

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

IMPACTO DEL PICADO DE RACIMOS EN VACÍOS DE PALMA ACEITERA SOBRE EL TIEMPO Y CALIDAD DE COMPOSTAJE; NATURACEITES S.A.

TESIS DE GRADO

JUAN JOSÉ ROSALES GÓMEZ

CARNET 25218-07

ZACAPA, OCTUBRE DE 2018
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

IMPACTO DEL PICADO DE RACIMOS EN VACÍOS DE PALMA ACEITERA SOBRE EL TIEMPO Y CALIDAD DE COMPOSTAJE; NATURACEITES S.A.

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JUAN JOSÉ ROSALES GÓMEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

ZACAPA, OCTUBRE DE 2018
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
ING. ELMER DARÍO TOBAR RAMÍREZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
LIC. LUIS EMILIO GRANADOS PADILLA

Zacapa, 19 de octubre de 2018.

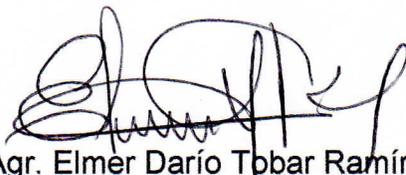
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Juan José Rosales Gómez, carné 25218-07, titulado: **“Impacto del picado de racimos en vacíos de palma aceitera sobre el tiempo y calidad de compostaje; Naturaceites S.A.”**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Elmer Darío Tobar Ramírez.
Colegiado No. 3910
Cod. URL 13122
Asesor.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061041-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JUAN JOSÉ ROSALES GÓMEZ, Carnet 25218-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 06185-2018 de fecha 6 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IMPACTO DEL PICADO DE RACIMOS EN VACÍOS DE PALMA ACEITERA SOBRE EL TIEMPO Y CALIDAD DE COMPOSTAJE; NATURACEITES S.A.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de octubre del año 2018.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

- A Dios:** Que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.
- A La
Universidad
Rafael
Landívar:** Por ser mi centro de estudio, y abrirme las puertas para cumplir uno de mis sueños y obtener conocimientos; y hacer de mí un profesional con valores y principios que me hacen ser una mejor persona y a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.
- A mis
Docentes:** Por brindarme su apoyo y conocimientos académico, así como sus experiencias vividas y por sus enseñanzas. Y ser parte de mi desarrollo y crecimiento profesional.
- A mis
compañeros
De estudio:** Por darme la oportunidad de conocerlos y compartir este proceso y desearles muchos éxitos en su vida profesional a lo largo del tiempo que nos espera.

DEDICATORIA

- A Dios:** Por ser el todo poderoso y por su infinito amor hacia sus hijos, llenándome de muchos triunfos y éxitos en la vida y este es uno de ellos, el cual se lo dediqué desde el inicio de mi profesión. Es tuyo Señor.
- A mis padres:** A quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.
- A mi esposa e hijos:** Que los amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.
- A mis hermanos:** Gracias por el apoyo hacia mi persona y gracias por esa unión que tenemos como hermanos, Dios los bendiga mucho y les deseo muchos éxitos en sus vida a cada uno de ustedes, los amo y son un ejemplo para mí.
- A mi asesor:** Gracias por todo su apoyo profesional en este proceso de investigación, por levantarme el ánimo para finalizar dicho proceso, muchas gracias.
- A mis amigos:** Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEORICO	3
2.1 PALMA DE ACEITE	3
2.1.1 Origen e historia de la palma	3
2.1.2 Propagación	3
2.1.3 Variedades	4
2.1.4 Clasificación botánica	4
2.1.5 Descripción botánica	5
2.2 ANATOMÍA Y FISILOGIA DE LA PALMA	5
2.2.1 Sistema radicular	5
2.2.2 Tallo	5
2.2.3 Hojas	6
2.2.4 Inflorescencias	6
2.2.5 Frutos	6
2.2.6 Semilla	7
2.3 FACTORES CLIMÁTICOS	7
2.3.1 Clima	7
2.3.2 Precipitación	7
2.3.3 Radiación solar	8
2.3.4 Temperatura	8
2.3.5 Suelos	8
2.3.6 Topografía y pendiente	8
2.4 PROCEDIMIENTOS Y PRÁCTICAS AGRONÓMICAS	9
2.4.1 Material de siembra	9
2.4.2 Elección del sitio del vivero	9
2.4.3 Siembra	9
2.4.4 Control de malezas y plagas	9
2.4.5 Cosecha	10
2.5 COMPOSTAJE	10

2.6 NUTRIENTES Y SU FUNCIÓN	10
2.6.1 Nitrógeno	10
2.6.2 Fosforo	11
2.6.3 Potasio	11
2.6.4 Magnesio	11
2.6.5 Calcio	11
2.6.6 Azufre	11
2.6.7 Relación Carbono/Nitrógeno	12
2.7 ANÁLISIS QUÍMICO MEHLICH III	12
3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	13
4. OBJETIVOS	15
5. HIPOTESIS	16
6. METODOLOGIA	17
6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	17
6.2 MATERIALES EXPERIMENTALES	17
6.3 FACTORES EVALUADOS	17
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	17
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	18
6.6 UNIDAD EXPERIMENTAL	18
6.7 CROQUIS DE CAMPO	18
6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO	19
6.8.1 Materia prima para elaborar compost	19
6.8.2 Analisis de efluentes y materia prima	20
6.8.3 Registro de operaciones en compostera	21
6.8.4 Análisis de material compostado	21
6.8.5 Humedad del compost	21
6.9 VARIABLES DE RESPUESTA	21
6.9.1 Tiempo	21
6.9.2 Calidad	22
6.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	22
6.10.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22

