



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



División Académica de Ciencias Biológicas

**COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y  
RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA  
CENTRAL DE ABASTO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PRESENTAN:**

MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA

GERARDO GARCÍA CRUZ

**DIRECTOR:**

DR. JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA

**CO-DIRECTOR:**

MTRO. JOSÉ AURELIO SOSA OLIVIER

VILLAHERMOSA, TABASCO. ENERO 2024



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 03 de Octubre de 2023


**ASUNTO:** Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
PRESENTE**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza a los **CC. MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA y GERARDO GARCÍA CRUZ** egresados de la Lic. en **ING. AMBIENTAL** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: "**COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO**".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

**A T E N T A M E N T E**

  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

U.J.A.T.  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
(E.C. CIENCIAS BIOLÓGICAS)



C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica  
C.c.p.- Interesado



UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



2023  
AÑO DE  
Francisco  
VILLA

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN

OCTUBRE 03 DE 2023

**C. MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA**  
**C. GERARDO GARCÍA CRUZ**  
**PAS. DE LA LIC. EN ING. AMBIENTAL**  
**P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO"**, asesorado por Dr. José Ramón Laines Canepa y MCA. José Aurelio Sosa Olivier sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. José Roberto Hernández Barajas, M. en C. Marco Antonio Hernández Cobián, Dr. José Ramón Laines Canepa, M.I.P.A. Sergio Ramos Herrera y Dra. Erika Escalante Espinosa.

**A T E N T A M E N T E**  
**ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA**  
**DIRECTOR**

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
Archivo.



Villahermosa, Tabasco a 01 de septiembre de 2023

**C. MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA  
C. GERARDO GARCÍA CRUZ**  
Pasantes de la Lic. en Ingeniería Ambiental  
PRESENTE

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del documento recepcional (tesis), a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la **revisión en la plataforma iThenticate** de su documento de tesis **"Compostaje de mezclas de sargazo y residuos orgánicos vegetales de una central de abasto"**.

**OBSERVACIONES:**

Se excluyeron citas, referencias bibliográficas y se limitó el número de coincidencias a 13 palabras.

<b>RESULTADO DE SIMILITUD</b>	<b>16 %</b>
	<b>7251 palabras, 31 coincidencias y 18 fuentes</b>

Finalmente, se le solicita a los C. Merlee Tamara Pérez García y Gerardo García Cruz integrar en la versión final de tesis, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"**


  
**DR. ARTURO GARRIDO MORA**  
**DIRECTOR DACBIOL**

**U.J.A.T.**  
**DIVISIÓN ACADÉMICA**  
**(CIENCIAS BIOLÓGICAS)**

C.c.p. Dr. José Ramón Laines Canepa y MCA. José Aurelio Sosa Olivier. Asesores  
C.c.p. Archivo



**KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA**  
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400 y 6401, e-mail: dirección.dacbiol@ujat.mx

 **Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua ayuda a conservar los bosques**

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis denominado: **"COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO"**, de la cual somos autores y titulares de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro, autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 03 de Octubre de 2023.

AUTORIZO



---

MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA



---

GERARDO GARCÍA CRUZ



# Índices

## Contenido

Dedicatorias .....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen .....	1
Abstract.....	2
1. Introducción.....	3
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo general:.....	4
3.2. <i>Objetivos específicos:</i> .....	4
4. Antecedentes .....	5
4.1. <i>Clasificación y uso de composta</i> .....	5
4.2. <i>Características esperadas en un compost ideal</i> .....	5
4.2.1. <i>Propiedades físicas:</i> .....	5
4.2.2. <i>Propiedades químicas:</i> .....	5
4.2.3. <i>Propiedades biológicas</i> .....	5
4.2.4. <i>Otras propiedades</i> .....	6
4.3. <i>Residuos orgánicos vegetales</i> .....	6
4.4. <i>Sargazo</i> .....	6
4.4.1. <i>Distribución e importancia</i> .....	7
4.4.1.2. <i>Usos</i> .....	8
5. Materiales y Método .....	9
5.1. <i>Área de estudio</i> .....	9
5.2. <i>Equipos</i> .....	9
5.3. <i>Método</i> .....	9
5.3.1. <i>Acondicionamiento del sargazo</i> .....	9
5.3.2. <i>Preparación de la fracción orgánica vegetal</i> .....	10
5.3.3. <i>Preparación de mezcla de sargazo + fracción orgánica vegetal</i> .....	10
5.4. <i>Preparación de muestra para análisis de laboratorio</i> .....	10
5.5. <i>Análisis</i> .....	10
5.5.1. <i>pH</i> .....	10
5.5.2. <i>Humedad</i> .....	10
5.5.3. <i>Conductividad eléctrica</i> .....	11
5.5.4. <i>Nitrógeno total</i> .....	11
5.5.4.1. <i>Digestión</i> .....	11
5.5.4.2. <i>Destilación</i> .....	11



# COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



5.5.4.3.	<i>Titulación</i> .....	11
5.5.4.4.	<i>Cálculos</i> .....	11
5.5.6.	<i>Relación carbono/nitrógeno</i> .....	12
5.6.	<i>Preparación de mezclas de peletizado</i> .....	13
5.6.1.	<i>Mezcla de compost iniciales</i> .....	13
5.6.2.	<i>Preparación de mezclas de composta a mezclas peletizadas</i> .....	13
5.6.3.	<i>Comparación de las mezclas sin peletizar y mezclas peletizadas</i> .....	13
6.	<b>Resultados y Discusión</b> .....	13
6.1.	Análisis iniciales de los tipos de sargazo.....	13
6.1.1.	<i>Análisis inicial de la composta</i> .....	14
6.2.	Análisis de las mezclas de sargazo .....	14
6.2.1.	Análisis de la mezcla SN-FOVCA.....	14
6.2.2.	Análisis de la mezcla SC-FOVCA .....	16
6.2.3.	Análisis de la mezcla SCL-FOVCA.....	18
6.3.	Análisis de las mezclas peletizadas .....	19
6.4.	Comparación de humedad en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas .....	20
6.5.	<i>Comparación de materia orgánica en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas</i> .....	21
6.6.	Comparación de relación C/N en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas. ....	22
7.	<b>Conclusiones</b> .....	23
8.	<b>Referencia</b> .....	24
9.	<b>Anexos</b> .....	26

## Índice de tablas

Tabla 1	Análisis preliminares.....	20
Tabla 2	Análisis de mezcla de SN-FOVCA.....	21
Tabla 3	Análisis de mezcla de SC-FOVCA .....	23
Tabla 4	Análisis de mezcla de SCL-FOVCA .....	24
Tabla 5	Análisis de muestras peletizadas .....	25

## Índice de gráficas

Gráfica 1	MEZCLA SN-FOVCA.....	15
Gráfica 2	MEZCLA SC-FOVCA .....	17
Gráfica 3	MEZCLA SCL-FOVCA.....	18
Gráfica 4	HUMEDAD .....	20
Gráfica 5	MATERIA ORGANICA .....	21
Gráfica 6	RELACION C/N.....	22



### Índice de figuras

Figura 1 Residuos orgánicos ubicados en central de abasto de Villahermosa.....	26
Figura 2 Área donde se reúnen los residuos orgánicos de central de abasto.....	26
Figura 3 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ....	27
Figura 4 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ....	27
Figura 5 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ....	28
Figura 6 Sargassum fluitans seco. ....	28
Figura 7 Contenedores para realizar el proceso de compostaje.....	29
Figura 8 Contenedores para realizar el proceso de compostaje.....	29
Figura 9 Compostaje en fase termófila.....	30
Figura 10 Muestras de sargazo pesadas para análisis. ....	30
Figura 11 Muestras de sargazo en digestión.....	31
Figura 12 Muestras de sargazo después del proceso de digestión. ....	31
Figura 13 Muestras de sargazo ingresadas a la mufla. ....	32
Figura 14 Muestra en proceso de titulación. ....	32
Figura 15 Toma de muestra de ácido.....	32
Figura 16 Instrumentos de medición.....	33
Figura 17 Muestras listas para medición de PH y conductividad eléctrica.....	33
Figura 18 Fracción orgánica vegetal. ....	34
Figura 19 Muestras de sargazo y fracción orgánica vegetal.....	35
Figura 20 Mezcla de muestras. ....	35
Figura 21 Mezcla de muestras. ....	36
Figura 22 Muestras de sargazo mezclado con fracción orgánica vegetal.....	37
Figura 23 Muestras después de mezclado.....	37
Figura 24 Mezclas en reposo. ....	38
Figura 25 Muestras a 20 días de reposo. ....	38
Figura 26 Proceso de rociado.....	39
Figura 27 Proceso de peletizado de muestras.....	40
Figura 28 Muestras peletizadas. ....	40



