto a los criterios de peligrosidad, la calificación correspondía al tipo de aspecto que se generaba particularmente en cada fase siendo 3 el valor alto. Finalmente, se dictaminó cuál de estos eran aspectos significativos o no significativos aplicando la siguiente formula:

$$Evaluación\ de\ la\ gravedad\ (EvGb) = Magnitud\ (Frecuencia) \times Peligrosidad$$

A continuación, se elaboró un árbol de problema para cada uno de los recursos (agua, suelo y aire) con el propósito de especificar las principales causas y consecuencias que se originan por la extracción de aceite de palma y disminuye la calidad de los mismos.

b. Matriz de Valorización de Problemas Ambientales

Generación de grandes cantidades de Desechos Especiales en la producción de aceite de palma (Oleorios)			Recursos			Salud
#	Causas	Efectos	Agua	Aire	Suelo	
1	Manejo inadecuado de grandes cantidades de raquis y fibra generadas por la extracción de aceite de palma	Tiempo prolongado de descomposición de los residuos especiales debido a las cantidades significativas depositadas diariamente	x	x	x	
		Generación de lixiviados a causa de la descomposición de los residuos especiales	x	x	x	
		Presencia de insectos y roedores en el área de depósitos de residuos especiales			x	
		Generación de olores intensos en la empresa y sus alrededores		x		
		Afectación a la salud de los trabajadores al estar expuestos a olores intensos				x
		Deforestación de espacios verdes para el almacenamiento de grandes cantidades de raquis sin ningún tratamiento o aprovechamiento				x

2	Extracción de residuos de material vegetal contenidos en el aceite de palma	Generación de olores intensos en la empresa y sus alrededores		x		
		Afectación a la salud de los trabajadores al estar expuestos a olores intensos, ruido y vibraciones				x
		Generación de lixiviados a causa de la descomposición de los residuos	x	x	x	
		Tiempo prolongado de descomposición del material vegetal con contenido de aceite depositados sin previo tratamiento al aire libre en una zona determinada	x	x	x	
3	Aguas aceitosas del proceso de extracción de palma africana descargadas en piscinas no impermeabilizadas	Alteración de los parámetros químicos del suelo expuesto al almacenamiento de las aguas residuales en piscinas no impermeabilizadas/ Suelos no productivos.	x		x	
		Contaminación de aguas subterráneas.	x		x	
		Generación de olores intensos por la descomposición de las aguas residuales		x		
		Afectación a la salud de los trabajadores al estar expuestos a olores intensos				x
		Deforestación de espacios verdes para la construcción de las piscinas de aguas residuales			x	
		Aguas residuales con carga de aceite depositado en piscinas sin ningún tipo de tratamiento para su descontaminación.	x		x	
4	Sobreuso del recurso agua del estero ubicado a 300m de la planta para el proceso productivo	Sobresaturación de la capacidad de uso del recurso hídrico (estero) para el proceso productivo de la extractora	x			
		Aguas residuales depositados en piscinas sin ningún tipo de tratamiento para su descontaminación.	x		x	
		Generación de olores intensos por la descomposición de las aguas residuales		x		
		Afectación a la salud de los trabajadores al estar expuestos a olores intensos				x
5	Emisión de material particulado proveniente del proceso de desfibrado	Alteración de la calidad del aire por emisión de materiales particulado		x		
		Generación de calor por las calderas		x		
		Afectación a la salud de los trabajadores al estar expuestos al calor, vibraciones y ruido				x

La matriz de Valorización de los Problemas Ambientales de la extractora corresponde netamente a las principales causas que se derivan del proceso de extracción de aceite que provocan impactos negativos al ambiente y a la salud humana. Esta situación ha desarrollado episodios de contaminación a lo largo del tiempo que a su vez ha logrado convertirse en un pasivo ambiental debido a que la empresa no interviene con ningún tipo de gestión.

El Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS) del Ecuador en su publicación de "Pasivos ambientales y reparación integral" reconoce que: un pasivo ambiental afecta directamente a los componentes biofísicos como a las comunidades próximas al área de impacto donde se efectúa la actividad socioeconómica (2016, págs. 119,120).

c. Matriz de Jerarquización de Problemas ambientales

DIAGNÓSTICO PROBLEMAS AMBIENTALES - JERARQUIZACIÓN DEL PROBLEMA							
	Magnitud			Descripción	Magnitud (IE + IE)	Aplicación	
	Impacto Ecológico					Severidad	Observación
	Aspecto	Rango	Valor				
Extracción de aceite palma africana	Localización Espacial o Afectación Poblacional	Limites dentro de la empresa	1	En este apartado se contempla la localización del problema y el alcance de la afectación que produce sobre la población	4		De acuerdo a la actividad que realiza y su ubicación; la extractora Oleorios y a los impactos ambientales que genera se contempla que tiene un alcance parroquial.
		Barrial	2				
		Recinto	3				
		Parroquia	4				
	Afectación Zonas Protegidas o de Especial Conservación	No	1	En este apartado se valora si el problema está causando impacto negativo directamente sobre zonas protegidas o de especial valor ecológico.	2		Se reconoce que el área deforestada para el depósito de los residuos especiales de la empresa ha causado una degradación paisajística además de considerarse los alrededores de la zona como Patrimonio Forestal del Estado.
		Si	2				
	Reversibilidad o Recuperabilidad	Reversible	0	En este apartado se tiene en cuenta la reversibilidad y recuperabilidad de los impactos existentes y potenciales del problema. El valor tomado será el más alto teniendo en cuenta los diversos impactos que	4		La capacidad de carga del ambiente para mitigar el impacto de forma natural es irreversible debido a que por muchos años la extractora ha generado cantidades significativas de residuos especiales depositados en un área determinada.
		Irreversible / Recuperabilidad Asequible	1				
		Irreversible / Recuperabilidad costosa	2				

				pueda producir el problema. Se sumará 2 en caso de que haya constancia de la existencia del impacto en el momento de realizar esta valoración. No se valorará en este apartado el riesgo para la salud puesto que ya se contempla en otro apartado.			Es de recuperabilidad costosa para la empresa debido a la inversión que se necesita.
Impacto Socioeconómico							
Reconocimiento Social del Problema	No existe	4	en este apartado se valora si existe un reconocimiento del problema por la sociedad por la existencia de asociaciones y/o movilizaciones que persiguen su eliminación.	1		La dirección del MAE/Los Ríos y junto a los moradores cercanos a la extractora reconocen el problema pero no se ha evidenciado ningún tipo de cambio positivo respecto al Plan Ambiental de la extractora.	
	Existen grupos, Ongs u otros que reconocen el problema	1					
	Existen grupos, ongs u otros que protestan sobre el tema	0					
Existencia de herramientas institucionales	Existen herramientas y son suficientes	1	En este apartado se valora la existencia de herramientas institucionales válidas y suficientes para mitigar el problema: Planes, Estrategias, Legislación, etc.	2		De acuerdo al SUIA la actividad de correspondiente a "Construcción y/u operación de extractoras de aceite de palma aceitera" requiere de Licencia Ambiental. Sin embargo, en Oleorios S.A se requiere de mejores estrategias para el manejo integral de los residuos especiales.	
	Existen herramientas pero son insuficientes	2					
	No hay herramientas que contemplen este aspecto	4					
Extracción de aceite palma africana	Severidad						
	Afectación a la Salud	No demostrado	0	En este apartado se valora la existencia de afectación o riesgo para la salud, debido al problema detectada y su gravedad.		4	Se reconoce que existen riesgos directos e indirectos ya que los colaboradores de la empresa se encuentran expuestos a fuertes olores por periodos de 8 hasta 12 horas teniendo un alcance hasta los
		Riesgo Afectación Leve	1				
		Directo o Indirecto Leve	2				
		Riesgo Afectación Grave	3				
		Directo o Indirecto Grave	4				