6.11 CRONOGRAMA DE TRABAJO	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO	23
7.2 CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO	24
7.3 CONCENTRACIÓN DE POTASIO	25
7.4 CONCENTRACIÓN DE CALCIO	26
7.5 CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO	27
7.6 RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO	28
8. CONCLUSIONES	29
9. RECOMENDACIONES	30
10. BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tratamientos evaluados	18
Tabla 2.	Análisis de varianza sobre la concentración de nitrógeno en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	23
Tabla 3.	Análisis de varianza sobre la concentración de fósforo en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	24
Tabla 4.	Análisis de varianza sobre la concentración de potasio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	25
Tabla 5.	Análisis de varianza sobre la concentración de calcio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	26
Tabla 6.	Análisis de varianza sobre la concentración de magnesio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	27
Tabla 7.	Análisis de varianza sobre la relación carbono/nitrógeno en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Croquis de la compostera (NaturAceites S.A., 2018)	18
Figura 2.	Racimo vacío entero o raquis entero (NaturAceites S.A., 2018)	19
Figura 3.	Racimo vacío picado o raquis picado (NaturAceites S.A., 2018)	20
Figura 4.	Concentración de nitrógeno en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018	23
Figura 5.	Concentración de fósforo en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018	24
Figura 6.	Concentración de potasio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018	25
Figura 7.	Concentración de calcio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	26
Figura 8.	Concentración de magnesio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	27
Figura 9.	Relación carbono/nitrógeno en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.	28

IMPACTO DEL PICADO DE RACIMOS EN VACÍOS DE PALMA ACEITERA SOBRE EL TIEMPO Y CALIDAD DE COMPOSTAJE; NATURACEITES S.A.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar dos tipos de manejo de racimos vacíos de palma aceitera, para la producción de compostaje. Los tratamientos fueron uso de racimos enteros y uso de racimos vacíos picados. El diseño experimental utilizado fue el de completamente al azar, conformado por 2 tratamientos y 12 muestreos realizando uno semanalmente. Las variables de respuesta medidas corresponden a tiempo con base a la relación carbono y nitrógeno, además de la concentración de los elementos, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio. Con base al análisis estadístico de los datos, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, identificando que el uso de racimos vacíos picados para la producción de compostaje influyó en la concentración de los elementos estudiados, reportándose mayor porcentaje en dicho compostaje en comparación al uso de racimos vacíos enteros. Por lo anterior, se recomendó el uso racimos vacíos picados para la producción de compostaje, en la empresa NarutaAceites S.A.

1. INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es uno de los cultivos que sustituyó la siembra de algodón en la década de los años ochenta. Luego de la búsqueda de diversas opciones que sustituyeran aquél cultivo, se comprobó que la palma de aceite ofrece más ventajas: es más eficiente, genera empleo permanente por ser cultivo perenne, porque el corte del fruto no es mecanizable. El cultivo se ha establecido, principalmente en las zonas que antes eran dedicadas a la ganadería o producción de otros cultivos como el algodón y banano. Al 2014 la palma ocupaba 130 mil hectáreas, es decir alrededor del 4% del total de la superficie agrícola del país (Grepalma, 2016).

En Guatemala uno de nuestros problemas en la actualidad, es que se ha degradado los suelos de la tierra haciendo mal uso de ellos y no retornando los nutrientes necesarios para mantener ese suelo fértil que las plantas y animales necesitan para crecer. Los suelos también necesitan de arbustos y árboles para favorecer su protección deteriorada por la erosión del viento y del agua. Sin esta capa fértil estamos creando suelos áridos y nuestra propia destrucción ya que no vamos a poder hacer crecer nada en un futuro en terrenos que no proporcionen las condiciones adecuadas para el crecimiento de plantas.

Existen empresas dedicadas a la explotación de la palma africana, una de estas, es la empresa Naturaceites S.A., la cual cuenta con varias fincas localizadas en diferentes sitios geográficos del país, entre ellas destacan por su mayor importancia, las regiones de: Polochic, Franja Transversal del Norte y San Luis Petén.

La empresa Naturaceites S.A, cuenta con una planta de compostaje diseñada para la transformación de materiales orgánicos en compost, y con ello evitar la contaminación de fauna y flora y contar con un material que mejora la estructura del suelo, aumenta la cantidad de humus, fomenta el crecimiento y regulación de los microorganismos, crecimiento y sanidad de las plantas.

La planta de compostaje en época alta de producción tiene una capacidad reducida para el almacenaje de racimos vacíos enteros de palma aceitera que será procesado como compost, con el picado y prensado de racimos las partículas serán más pequeñas y se tendrá mayor capacidad de almacenaje.

La presente investigación pretende determinar el impacto del picado de racimos vacíos de palmas aceitera, sobre el tiempo y calidad de compostaje. A los tratamientos a evaluar, racimos enteros y racimos picados se les tomara muestreo de humedad, temperatura, calidad de efluentes aplicados, también se harán muestreos nutricionales por medio de análisis químico durante todo el proceso de compostaje, para determinar la calidad de contenido nutricional del compost que se está evaluando.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 PALMA DE ACEITE

2.1.1 Origen e historia de la palma

La palma de aceite es originaria del golfo de Guinea en el África Occidental, es por eso que, popularmente se refiere a ésta como palma africana. En América, en cambio, se le conoce mejor como palma de aceite y fueron los portugueses quienes introdujeron la palma al continente americano (Grepalma, 2016).

El nombre científico de la palma aceitera es *Elaeis guineensis jacq.* Este nombre se origina del griego *Elaeis* (aceite) y del supuesto origen de la especie (al menos lo que se pensaba en el momento de dar nombre a la especie), en Guinea. Jacquin es el apellido de la persona que dio el nombre a la planta. Su explotación comercial en mayor escala se ha dado principalmente en el Sureste Asiático (Malasia, Indonesia y Tailandia) y América tropical (Grepalma, 2016).

Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En la misma época pasa a Asia Oriental (Indonesia, Malasia, etc.)

2.1.2 Propagación

La selección del material de propagación es importante para asegurar altos rendimientos y calidad en el aceite de modo que haga rentable el cultivo de la palma. Si se utiliza semilla, ésta debe estar certificada y garantizar las siguientes características. Generalmente se utiliza la semilla de la variedad Tenera, producto de un cruce entre las variedades Dura y Pisífera. (Grepalma, 2016).

Una vez seleccionada la semilla, se procede a su germinación, proceso que tarda entre 75 y 90 días, para luego transferirlas al vivero, donde una vez desarrolladas se trasplantan al campo definitivo. La fase de vivero tiene una duración de 10 a 14 meses. Un desarrollo inicial adecuado en esta fase repercute directamente sobre el comportamiento de las plántulas en el campo y afectará a la producción de racimos durante los primeros años de cosecha.