## Dedicatorias

---

MERLEE TAMARA PÉREZ GARCÍA:

Porque de Él, por Él y para Él son todas las cosas. A Él sea la gloria para siempre.  
Amén. Romanos 11:36

Dedico este trabajo de tesis a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta aquí pordarme fuerza y sabiduría en todo momento. Sin Él nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres por su arduo trabajo para permitirme terminar mi licenciatura, jamás podré pagar tal esfuerzo.

En especial a ti mamá por ser mi fortaleza en todo momento, agradezco toda tu entrega para hacerme una persona de bien, sin ti jamás hubiera logrado llegar hasta donde ahora estoy, eres mi ejemplo a seguir en todo tiempo. Te amo mamá.

A mi familia y amigos por todo el apoyo que recibí, en los momentos más difíciles me tendieron la mano.

GERARDO GARCÍA CRUZ:

Quiero agradecer a mi padre y a mi madre por todo el sacrificio que hicieron durante el recorrido de mi carrera universitaria y los sacrificios que hicieron para que yo siguiera estudiando y por hoy poder terminar mi carrera con un proyecto de investigación que puede ayudar en el futuro.

Un agradecimiento especial a mi abuelo que, aunque no esté conmigo hoy en día fue una gran parte de mi vida. El me apoyo en todo momento durante mi crecimiento universitario, y me brindó todas las oportunidades que él pudo concederme para que hoy yo pueda terminar mi carrera y me hicieran una persona exitosa y con futuro prometedor como él esperaba para mí.



## Agradecimientos

---

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco consecutivamente a la División Académica de Ciencias Biológicas por brindarnos la oportunidad de ser alumnos de esta honorable institución y concluir nuestra licenciatura. Así mismo por permitirnos utilizar las diferentes áreas de la división para la realización de nuestras investigaciones, como el laboratorio de docencia y el Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos (CATRE)

Al Dr. José Ramón Laines Canepa por ser nuestro director de tesis y tomarnos en cuenta para la realización de este trabajo de investigación. Por su dedicación y guía en todo momento para el desarrollo y conclusión del mismo y su apoyo instructivo y moral para lograr la conclusión de este trabajo de tesis. Sin su apoyo no tendríamos los variados conocimientos con los que hoy contamos.

Al Maestro José Aurelio Sosa Olivier por ser parte de este trabajo de tesis como codirector, por brindarnos conocimientos en el laboratorio, por su persistencia en nuestras investigaciones, así mismo por permitirnos el acceso al área de CATRE y laboratorio para el desenvolvimiento de nuestros muestreos.



## Resumen

---

El sargazo es una macroalga marina parda del género *Sargassum*. A esta especie, se le puede ver flotando en la superficie del océano afectando el turismo de ciertas ciudades. Actualmente, las grandes cantidades de sargazo que arriban a las costas constituyen un problema ambiental, social y económico. El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de la degradación de mezclas de *Sargassum fluitans* y residuos orgánicos vegetales de una central de abasto a través de un proceso de compostaje y peletizado. Mezclas de sargazo con residuos de una central de abasto fueron compostados de la siguiente manera, sargazo natural + residuo orgánico vegetal, sargazo cribado + residuo orgánico vegetal y sargazo cribado y lavado + residuo orgánico vegetal. Los parámetros físico-químicos analizados durante el proceso de compostaje fueron, humedad, conductividad, pH, nitrógeno total, % de materia orgánica, % de carbono orgánico, % de sólidos volátiles, % de ceniza y la relación C/N. Las normas utilizadas para estos análisis fueron NMX-FF-109-SCFI- 2008, NOM-021-RECNAT-2000 y NMX-AA-67-1985. El proceso de compostaje de las mezclas antes mencionadas duró 125 días. Al término de estos días se observó una notable degradación. La materia orgánica, descendió en un 14% para la mezcla de sargazo natural + fracción orgánica vegetal de una central de abasto. La relación C/N fue de 38 en la mayoría de las mezclas inicialmente y al final esta relación fue en un rango de 26-28. El compostaje es un método viable para la transformación de la mezcla de sargazo con residuos orgánicos, de manera tal que el problema con la llegada atípica del sargazo a las costas podría resolverse mediante la degradación aerobia.