						moradores de la zona.
Tenencia del Problema	Ha descendido en los últimos años	1	Se puntúa en este apartado la tendencia en los 5 últimos años del problema.		4	Se considera que ha aumentado con el tiempo debido a que la extractora sigue generando grandes cantidades de residuos especiales (raquis y fibra) que son depositados al aire libre sin ningún tipo de tratamiento.
	Estático	2				
	Ha aumentado en los últimos años	4				
Contraste con fuentes bibliográficas	Evidencia de no existencia del problema	1	Se valora en este apartado si el problema objeto de estudio está recogido como tal en las fuentes bibliográficas o hay divergencia entre fuentes.		4	Es de reconocimiento bibliográfico que la extracción de aceite de palma deriva diferentes aspectos ambientales que deben ser gestionados adecuadamente.
	Divergencia	2				
	Evidencia de Existencia del problema	4				
Total Sumatoria				13	12	Valoración = Medio
Valor del Problema = Magnitud (IE+IS) x Severidad				156		

Tabla 6.

Rangos de valoración de la Matriz de Jerarquización de Problemas Ambientales.

Rangos		Valoración
8	150	Bajo
151	300	Medio
301	648	Alto

Resultados

Respecto a la Matriz de Identificación, Evaluación y Priorización de Aspectos Ambientales después de emplear su respectiva fórmula se obtuvo que de los 68 aspectos ambientales 38 correspondieron a significativos dentro de todo el proceso productivo y en cada fase recae la generación de residuos peligrosos, residuos especiales y olores intensos que se perciben dentro y fuera de los límites de la extractora.

Uno de los mayores problemas que se contempla en la Matriz de Problemas Ambientales es el manejo inadecuado de los residuos sólidos especiales que induce un efecto nocivo y directo al suelo, agua y aire siendo los más comprometidos los dos primeros en cuanto a contaminación. Esto se debe, a partir de la incorrecta gestión de estos residuos que desencadena episodios de descomposición prolongada y lixiviados (Figura. -13).

Otro problema ambiental que se contempla en la matriz es la generación aguas residuales provenientes del proceso de la planta de Oleorios. Estas son depositadas en el tanque de efluente final donde se logra recuperar poca cantidad de aceite; luego de esa recuperación son direccionadas a las piscinas (Figura. -14). Actualmente no reciben ningún tratamiento específico con microorganismos u otro mecanismo siendo almacenadas en cuatro piscinas; solo esperan a la infiltración del agua en el suelo; no es descargada a ningún cuerpo de agua sea un río o estero cercano a 300m de la extractora. No obstante, utilizan dicho cuerpo de agua con el fin de purificar el agua e introducir en el proceso.



Figura 13. Área de residuos de raquis y fibra – Extractora “Oleorios”



Figura 14. Piscina de aguas residuales – Extractora “Oleorios”

Estudios indican que la industria aceitera aporta al recurso agua una serie de elementos, sales disueltas y metales; desde fosfatos, cloruros zinc y manganeso siendo indispensable un tratamiento específico de las aguas residuales de dicha actividad (Narváez, 2015). En cuanto a la emisión de material particulado, ruido y vibraciones incluyendo la generación de calor y olores se producen riesgos a la salud de los trabajadores, por ejemplo: hipoacusia, fatiga auditiva o problemas respiratorios al igual que al medio ambiente.

Referente a los residuos sólidos sean peligrosos como los envases de diesel, lodo contaminado con aceite entre otros o los de categoría especial necesitan un manejo integral ya que amenaza la calidad del ambiente. Por consiguiente, se establece que los principales aspectos ambientales provocados por la empresa son: emisión de fuentes fijas, generación de aguas residuales que sin previo tratamiento la misma resulta no apta para consumo e incluso puede llegar a contaminar las aguas subterráneas. Asimismo, la generación residuos sólidos peligrosos y residuos especiales.