2.1.3 Variedades

Dura: posee un endocarpio grueso que protege a una, dos o tres almendras y fibras dispersas en la pulpa (Hardon, 1995).

Pisífera: se caracteriza por la ausencia de endocarpio y en ocasiones presenta una almendra del tamaño de una arveja y la presencia de fibras agrupadas en el centro del fruto (Hardon, 1995).

Tenera: obtenido mediante el cruzamiento artificial controlado de palmas de la variedad Dura (usadas como madre) con polen de palmas de la variedad Pisífera (usadas como padres) (Hardon, 1995).

2.1.4 Clasificación botánica

La clasificación taxonómica de la palma africana es la siguiente:

Familia: *Arecaceae*

Género: *Elaeis*

Especie: *Elaeis guineensis*

(Itis Report, 2016).

2.1.5 Descripción botánica

La palma de aceite o africana es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las Palmaceae; es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie. Originaria de países africanos, ha sido exportada a varias partes del mundo y cruzada con especies locales para crear híbridos que incrementan el nivel de producción (Grepalma, 2016).

La palma de aceite es una palma grande con un penacho de hojas y un solo tallo en forma de columna. Su apariencia característica desordenada en contraste con el cocotero (*Cocos nucifera*) se debe al ángulo irregular de inserción de los foliolos a lo largo del raquis de la hoja (Hartley, 1988).

2.2 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LA PALMA DE ACEITE

2.2.1 Sistema radicular

El sistema radicular de la palma aceitera es fibroso y concentrado en los primeros 30-40 cm del suelo, pero se puede extender lateralmente hasta 20 metros del tallo. Las raíces primarias (6-10 mm de diámetro), emergen radialmente de la base del tallo y sirven principalmente para el anclaje de la planta. De estas raíces primarias, se originan otras de menor diámetro (secundarias), y luego están las terciarias y cuaternarias, que son las encargadas de absorber agua y nutrientes del suelo (Tinker , 1976).

2.2.2 Tallo

La palma aceitera tiene un tallo erguido, sin ramificaciones, que se ensancha ligeramente en su base, el tronco es de 30-60 cm de grosor, crece entre 35 y 70 cm por año según las condiciones del ambiente y la naturaleza genética de las palmas, puede alcanzar 15-20 metros de altura.

2.2.3 Hojas

Las hojas de la palma de aceite miden de 7-8 metros de largo y comprenden los siguientes componentes: El peciolo, mide 1-1.5 m de largo y corresponde a la parte de la hoja entre el tronco y el punto de inserción del primer foliolo verdadero y está provisto de espinas. El raquis, mide de 5-6 m de largo, es asimétrico transversalmente, el raquis proporciona sostén para los foliolos. Los foliolos (hojas pinnadas) están insertados en dos hileras a cada lado del raquis, cada hoja tiene 150-250 foliolos, cada uno con una nervadura central y una lámina. Los foliolos miden de 3-5 cm de ancho en el punto medio y 80-120 cm de largo (Hartley, 1988).

2.2.4 Inflorescencias

El primordio o yema de una inflorescencia se produce en la axila de cada hoja en la iniciación de la hoja y puede desarrollar una inflorescencia masculina, femenina o hermafrodita. De esta forma, la producción de racimos está claramente relacionada con la tasa de producción de hojas, que a su vez es afectada por las condiciones ambientales y la condición de los nutrientes en la palma.

Las flores también pueden abortar en respuesta a tensiones y los altos rendimientos solo pueden obtenerse con una proporción de sexos elevada (inflorescencias femeninas) y baja tasa de aborto. De este modo, el rendimiento potencial está determinado por la tasa de producción de hojas, la proporción de sexos y la cantidad de aborto floral (Jacquemard, 1998).

2.2.5 Frutos

El fruto es una drupa sésil o una semilla encerrada en una pulpa carnosa de forma variada desde casi esférica a ovoide o alargada. Los frutos fluctúan entre 2-7 cm de largo y consiste en un exocarpio, mesocarpio, endocarpio, endospermo.

Los frutos sueltos individuales contienen alrededor de 40% de aceite, comparados con los racimos, que contienen alrededor de 25% de aceite. El racimo de frutos contiene alrededor de 1500 frutos con una proporción de fruto a racimo de 60-70% cuando está maduro, el racimo está encerrado por la hoja 30-32 y su peso varia de unos pocos kilogramos a alrededor de 10 kg en las palmas jóvenes y 10-30 kg en las palmas adultas (Hardon, 1995; Hartley, 1988.).

2.2.6 Semilla

La semilla de la palma de aceite es la nuez que queda después de que se ha extraído el mesocarpio aceitoso. El tamaño de la nuez varia, pero por lo regular el largo es de 2-4 cm. El cuesco tiene fibras que lo atraviesan longitudinalmente y se adhieren a él.

En la germinación y al salir del poro germinal, el embrión se hincha para formar un botón desde el cual se distinguen la radícula y la plúmula la germinación es hipogea.

2.3 FACTORES CLIMÁTICOS

2.3.1 Clima

Las palmas de aceite son capaces de competir exitosamente con otras plantas y colonizar los espacios despejados en donde hay suficiente luz y humedad para que la palma complete su ciclo de vida (Anon, 1982).

2.3.2 Precipitación

El patrón ideal de la lluvia es de 2000 a 3500 mm por año, distribuidos uniformemente, durante el año, con un mínimo de 100 mm por mes. Por otro lado, 300 mm o más de lluvia durante un mes puede crear efectos negativos en la productividad, en caso de no existir una red eficiente de drenaje.

2.3.3 Radiación solar

La palma de aceite prospera en donde la cantidad de brillo solar es mayor a 5 horas por día, y en algunos meses hasta 7 horas por día. Más de 2000 horas de brillo solar por año o 5.5 horas por día es deseable, siempre que tal cantidad de brillo solar no esté asociada con sequía y temperaturas excesivamente altas (Ghazalli, 1984).