Palabras clave: sargazo, residuos orgánicos vegetales, composta, mezclas.



## Abstract

---

Sargassum is a brown seaweed of the genus Sargassum. This species can be seen floating on the surface of the ocean, affecting tourism in certain cities. Currently, the large quantities of sargassum that reach the coasts constitute an environmental, social and economic problem. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of the degradation of mixtures of Sargassum fluitans and organic vegetable waste from a central supply plant through a composting process. Mixtures of sargassum with waste from a central supply plant were composted as follows: natural sargassum + organic plant waste, screened sargassum + organic plant waste, and screened and washed sargassum + organic plant waste. The physicochemical parameters analyzed during the composting process were moisture, conductivity, pH, total nitrogen, % organic matter, % organic carbon, % volatile solids, % ash and the carbon/nitrogen ratio. The standards used for these analyses were NMX-FF-109-SCFI-2008, NOM-021-RECNAT-2000 and NMX-AA-67-1985. The composting process of the aforementioned mixtures lasted 125 days. At the end of these days a remarkable degradation was observed. The organic matter decreased by 14% for the mixture of natural sargassum + organic vegetable fraction from a central supply plant. The C/N ratio was 38 in most of the mixtures initially and at the end this ratio was in the range of 26-28. Composting is a viable method for the transformation of the mixture of sargassum with organic residues, so that the problem with the atypical arrival of sargassum to the coasts could be solved by aerobic degradation.

Keywords: sargassum, organic plant residues, compost, mixtures.



## 1. Introducción

---

Un efectivo compostaje a base de sargazo en combinación con residuos orgánicos vegetales puede proporcionar una mayor eficacia en su proceso.

Actualmente “La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés)” informa que el sector turístico de Trinidad y Tobago lucha contra la invasión de macroalgas, las que en algunas playas llegaron a medio metro y dejaron un hedor nauseabundo, mientras el gobierno se esfuerza por crear un sistema de alerta temprana que permita a los isleños tomar medidas defensivas (Fraser., 2017). En el año 2012 en la costa este de la provincia de Cienfuegos, región centro-sur de Cuba (Moreira y Alfonso, 2013) describen la ocurrencia de un excesivo arribamiento de *Sargassum fluitans* que tuvo su mayor impacto en el sector turístico ya que encontraron condiciones meteorológicas atípicas durante el arribazón del alga. En el caso de los residuos orgánicos vegetales, la FAO recomienda la actividad del compostaje que, a diferencia de los fertilizantes químicos, agrega materia orgánica y no lixivian sus minerales si las plantas no los utilizan de inmediato. El compostaje recicla los desperdicios, las hojas y los desechos de la cocina, transformándolos en alimento para el suelo. Mejora la estructura del suelo, haciéndolo más fácil de trabajar. Incrementa su capacidad para retener la humedad y el aire, reduce la posibilidad de erosión. Finalmente, las semillas germinan con mayor velocidad en un suelo compostado (FAO., 2015).

En el verano de 2013 en el Caribe Mexicano se reportó la llegada de cantidades atípicas de esta macroalga a las costas. Esto, continuó de forma esporádica durante los siguientes meses, hasta que a finales de 2014 y durante 2015, esta situación se volvió constante. En el año 2018 durante los meses de marzo, abril, mayo y junio, se presentó nuevamente la llegada de cientos de toneladas a diferentes playas de Quintana Roo. Este arribo masivo es ocasionado por múltiples factores como el aumento de nutrientes, de la temperatura del agua y de corrientes marinas y vientos (SEMARNAT., 2018). Una de las causas de este fenómeno ha sido planteada por la CONABIO, al explicar que se origina por el desprendimiento de agregaciones de esta especie en el “Mar de los Sargazos”, que es una región del océano Atlántico septentrional (SEMARNAT., 2018). (Vargas *et al.*, 2019) en su investigación narra la problemática sobre la pérdida de alimentos en una central de abastos en Colombia, por lo que evaluó el sistema de compostaje como alternativa de gestión ambiental, encontrando que es una alternativa viable ya que permite reducir la cantidad de residuos y aprovechar el contenido nutricional de la fracción orgánica, generando subproductos con alto valor agregado. A pesar de los avances en el proceso de compostaje poco se ha investigado sobre la eficacia de la degradación del sargazo mezclado con residuos orgánicos vegetales, ambos que por sus propiedades pueden aportar diversos nutrientes al producto obtenido durante el proceso.