Finalmente, en la matriz de Jerarquización de Problemas Ambientales se logró determinar la valorización del problema a través de la evaluación de los criterios de magnitud y severidad del problema. Al final se obtuvo una calificación de valoración media del problema. Sin embargo, en el apartado de observación se agregó información relevante a considerar debido a que la problemática ambiental provocada por parte de la extractora se ha venido dando a lo largo de todos sus años de producción de aceite.

Respecto a la efectividad del compostaje como estrategia para el manejo de ambos residuos especiales se procedió a realizar un análisis de laboratorio en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) estación Pichilingue.

Tabla 7.

Resultados e interpretación de análisis especial del raquis y fibra proporcionados por INIAP.

Numero de Laboratorio	Identificación de Muestras	C/N	pH	Concentración %		
				C	Humedad	Nitrógeno
63488	Muestra Raquis de Palma	49,9	5,4	34,9	63	0,7
63489	Muestra Fibra Palma	25,6	5,1	30,7	35	1,2

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1.- Carbón – Nitrógeno (C:N) 2.- Porosidad (tamaño de partículas) 3.- Contenido de Materia Orgánica 4.- pH |
|---|

Figura 18. Parámetros operacionales para la realización de compostaje.

Fuente: (EAWAG & EPA, 2017).

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos recalca el análisis de ciertos parámetros que influyen en el proceso de compostaje. De acuerdo a los resultados obtenidos por el INIAP; diversos estudios indican que el rango ideal de la relación carbono/ nitrógeno es: 25-35 encontrándose la fibra de palma dentro de dicho

rango mientras que el raquis supera el valor con 49,9. Si la relación C/N es mayor a 35 o inferior a 25 se compromete la eficiencia de la degradación de los residuos ya que requiere de más tiempo y libera olores desagradables producto de condiciones anaeróbicas, respectivamente (Lopez & Flores, 2017).

Otras variables que se examinaron son la humedad y el pH. El análisis de laboratorio indicó que el raquis y la fibra poseen 63% y 35% de humedad respectivamente. Estudios señalan que el rango óptimo de humedad debe ubicarse en un rango de 45 a 60% para no desarrollar condiciones que puedan afectar y ralentizar al proceso.

Particularmente, se destaca que existe un crecimiento de microorganismos para pH específicos; como el fungí que se desarrolla en pH 5,5-8,0 el cual corresponde tanto al raquis como a la fibra. Los hongos colonizan en primera instancia el compostaje desempeñando una gran labor, luego aparecen otros grupos, muchas veces no se urge aplicar caldos microbianos. Se debe mencionar que la porosidad es una propiedad a analizar en ciertos materiales netamente aquellos que poseen espacios o poros en el interior de su masa no encontrándose entre ellos el raquis y la fibra.

Discusión

Es indispensable la determinación inicial y seguimiento de ciertos parámetros como: la relación carbono nitrógeno, humedad, pH entre otros para diagnosticar la efectividad, madurez y la calidad del compost. Respecto a los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio la humedad al no estar dentro de su rango ideal tanto para el raquis como la fibra se convierte en una de las principales limitantes para el desarrollo del compostaje.

Generalmente los residuos poseen un alto contenido de humedad al inicio por la incidencia del clima al encontrarse al aire libre (Castro, Daza, & Marmolejo, 2016, pág. 186). Este hecho sucede con el raquis en la compañía Oleorios además de tener la capacidad de absorber con facilidad dicha propiedad. En el caso de la fibra que tiene una

humedad de 35% se puede proceder a realizar mezclados con el raquis, obtener un producto homogéneo y conseguir una humedad ideal teniendo en cuenta las otras variables ambientales del compostaje.

El pH que poseen ambos residuos es catalogado como el más favorable por la presencia de microorganismos requeridos para su labor de degradación (Herrera & Lozano, 2011). Por su parte, la relación carbono-nitrógeno del raquis habría que adecuarla ya que puede ralentizar parcialmente el proceso, aunque ciertas investigaciones señalan que eso sucede con C/N mayor a 60.