2.3.4 Temperatura

La temperatura media anual, óptima para la palma de aceite es de 22-32 °C, un rango predominante en la mayoría de los trópicos húmedos. No se ha determinado una temperatura máxima, la palma de aceite puede tolerar temperaturas menores o iguales a 38 °C, siempre que la humedad relativa sea suficiente, pero el requerimiento de agua es mayor con el aumento de la temperatura (Henry , 1957).

2.3.5 Suelos

Se han obtenido grandes rendimientos de palmas cultivadas en una amplia gama de suelos. Dada la importancia del suministro de humedad del suelo, las propiedades físicas se consideran a menudo más importantes que las químicas porque generalmente es rentable corregir las deficiencias de nutrientes con fertilizantes minerales. Las propiedades del suelo tienen un efecto notable en los costos de producción (Gray, 1969).

2.3.6 Topografía y pendiente

La palma de aceite no se recomienda en áreas con una altitud >200 msnm, porque tanto el crecimiento como los rendimientos generalmente se reducen. Es mejor plantar la palma de aceite en pendientes <23% (<12°), aunque se ha plantado con buen éxito en pendientes menores o iguales a 38% (hasta 20°) (Quencez, 1991).

2.4. PROCEDIMIENTOS Y PRÁCTICAS AGRONÓMICAS

2.4.1 Material de siembra

El primer punto y el más importante a enfatizarse es el material de siembra, que se elige al momento de la compra, se elige a un proveedor acreditado y debe ser de origen conocido, hay algunas organizaciones comerciales que producen semilla de calidad en: Costa Rica, Colombia, Indonesia, Malasia (Fairhurst, 1998)

2.4.2 Elección del sitio del vivero

El vivero debería estar situado cerca de un río para permitir un abastecimiento adecuado de agua, que nos permita regar durante todo el año, topografía plana, buenos suelos (que nos permita llenar las bolsas con ese mismo sustrato).

2.4.3 Siembra

Se deben regar las palmas hasta que se saturen antes de transferirlas al campo. Las palmas deberían plantarse el mismo día que salen de vivero. Ajustar la profundidad del hueco para adaptar la parte baja de la plantita agregando o retirando suelo. Retirar la bolsa plástica y colocar la palma derecha en el hueco, y luego hacer la aplicación de fertilizante recomendado comúnmente es DAP (Fairhurst, 1998).

2.4.4 Control de malezas y plagas

El control mecánico de las malezas consiste en cortarlas en las interlineas con una maquina cortadora giratoria. Esto ayuda a controlar la erosión y el estancamiento del agua. Los herbicidas y plaguicidas químicos pueden aplicarse con los aspersores convencionales de mochila (Summugam, 2000).

2.4.5 Cosecha

La operación de la cosecha tiene una prioridad muy alta en una plantación. Es importante que se recojan todos los frutos, porque cualquier pérdida de fruto es una pérdida financiera directa. La cosecha rápida y bien hecha también permite que la planta de beneficio extraiga la fracción más grande posible del aceite y almendra, y mantenga la calidad del aceite presentando un bajo nivel de ácidos grasos libres (AGL) (Syed, 1982).

2.5 COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso en el que los materiales orgánicos son transformados, con influencia de la fauna y flora del suelo, en una sustancia viva llamada: compost, que mejora la estructura del suelo, aumenta la cantidad de humus, fomenta el crecimiento y regulación de los microorganismos y crecimiento y sanidad de las plantas. El compost es el producto final obtenido por fermentación aerobia de la materia orgánica que está transformada por microorganismos hasta que se forme una mezcla estable, lo más heterogénea posible, sanitariamente neutra con una buena relación carbono / nitrógeno (C/N) y niveles adecuados de otros elementos que le confieran un buen valor agronómico; también puede fabricarse compost a partir de residuos mezclados en la proporción adecuada, compuesta por lodos de aguas residuales urbanas, añadiéndole una proporción de material vegetal como paja de cereales, rastrojos de cultivos industriales u otros restos vegetales. El compost contribuye al mantenimiento y recuperación del creciente deterioro ecológico y del medio ambiente (Sztern, 2003).

2.6 Nutrientes y su función

2.6.1 Nitrógeno

Aumenta el área foliar y mejora la producción de hojas y la tasa de asimilación neta de las palmas de aceite (Corley y Mok, 1972, 2012).

2.6.2 Fósforo

Aumenta el peso promedio de las hojas, la velocidad de producción de las hojas y los rendimientos de racimos de frutos (Foster y Prabowo, 1996, 2012).

2.6.3 Potasio

Los racimos de frutos contienen alrededor de 0.65% de K y este es el nutriente requerido en la mayor cantidad por las palmas de aceite (Ng y Thamboo, 1967, 2012).

2.6.4 Magnesio

El papel más importante del Mg es el de constituyente de la clorofila, el pigmento verde que convierte la energía de la luz en energía bioquímica durante la fotosíntesis (Ng y Thamboo, 1967, 2012).

2.6.5 Calcio

Es un componente estructural de los pectatos que se encuentran en las laminillas medias de las paredes celulares. Es esencial para la extensión y división de la célula (Ng y Thong, 1985, 2012).

2.6.6 Azufre

Es también un elemento estructural de coenzimas que se requieren para la formación de ácidos grasos de cadena larga y por tanto para la síntesis del aceite en el mesocarpio y la almendra (Ng et al., 1968, 2012).

2.6.7 Relación Carbono/Nitrógeno

En las primeras fases de desarrollo de la planta, hay una velocidad de crecimiento, formación de tallo y producción de hoja. Lo que ocurre es que la planta demanda mucho nitrógeno para transformarlo en proteínas. Es decir, hay una relación de C/N (carbohidratos frente a proteínas). Una gran parte de estos carbohidratos se destina a las raíces, buscando su crecimiento. Por tanto, se acumula carbohidratos en reserva y la relación C/N aumenta. Cuando hay un balance positivo en energía la planta en ese momento empieza a utilizar esos carbohidratos en producir inflorescencias y luego se forman los racimos. (Grepalma, 2016)

2.7 ANÁLISIS QUÍMICO MEHLICH III

Se utiliza para evaluar el contenido mineral de macronutrientes y micronutrientes, es capaz de decirnos lo que falta y lo que está disponible en el suelo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La palma de aceite se ha desarrollado en el país en los últimos 28 años. Las zonas aptas se encuentran principalmente en la Costa Sur, en el nororiente, en los departamentos de Izabal y Las Verapaces, en específico en los valles de los ríos Motagua y Polochic. También en los departamentos de Quiché y en el sur de El Peten.