Con los resultados obtenidos se obtuvo información sobre el aprovechamiento del sargazo, así como los residuos orgánicos vegetales desechados en gran magnitud por los diferentes centros de distribución que comúnmente lo disponen inadecuadamente generando contaminación.



## 2. Planteamiento de problema

---

La sobre generación excesiva del sargazo en las playas ha creado afectaciones en la fauna marina y la biodiversidad y se buscaba solucionar o compensar esta sobre generación utilizándola de una manera eficaz.

## 3. Objetivos

---

### 3.1. Objetivo general:

Evaluar la eficacia de la degradación de mezclas de *Sargassum fluitans* y residuos orgánicos vegetales de una central de abasto a través de un proceso de compostaje vs proceso peletizado, Además de comprobar y comprar la eficacia en el proceso de degradación del sargazo.

### 3.2. Objetivos específicos:

- Desarrollar diferentes mezclas de *Sargassum fluitans* + fracción orgánica vegetal
- Conocer los parámetros de calidad de las diferentes mezclas de sargazo + fracción orgánica vegetal
- Comparar compost natural vs compost peletizado durante su proceso de compostaje.



## 4. Antecedentes

---

El compostaje es un método adecuado para el tratamiento y valorización de residuos (Oviedo *et al.*, 2022), de igual forma sirve para el aprovechamiento de los residuos vegetales, ayudando a reducir y mejorar el suelo (Xie *et al.*, 2022).

### 4.1. Clasificación y uso de composta

El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir los residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico sólido en el contenido nutricional de la especie cultivada. Se utiliza frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura, jardinería, huerto y obra pública (Altamirano M., 2006).

### 4.2. Características esperadas en un compost ideal

Es importante que el compost tenga ciertas características, las más relevantes pueden ser las mencionadas a continuación.

#### 4.2.1. Propiedades físicas:

**Color:** El color de las muestras de compost que contiene materia orgánica debe ser de color oscuro.

**Humedad:** debe estar dentro del rango normal (30%-50%) (Altamirano M., 2006).

#### 4.2.2. Propiedades químicas:

**pH:** El compost orgánico debe tener un pH en un rango de 6-9. Altamirano M., (2006), obtuvo resultados de 7.10 y 6.90 en su compost, concluyendo en que el pH es neutro.

En etapa mesófila del compost el pH puede disminuir a 5.5 – 6.0 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad (Cruz *et al.*, 2016).

El análisis de Xie *et al.*, (2022) indica que, en el compost, el pH es uno de los principales factores impulsores de la composición de la comunidad microbiana. Concluyendo en que el suelo de campo complementado con abono mejora la diversidad bacteriana, alterando la estructura de la comunidad bacteriana, enriqueciendo los microorganismos beneficiosos.

**Nitrógeno (N):** para (Altamirano M., 2006) el nitrógeno que va de (0.64) a (1.09) entra en un rango normal aceptable.

Un 2% de nitrógeno presente en un compost es considerado óptimo (Cruz *et al.*, 2016)

#### 4.2.3. Propiedades biológicas

**Materia orgánica (M.O.):** Altamirano M., (2006), realizó 2 muestras de compost y en ellas tuvo resultados de M.O. en la muestra 1 fue de 14.90 y en la muestra 2 fue de 23.10 y concluye en que están dentro del rango normal.



#### 4.2.4. Otras propiedades

Soliva y López., (2004), nos dicen que siempre es difícil y muy subjetivo definir la calidad de un producto de compost porque está relacionada con la aptitud del mismo para ser utilizado. Los requerimientos de calidad deberían ir dirigidos a conseguir:

- Aspecto y olor aceptables
- Higienización correcta
- Muy bajo nivel de impurezas y contaminantes
- Nivel bueno de componentes agrónomicamente útiles
- Una cierta constancia de características

#### 4.3. Residuos orgánicos vegetales

Vargas *et al.*, 2019, con el objetivo de analizar la pérdida de alimentos en la central de abastos del municipio de Acacias, Colombia evaluaron el sistema de compostaje como alternativa de gestión ambiental. Realizó mediante el método de cuarteo la estimación de la cantidad y tipo de residuos desperdiciados, que posteriormente se sometió al proceso de compostaje donde evaluó la calidad del producto. Obteniendo los siguientes datos:

Tabla 1 Parámetros de muestra sobre residuos orgánicos vegetales.