Consecuentemente, se puede decir que el compost o abono orgánico es el método más idóneo a ejecutar respecto a la problemática de los residuos especiales generados en la extracción de aceite de palma, debido a la cantidad de materia orgánica que se genera significativamente en cada turno de trabajo y, sobre todo, cuando es temporada alta para la compañía. Los meses de temporada alta son alrededor de 10 meses que inicia desde el mes Octubre hasta principios de Agosto del próximo año; en este periodo de alta productividad la empresa no destina frecuentemente los camiones para la entrega de los residuos a las plantaciones por lo que son depositados en el área de residuos siendo este el principal componente del compostaje que no está cumpliendo un completo ciclo de material biológico porque no recibe ningún tipo de aprovechamiento solo es desechado.

En síntesis, los residuos orgánicos especiales generados a lo largo de 16 años por la extractora "Oleorios" no logran degradarse naturalmente con facilidad debido a las toneladas que son desechadas diariamente complicando dicho proceso, por ende, el compostaje controlado resulta un método altamente viable. Asimismo, diversas fuentes bibliográficas reconocen que alrededor el 50% del peso de la fruta está constituido el raquis de la palma (Páliz, 2014, pág. 11). De igual forma, se ha comprobado que la fibra es un excedente que suministra materia orgánica gracias a sus propiedades biológicas

minimizando la necesidad de fertilización (Santos, 2012). Por lo que se puede asegurar que gracias a la cantidad significativa que se genera de ambos residuos agroindustriales se logra un aprovechamiento efectivo de los mismos.

Entre los mayores beneficios que la empresa contará es reducir notablemente los olores intensos que se generan por los residuos; que en realidad es uno de los principales problemas ambientales de la empresa. De igual manera, el compostaje que se obtendrá a partir de los residuos se convierte en un excelente abono orgánico que puede ser entregado mediante un acuerdo a los palmicultores que venden su fruta a la extractora. De esta forma obtienen provecho ambas partes; la empresa cumpliría con su responsabilidad ambiental y los agricultores pueden reducir en un 50% el costo por requerimiento de fertilizantes químicos. Por otro lado, el compostaje que sería aplicado a los cultivos de palma induce una excelente estructura de suelo, las propiedades físico, químicas y microbiológicas se ven mejoradas por la presencia de microorganismos; por lo tanto, incrementa la fertilidad del mismo además de retener agua.

Es importante definir la técnica de compostaje a ejecutar sobre todo cuando se busca emplearlo como abono orgánico o fertilizante para plantaciones donde se generan volúmenes considerables de residuos orgánicos. Estos residuos no logran descomponerse naturalmente con facilidad y no se puede permitir que dicho proceso transcurra espontáneamente para la obtención del producto final sino a menor tiempo y con costes mínimos además de que se evitaría episodios de contaminación. Los métodos seleccionados y expuestos en este artículo son los más aptos ya que poseen características acordes al perfil de la empresa más aun cuando la misma ha reconocido necesitar una propuesta para la gestión y tratamiento de la fibra y el raquis.

. El compostaje de pilas volteadas o con aireación pasiva se convierte en dos opciones recomendables para plantas sencillas que no posean restricciones de espacio para la

ubicación de las pilas siendo el caso de la extractora. En sí, ambos métodos son propuestas económicas ya que los sistemas cerrados como compostaje en túneles demandan mayor tecnología.

Concerniente a una limitación de los métodos propuestos es que ambos se desarrollan en un entorno abierto por lo que el material para el compostaje está expuesto en su totalidad a las condiciones meteorológicas del momento y complica el control de las variables; esto no sucede con sistemas cerrados de compostaje.