Del proceso de extracción de aceite de palma aceitera se obtienen subproductos que son aprovechados en diferentes áreas, uno de ellos los racimos vacíos enteros, éstos pueden ser aplicados al campo para aportar nutrientes como N, P, K, MG, Ca.

En Naturaceites este producto antes de llevarse a campo es compostado, debido a los beneficios del proceso sobre la calidad nutricional y el manejo de subproductos tanto de racimos vacíos como de efluentes proveniente también de la extracción, por cada tonelada de fruta fresca se obtiene 0.17 toneladas de racimos vacíos (raquis).

En la época alta de producción es la capacidad reducida para el almacenaje de raquis de palma aceitera que será procesado como compost, por el alto volumen de racimos enteros, con el racimo picado y prensado las partículas serán más pequeñas por lo que en la misma área de la compostera habrán mayor capacidad de almacenaje, a la vez también se pretende mejorar la calidad nutricional del raquis que es el factor que determina la salida del producto a campo y el cual beneficia a la reducción de la fertilización química por el aporte de nutrientes de los racimos vacíos compostados, considerando que la fertilización química es alrededor entre 35-40% del costo de la producción.

Con el objetivo de mejorar la calidad nutricional del compostaje que se aplica en las plantaciones comerciales y aumentar la capacidad de recepción de materia prima dentro de la compostera como racimos vacíos enteros se pretende evaluar el picado de racimos vacíos de palma aceitera antes de ingresar al área de compostaje como alternativa del manejo del mismo.

El raquis de palma de aceite se utiliza en el cultivo para la incorporación de materia orgánica, principalmente en concentraciones de N, P, K, MG, Ca, y la relación C/N. Con el picado de los racimos habrá mayor absorción de nutrientes aplicados mediante los efluentes provenientes de la extracción de aceite.

4. OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto del picado de racimos vacíos de palma aceitera sobre el tiempo y calidad nutricional del compostaje.

ESPECÍFICOS

Definir el tiempo de compostaje de racimos vacíos de palma aceitera picados en comparación de racimos enteros, en función de la relación C/N.

Comparar el contenido nutricional durante todo el proceso de compostaje, de racimos vacíos picados de palma aceitera y racimos enteros.

5. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas en cuanto a la relación de C/N.

Al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas contenido nutricional durante el proceso de compostaje.

6. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La evaluación se realizó en la Empresa Naturaceites, en el área de la compostera, a una distancia de 393 km de la ciudad capital, municipio Fray Bartolomé de las Casas, Departamento de Alta Verapaz.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Se evaluó la materia prima para la elaboración de compost en dos formas, racimos vacíos picados de palma aceitera y racimos enteros que tuvieron un proceso de compostaje.

6.3 FACTOR EVALUADO

El efecto del picado de racimos vacíos sobre el tiempo (la relación C/N) y calidad del contenido nutricional del compost N, P, K, Ca, Mg comparado con los racimos enteros.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Racimos vacíos picados: el raquis es picado y prensado para recuperar parte del aceite que absorben durante el cocinado en planta extractora, son racimos que quedan después que se le remueven los frutos.

Racimos vacíos enteros: es uno de los principales subproductos del proceso de extracción del aceite, un raquis entero proviene de la trituración de los racimos que quedan después que se le remueven los frutos.

Tabla 1.

Tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
1	Racimos vacíos enteros
2	Racimos vacíos picados

La tabla 1 muestra los tratamientos que fueron evaluados en campo, siendo un total de dos, el primero fue el de racimos vacíos enteros y el segundo racimos vacíos picados.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar, para evaluar dos tratamientos con diferentes repeticiones, las cuales correspondieron al número de muestreos durante el periodo de evaluación.

6.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por un área 2.65 hectáreas (tamaño total de la compostera), dentro de la cual se establecerán 2 tratamientos con 1 repetición c/u. Cada tratamiento tendrá 1 cama de 50 metros de largo por 2 metros de ancho, dejando un espacio entre tratamiento debidamente identificados.

6.7 CROQUIS DE CAMPO



Figura 1. Croquis de la compostera (NaturAceites S.A., 2018).

6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.8.1 Materia prima para elaborar compost

La procedencia de la materia prima para la elaboración del compost tiene gran importancia en la calidad del compost, actualmente los racimos vacíos para proceso de compostaje llegan enteros a la compostera. Como parte de las estrategias para aumentar la eficiencia en la extracción del aceite y mejorar la calidad del compost aplicado se incorporó el picado y prensado de racimos al proceso de extracción, se espera que la modificación en el proceso disminuya las pérdidas de aceite de 0.50% a 0.25%, mejore las cualidades nutricionales del compost al poseer mayor área de contacto para la absorción de efluentes aplicados, acelere el proceso de degradación además de la reducción de volumen del material, que impacta en una mayor captación en área de compostera en época de alta producción donde el flujo es mayor y la capacidad es limitada.



Figura 2. Racimo vacío entero o raquis entero (NaturAceites S.A., 2018).



Figura 3. Racimo vacío picado o raquis picado (NaturAceites S.A., 2018)

6.8.2 Análisis de efluentes y materia prima

Durante doce semanas se realizaron muestreo de 500 ml de los efluentes que se encuentran en el canal que conduce a la laguna de enfriamiento I ya que son los efluentes más frescos.

Los efluentes fueron conducidos hacia el Laboratorio químico, lugar en el cual se ingresaron las muestras para análisis toral y Mehlich III. Debido a que los efluentes provenientes de planta se encuentran a altas temperaturas se dejó reposar el material el tiempo que sea necesario para que regule su temperatura a la del ambiente, posteriormente se procedió con la metodología propuesta por el laboratorio químico, (Naturalab) para la determinación de la densidad y el contenido de sólidos.