Muestra	Parámetros				
	pH	M.O (%)	P (ppm)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)
<b>1</b>	5.8	32	144	2.30	5.0
<b>2</b>	5.4	22	100	0.70	2.6
<b>3</b>	5.5	28	114	0.80	4.0
<b>Promedio</b>	5.6	27	119	1.26	3.90
<b>Calificación</b>	Alto	Medio	Alto	Alto	Medio

Vargas *et al.*, 2019

Concluyendo en que los residuos orgánicos son un problema ambiental que requiere de alternativas como el compostaje, que permite reducir la cantidad y aprovechar el contenido nutricional de la fracción orgánica, generando subproductos con alto valor agregado.

#### 4.4. Sargazo

Sargassum fluitans y Sargassum natans son macroalgas pardas holopelágicas color marrón que se pueden agregar para formar extensas masas flotantes en la superficie del Atlántico Norte (Mar de los Sargazos) (Moreira y Alfonso., 2013).



#### 4.4.1. Distribución e importancia

Desde finales de 2014, la costa del Caribe mexicano ha recibido periódicamente afluencias masivas y atípicas de *sargazo* (Chávez *et al.*, 2020).

Torres y Martínez., (2020), afirman en su estudio que las playas con forma lineal reportan mayor biomasa de arribazón de sargazo que las de forma de herradura. La llegada de la macroalga en cantidades anormales puede depender de las velocidades del viento, estas superiores a los 35 km/h y alturas de olas mayores a 1.5 m.

El crecimiento excesivo de sargazo y las afluencias atípicas en las costas del Caribe son un grave problema, México cuenta con numerosas y valiosas alternativas para la solución del problema, sin embargo, varias cuestiones impiden avances efectivos para lograr un manejo integral de las macroalgas (Rosellón *et al.*, 2022).

##### 4.4.1.1. Características del *Sargassum spp.*

Rodríguez *et al.*, (2020), encontraron en el *Sargassum spp.* (sargazo) recuperado en el Mar Caribe Mexicano que los tejidos de sargazo contenían concentraciones detectables de Al, As, Ca, Cl, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Th, U, V y Zn. La concentración de elementos en el sargazo varió en escalas espaciales y temporales, lo que probablemente dependió de la trayectoria previa de las masas pelágicas, y si estas habían (o no) pasado por áreas contaminadas.

Trejo *et al.*, (2018), consideraron que las especies de algas marinas se pueden utilizar como fertilizantes ya que contienen cantidades de nitrógeno y potasio comparables al estiércol animal y los fertilizantes orgánicos, pero con un bajo contenido de fósforo.

López (2014), realizó una investigación con el objetivo de caracterizar la fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático, en el proceso de compostaje. Investigación que tuvo dos fases, una de caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático, seguido del uso de estos elementos orgánicos en el proceso elaboración de compost. Los resultados más relevantes en la investigación fue la determinación de que las algas de agua dulce y los helechos acuáticos son ricos en macro y micronutrientes como nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc en cantidades aceptables para poder ser utilizados como abonos orgánicos. Al elaborar compost con la adición de algas de agua dulce y del helecho acuático, se determinó que la combinación de estas dos especies produce una buena materia orgánica de compost, ya que presentan parámetros adecuados como pH neutro, mayor peso en kilogramos al momento de la cosecha y costos de producción con un beneficio costo que permite recuperar la inversión.

Las macroalgas son un recurso renovable abundante y neutro en carbono (Borines *et al.*, 2013).