Finalmente, este estudio se convierte de gran ayuda para la extractora "Oloerios" como una alternativa de gestión eco amigable porque actualmente la empresa no cuenta con ningún tipo de tratamiento específico provocando un pasivo ambiental. En otras palabras, el problema de contaminación se encuentra latente y los directivos están abiertos a cualquier propuesta para solucionar dicha situación. Evidentemente también esta propuesta puede servir como guía para otras extractoras ubicadas en los alrededores que pueden hallarse en la misma situación y se ve comprometida más la naturaleza al estar al pie del río.

Referencias

- Castro, G., Daza, M. C., & Marmolejo, L. F. (2016). Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de. *Universidad Nacional de Colombia*, 186
- EAWAG & EPA. (2017). Parametros operacionales.
- EAWAG, EPA. (2017). Composting.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). From linear to circular: Accelerating a proven concept. En E. M. FOUNDATION, *TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY: Opportunities for the consumer goods sector* (pág. 27). London, UK.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). CHALLENGES OF THE LINEAR ECONOMY. En *CITIES IN THE CIRCULAR ECONOMY: AN INITIAL EXPLORATION* (pág. 5).
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). THE CIRCULAR ECONOMY VISION-HOW TO CLOSE THE NUTRIENT LOOPS: The biocycle in a circular economy. En *URBAN BIOCYCLES* (págs. 16-18).

- Estadísticas Agropecuarias (ESPAC), INEC. (2017). *En cuenta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado el 2016, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf
- Fedepalma. (2013). *Residuos de aceite de palma disponibles para la bioeconomía, junto con el reciclaje de nutrientes*. Recuperado el 2017, de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10702/10688>
- Fernandez Gatica, D. A. (2014). “*INCIDENCIA DEL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA EN LA BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU), EN EL TRATAMIENTO MECÁNICO BIOLÓGICO (TMB)*”. Recuperado el 2017, de <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/654>
- Foundation Ellen MacArthur . (2016). *Economía circular*. Recuperado el 2017, de <http://www.circulareconomy.com/es/economia-circular/concepto>
- (2013). Form linear to circular: Accelerating a proven concept. En E. M. FOUNDATION, *TOWARDS THE CIRCULAR ECONOMY: Opportunities for the consumer goods sector* (pág. 27). London, UK.
- (2017). THE CIRCULAR ECONOMY VISION-HOW TO CLOSE THE NUTRIENT LOOPS: The biocycle in a circular economy. En E. M. FOUNDATION, *URBAN BIOCYCLES* (págs. 16-18).
- García Arboleda, M., & Gómez Z., J. (2012). *Manejo de la materia orgánica en la Amazonía*. Recuperado el 2017, de http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2640/1/Manejo_de_la_materia_orga%CC%81nica_en_la_amazonia.pdf
- Gordillo, F. A., Guzman, M., Casilla , I. N., & Rubira, K. A. (2017). *EFFECTOS DE RESIDUOS DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN LA ALTURA DEL COMPOST*. Recuperado el 2017, de <http://ecociencia.ecotec.edu.ec/upload/php/files/junio17/04.pdf>
- Hernández, Real, Delgado, Bautista, & Velasco. (2016). *RESIDUOS AGROINDUSTRIALES CON POTENCIAL DE COMPOSTAJE*. Recuperado el 2017, de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=c1fad768-ebe2-44c1-8900-ad38322b2380%40sessionmgr102>
- Herrera, L., & Lozano, M. (2011). *PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS DE UNA PLANTA DE CELULOSA*. Recuperado el 2016, de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-porras_sh/pdfAmont/cf-porras_sh.pdf