- Se hicieron las camas para los dos tratamientos evaluados correspondientes.
- Se identificaron las camas de raquis vacíos enteros y raquis picados.
- Se registró la temperatura y humedad de las camas.
- Se registró de volumen de efluentes aplicados y numero de volteo de camas.
- Muestreos de las camas que se enviaran al laboratorio químico.

6.8.3 Registro de operaciones en compostera

Durante las semanas de monitoreo se tomará registro de temperatura y humedad de las camas, volumen de efluentes aplicados y el número de volteos, todas estas variables deberán ser medidas diariamente.

6.8.4 Análisis de material compostado

Semanalmente se extrajo una muestra de las camas bajo observación de acuerdo con el cronograma establecido para el ensayo. El método de muestreo se realizó de acuerdo al establecido por compostera, seleccionando para ello en la parte superior cinco puntos a lo largo de la cama de compost, con ayuda de una pala se abre un orificio de aproximadamente 1 m, lo cual nos asegura obtener la muestra en el punto en dónde se está realizando el proceso de compostaje, cada punto de muestreo constituye una submuestra de la muestra compuesta que será enviada a laboratorio químico, para su posterior análisis de C, N, P, K, Mg, Ca.

6.8.5 Humedad del compost

Debe extraerse dos muestras de 50gr. que serán identificadas e ingresadas al laboratorio químico, para que sea obtenido el dato de humedad de las camas durante las doce semanas de proceso, por medio de secado en horno a 45°C.

6.9 VARIABLES DE RESPUESTA

6.9.1 Tiempo

Determinar el tiempo de compostaje de racimos vacíos enteros de palma de aceite y racimos picados. Para compararlos se hará en función de la relación C/N a través de análisis químico, es importante conocer este factor antes de que el compost sea aplicado al cultivo.

6.9.2 Calidad

Comparar la calidad del contenido nutricional del compost N, P, K, Ca, Mg, de racimos vacíos de palma aceitera picados versus los racimos enteros. A través de muestreos y análisis químicos, los cuales se realizarán semanalmente hasta concluir las 12 semanas de compostaje.

6.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.10.1 Análisis estadístico

Se realizaron los muestreos para analizar estadísticamente la información y comparar los dos tratamientos evaluados, con el fin de determinar la calidad del contenido nutricional en el proceso de compostaje.

6.11 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Fase	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Establecimiento de ensayo, compostera Naturaceites.	x															
Muestreo de lodos y racimos frescos enteros y picados	x	x														
Recolección de datos de humedad y temperatura	x	x	X	x	X	x	x	x	x	x	x	x				
Recolección de datos volteo de las camas	x	x	X	x	X	x	x	x	x	x	x	x				
Muestreo nutricional de proceso de compostaje	x	x	X	x	X	x	x	x	x	x	x	x				
Presentación de resultados															x	x

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan el análisis estadístico de los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos, siendo estos racimos vacíos enteros y racimos vacíos picados. Las lecturas se hicieron semanalmente durante un período de 12 semanas.

7.1 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO

Tabla 2.

Análisis de varianza sobre la concentración de nitrógeno en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Semanas	12	54,50	4,54	24,11	5,64	6,96	
Métodos	1	2,39	2,39	12,68	3,03	4,21	**
Error	12	2,26	0,19				
Total	25	59,15	2,37				
% C.V.	15,06						

El análisis de varianza de la tabla 2 muestra existen diferencias significativas entre los métodos de procesamiento de los racimos vacíos, observando en la figura 4 que el tratamiento con los racimos vacíos picados obtuvo mayor porcentaje de nitrógeno en el compostaje, en comparación a los racimos vacíos enteros.

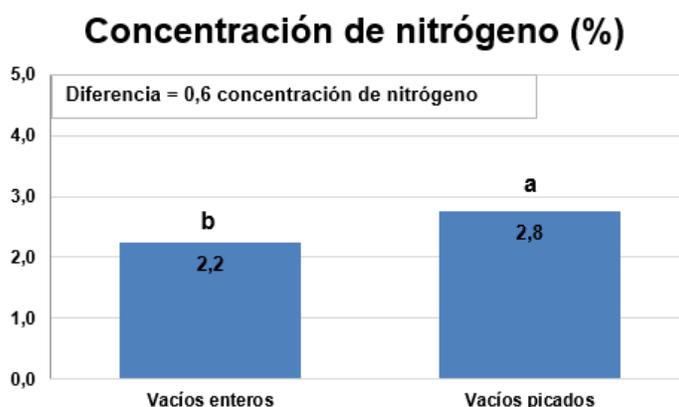


Figura 4. Concentración de nitrógeno en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

7.2 CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO

Para el análisis de la concentración de fósforo, también se tomaron muestras semanalmente del compostaje formado por cada tratamiento, los resultados fueron expresados en porcentaje, como se describe a continuación:

Tabla 3.

Análisis de varianza sobre la concentración de fósforo en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F05	F01	Significancia
Semanas	12	42,44	3,54	26,18	5,64	6,96	
Métodos	1	11,59	11,59	85,76	3,03	4,21	**
Error	12	1,62	0,14				
Total	25	55,65	2,23				
% C.V.	15,83						

La tabla 3 muestra el análisis de varianza de la concentración de fósforo en el compostaje de racimos de palma aceitera vacíos, determinando que existen diferencias altamente significativas entre el procesamiento de racimos vacíos picados y vacíos enteros, identificando en la figura 5 que el compostaje con racimos picados reportó mayor concentración en comparación al de racimos enteros, siendo dichas diferencias significativas con base a la prueba de medias por Tukey.

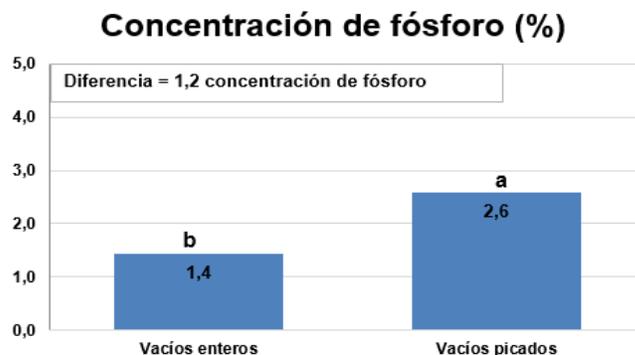


Figura 5. Concentración de fósforo en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

7.3 CONCENTRACIÓN DE POTASIO

Con base al análisis del laboratorio se hizo el análisis estadístico de la concentración de potasio en el compostaje, realizando los muestreos del sustrato semanalmente, los resultados se describen a continuación en la tabla 4 y figura 6.

Tabla 4.

Análisis de varianza sobre la concentración de potasio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _C	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Semanas	12	18,00	1,50	8,51	5,64	6,96	
Métodos	1	16,58	16,58	94,07	3,03	4,21	**
Error	12	2,12	0,18				
Total	25	36,70	1,47				
% C.V.		19,58					

El análisis de varianza de la tabla 4 indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, observando en la figura 6 que el manejo del compostaje con racimos vacíos picados de palma aceitera contribuyó al incremento de la concentración de potasio, a diferencia del racimo vacíos enteros, identificando con base a la prueba de medias de tukey que dicha diferencia es significativa.

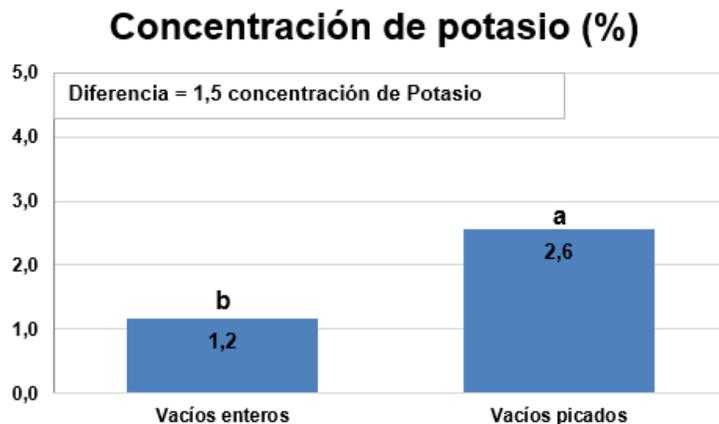


Figura 6. Concentración de potasio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

7.4 CONCENTRACIÓN DE CALCIO

Para el análisis de la concentración de calcio en el compostaje se realizó un muestreo semanal durante tres meses, los resultados fueron evaluados a través de un diseño experimental como se muestra en tabla 5.

Tabla 5.

Análisis de varianza sobre la concentración de calcio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Semanas	12	12,28	1,02	16,49	5,64	6,96	
Métodos	1	0,41	0,41	6,67	3,03	4,21	**
Error	12	0,74	0,06				
Total	25	13,44	0,54				
% C.V.	17,72						

Por medio del análisis de varianza de la tabla 5 se determinó que existen diferencias significativas entre los métodos de procesamiento de los racimos vacíos, por lo que, se procedió con la realización de la prueba de medias por Tukey, observando en la figura 7 que el tratamiento con los racimos vacíos picados de palma aceitera obtuvo mayor porcentaje de calcio en el compostaje, en comparación a los racimos vacíos enteros.

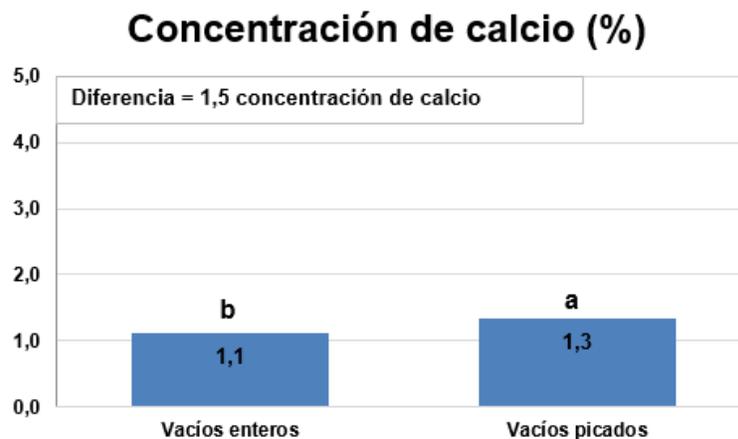


Figura 7. Concentración de calcio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

7.5 CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO

Para el análisis de la concentración de magnesio, se tomó una muestra cada semana del compostaje del compostaje elaborado por el manejo de cada tratamiento, los resultados fueron expresados en porcentaje, como se describe a continuación:

Tabla 6.

Análisis de varianza sobre la concentración de magnesio en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Semanas	12	1,98	0,16	18,01	5,64	6,96	
Métodos	1	0,23	0,23	24,79	3,03	4,21	**
Error	12	0,11	0,01				
Total	25	2,32	0,09				
% C.V.	14,75						

En la tabla 6 se puede observar el análisis de varianza de la concentración de magnesio que contiene el compostaje elaborado a base de racimos de palma aceitera vacíos, determinando que existen diferencias significativas entre el procesamiento de racimos vacíos picados y vacíos enteros. En la figura 8, el compostaje con racimos vacíos picados reportó mayor concentración en comparación al de racimos enteros, siendo dichas diferencias significativas con base a la prueba de medias por Tukey.

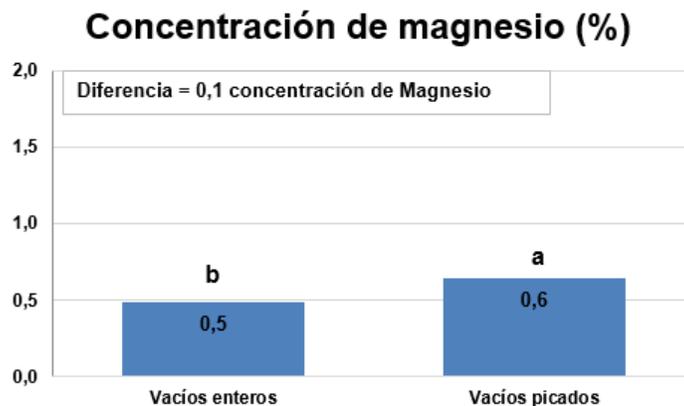


Figura 8. Concentración de magnesio en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

7.6 RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

Con base a los datos del laboratorio que se obtuvieron de carbono y nitrógeno se hizo el análisis estadístico de dicha relación en el compostaje, los muestreos del sustrato se hicieron semanalmente, como se describen a continuación en la tabla 7 y figura 9.