- INEC-ESPA. (2017). *En cuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado el 2016, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Presentacion%20ESPAC%202016.pdf
- ISWA. (2015). *Global Waste Management Outlook. Technology sheet: Comparing technologies for resources recovery from MSW*, 89.
- Lopez, V., & Florez, M. E. (2017). *BIOTRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA SECRETARÍA DISTRITAL DE SALUD*. Recuperado el 2017, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5179/1/FlorezVargasMaicolEstiven2017.pdf>
- MAE, acuerdo ministerial No.061. (2015). *Gestión Integral de Residuos Sólidos no Peligrosos y Desechos Peligrosos y/o Especiales*. Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Manobanda, C. I. (2015). *“CONTROL DE CALIDAD Y SU RELACIÓN CON EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ROJO DE PALMA AFRICANA DE LA EMPRESA OLEORIOS S.A., CANTÓN QUEVEDO, AÑO 2014”*. Recuperado el 2017, de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/799/1/T-UTEQ-0061.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe sobre el sector palmicultor ecuatoriano*. Recuperado el 2017, de <http://www.comercioexterior.gob.ec/wp-content/uploads/2017/09/informe-palma-espac%20C3%B1ol-.pdf>
- Morales, L. A., Rodríguez, A. D., & Rojas, H. E. (2017). *Evaluación de las Características del Sustrato de Entrada Incluidas en el Modelo de Digestión Anaerobia No. 1 (ADMI)*. Recuperado el 2017, de <http://cuid.unicach.mx/revistas/index.php/lacandonia/article/view/258/238>
- Narváez, E. (2015). *ESTUDIO SOBRE LA RECIRCULACIÓN DE AGUA DE PRODUCCIÓN UTILIZADA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE CRUDO DE PALMA*. Recuperado el 2017, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4047/1/114245.pdf>
- Oleorios. (2007). *Oleorios S.A.* Recuperado el 2017, de <http://www.oleorios.com.ec/pag/compania.shtml>
- Páiz, D. (2014). *“FACTIBILIDAD DEL USO DEL RAQUIS DE PALMA AFRICANA EN MEZCLA CON AGREGADOS DE CONSTRUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS”*. Recuperado el 2017, de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/4066/1/236T0128%20UDCTFC.pdf>

- PRAS Ministerio del Ambiente. (2016). Pasivos ambiental. En P. M. Ambiente, *Pasivos ambientales y reparación integral: experiencias de gestión en el Ecuador* (págs. 119,120). Quito: Soluciones Gráficas D&G.
- Quisphe, M. E. (2017). *ELABORACIÓN DE COMPOST A PARTIR DEL ESTIERCOL DE CUY (Calvia Porcellus) Y SU APLICACIÓN EN LA COMUNA LUMBISÍ (SECTOR CUMBAYÁ)*. Recuperado el 2017, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13006/1/T-UCE-0017-0062-2017.pdf>
- Rodic, L. (2017). Municipal Solid Waste Management in Developing Countries. *Circular economy and solid waste management*.
- Sachéz, D. (2013). *MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTALES*. Recuperado el 2017, de Indentificación de Impactos Ambientales: http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2013/12/6_MEIA_I-resumen.pdf
- Santos. (2012). *DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS POR EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE PALMA AFRICANA EN PALMAS OLEAGINOSAS BUCARELIA S.A.* Recuperado el 2017, de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7044/2/123928.pdf>
- SUIA. (2017). *Consulta de Actividad Ambiental*. Recuperado el 2017, de http://suia.ambiente.gob.ec/catalogo_ambiental
- Transgruas. (2017). *Maquinaria para compostaje*. Recuperado el 2017, de <https://www.transgruas.com/en/pl15/machines/id5298/prs-2500-wind-row-turner.htm>
- Valls, J. (2016). Principales procesos y tecnologías para el tratamiento de la materia orgánica. Compostaje en pilas volteadas. En *TECNOLOGIAS Y PREOCESOS PARA EL TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN* (pág. 52). Barcelona: Universitat de Barcelona, IL3.
- Wilson, D. c., & Carpintero Rogero, A. (2015). Background, Definitions, Concepts and Indicators. En *Global Waste Management Outlook*. London, UK: United Nations Environment Programme (UNEP).
- Zhexembayeba, N. (2014). *La Estrategia del Océano Esquilado: Cómo impulsar la innovación para adaptarse a la nueva economía circular*. Cleveland, Ohio: Cabecera, edición 1.