Tabla 7.

Análisis de varianza sobre la relación carbono/nitrógeno en el compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con dos tipos de procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F ₀₅	F ₀₁	Significancia
Semanas	12	2996,41	249,70	74,07	5,64	6,96	
Métodos	1	18,21	18,21	5,40	3,03	4,21	**
Error	12	40,46	3,37				
Total	25	3055,08	122,20				
% C.V.	12,12						

Por medio del análisis de varianza la tabla 7 se determinó que existen diferencias significativas entre los métodos de procesamiento de los racimos vacíos, por lo que, se procedió con la realización de la prueba de medias por Tukey, observando en la figura 6 que el tratamiento que comprende el manejo de racimos vacíos de palma aceitera picados obtuvo mayor relación carbono-nitrógeno, en comparación a los racimos vacíos enteros.

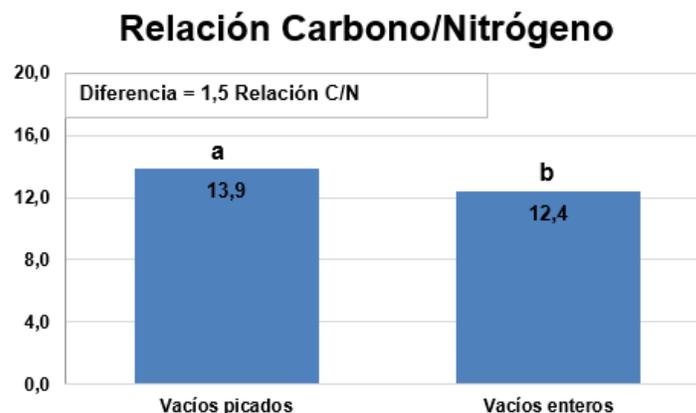


Figura 9. Relación carbono/nitrógeno en compostaje de racimos vacíos de palma aceitera con diferente procesamiento, Alta Verapaz, 2018.

8. CONCLUSIONES

El picado de los racimos vacíos de la palma aceitera contribuyó al incremento los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, en el compostaje, debido a que por su procesamiento se incrementó la cantidad de racimos vacíos utilizados lo que se tradujo en una mayor concentración, lo que beneficiará a la plantación a través del aporte de nutrientes al suelo.

En cuanto a la relación carbono y nitrógeno, el picado de los racimos vacíos de palma aceitera, mostró mayor cantidad, en comparación al uso de racimos vacíos enteros, dado a que a través del picado el compostaje obtuvo un mejor proceso de descomposición esto incrementó las concentraciones de los elementos.

El tiempo para la elaboración del compostaje fue de doce semanas, observando que las mayores concentraciones de nutrientes se reportaron cuando los racimos vacíos fueron picados, en comparación a los racimos enteros, considerando que el tiempo de manejo estimado fue el óptimo, con base a los resultados obtenidos en la relación carbono y nitrógeno.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda el picado de los racimos vacíos de palma aceitera para la elaboración de compostaje, ya que se observó que su efecto incrementa considerablemente la concentración de los macronutrientes, por lo que se logra mayor aprovechamiento al momento de su aplicación en campo.

Se recomienda el picado de los racimos vacíos de palma aceitera, porque con su incorporación puede reducir el uso de otras fuentes químicas de nutrientes, además de contribuir a mejorar las características físicas y químicas del suelo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Anon. (1982). Selección de la Tierra para la Palma de Aceite. En S. Paramanathan, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia.
- Corley y Mok, 1972. (2012). Nutrición general de la palma de aceite. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimiento Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia.
- Fairhurst. (1998). Procedimientos y Prácticas Agronómicas Establecidas. En R. A. Gillbands, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Foster y Prabowo, 1996. (2012). Nutrición General de la Palma de Aceite. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles*. (pág. 402). Bogota, Colombia.
- Ghazalli. (1984). Selección de la Tierra para la Palma de Aceite. En S. Paramanathan, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia.
- Gray. (1969). Selección de la Tierra para la Palma de Aceite . En S. Paramanathan, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Grepalma. (2016). *Gremial de Palmicultores de Guatemala*. Obtenido de <http://www.grepalma.org/palmicultura-en-guatemala?o=4>
- Hardon, 1995; Hartley, 1988. (s.f.). Aspectos Botánicos de la Palma de Aceite Pertinentes al Manejo del Cultivo. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia.
- Hartley. (1988). Aspectos Botánicos de la Palma de Aceite Pertinentes al Manejo del Cultivo. En T. F. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles, Palma de Aceite* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Henry . (1957). Selección de la Tierra para la Palma de Aceite . En S. Paramanathan, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Itis Report.* (2016). Obtenido de http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=506719
- Jacquemard. (1998). Aspectos Botánicos de la Palma de Aceite Pertinentes en el Manejo del Cultivo. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .

- Ng et al., 1968. (2012). Nutricion General de la Palma de Aceite. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Ng y Thamboo, 1967. (2012). Nutricion General de la Palma de Aceite. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Ng y Thong, 1985. (2012). Nutricion General de la Palmas de Aceite. En T. H. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Quencez. (1991). Seleccin de la Tierra para la Palma de Aceite . En S. Paramanathan, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles* (pág. 402). Bogota, Colombia .
- Summugam. (2000). El cuidado y mantenimiento de una plantacion . En R. C. Tinker, *La palma de aceite, cuarta edicion.* (pág. 585). Bogota, Colombia .
- Syed. (1982). El cuidado y mantenimiento de una plantacion. En R. V. Tinker, *La palma de aceite, cuarta edicion.* (pág. 585). Bogota, Colombia.
- Sztern. (2003). Compostaje. *Manual para la elaboracion de compst bases conceptuales y procedimientos.*, 42.
- Tinker . (1976). Aspectos Botanicos de la Palma de Aceite Pertinentes al Manejo del Cultivo . En T. F. Hardter, *Manejo para Rendimientos Altos y Sostenibles, Palma de Aceite* (pág. 402). Bogota, Colombia .