Ramachandran *et al.*, (2019), después de precompostear por 15 días, *Halimeda gracilis*, *Gracilaria corticata*, *Sargassum wightii* y *Sargassum swartzii* enriquecieron con estiércol de vaca (1: 1) y vermicompostaron con *Perionyx excavatus* durante 60 días. Encontraron, que el pH en la vermicompost mostró una reducción insignificante, mientras que la conductividad eléctrica mostró una mejora significativa ( $P < 0.05$ ). Señalaron, que la



reducción de carbono orgánico en vermicomposts osciló entre el 37,78 y el 50,97% con respecto a los composts sin trabajar con lombrices. El contenido total de nitrógeno-fosforo-potasio (NPK) encontrado tuvo un incremento significativo entre el 26.72 al 78.17% en el vermicompost sobre los abonos sin trabajar con lombrices. La población microbiana total en la vermicomposts fue significativamente mayor que la de los composts iniciales y de todas las combinaciones de algas marinas + estiércol de vaca ( $P < 0,001$ ). El crecimiento y reproducción de *Perionyx excavatus* en combinaciones de algas marinas + estiércol de vaca mostró tasas equivalentes o más altas en comparación con el estiércol de vaca, lo que significa que *Perionyx excavatus* es muy adecuado para convertir combinaciones de algas y estiércol de vaca en vermicompost rico en nutrientes.

#### 4.4.1.2. Usos

Rodríguez *et al.*, (2020), realizaron un estudio donde plantea el uso de algas marinas (sargazo) y de desechos orgánicos como materia prima (biomasa), para la producción de biogás. El proyecto se divide en dos fases: la primera, que se enfoca en la producción de combustible a partir del sargazo y otros desechos sólidos, para convertirlos en biogás; y la segunda, que se ocupa de transformar el biogás para producir energía limpia y productos útiles adicionales. En la primera fase se recolectan desechos orgánicos domésticos, animales y marinos, entre los que se incluyen: Algas marinas (sargazo), estiércol de vaca, ave, cerdo y cabra, entre otros. Desperdicios domésticos orgánicos y alimenticios, grasas y pulpas de la industria alimentaria. El experimento consiste de cinco biodigestores, en ellos probaron diferentes mezclas de sargazo y desechos orgánicos, hasta encontrar la que permita obtener mejor rendimiento de producción de biogás. Para eso, se necesita activar cada uno de los biodigestores con 100 litros de agua y de estiércol mezclados (vaca, cerdo, caballo, cabra, oveja). El tiempo de activación depende de la descomposición que realizan las bacterias. Una vez se establece la biodigestión anaeróbica, inicia la producción de biogás y se comprueba con el encendido de llama inflamable en la estufa que viene con el sistema biodigestor compacto 2.0. Se realizaron promedios de las mediciones semanales en cada biodigestor, para verificar el comportamiento de las combinaciones de sargazo y estiércol; además, se mantuvo una temperatura de entre 32°C y 35°C, con un pH que oscila entre 7.5 y 7.8.

Sariñana *et al.*, (2021), utilizaron extractos de *Sargassum spp* para el crecimiento y antioxidantes de plántulas de tomate, la aplicación de extractos de *sargassum spp* es una alternativa prometedora para mejorar las características agronómicas y antioxidantes del cultivo de tomate.

Herrera (2015), con el objetivo de caracterizar física y químicamente algas pardas de Sargazo (*Sargassum spp.*) para su uso como sustrato agrícola, durante 45 días evaluó características de calidad de esta especie, realizando mezclas de sargazo lavado + tezontle (roca roja volcánica). En su investigación encontró que este material (*Sargassum spp*) posee potencial para ser usado como sustrato germinador agrícola, ya que su mezcla de sargazo con tezontle obtuvo un pH ligeramente alcalino en todas sus mezclas, de igual forma un C.E. favorable. Sin embargo, sus características químicas limitan su uso para plantas poco tolerantes y/o resistentes a altas concentraciones de Na, Pb y otros elementos, ya que los efectos de estos se reflejan en una producción menor de biomasa, causada por toxicidad debida a Na y Pb cuando son germinadas y crecidas sobre sargazo.



Herrera (2015), recomienda limitar el uso de sargazo como sustrato a especies tolerantes y resistentes, también deberá determinarse el contenido de metales pesados como Pb y Cr en cada recolección de sargazo pues esta especie absorbe metales pesados del ambiente donde se desarrolla y si el contenido de estos metales supera las concentraciones de 40 y 37 ppm que son las permitidas por la NOM-147- SEMARNAT/SSA1-2004, únicamente podrán emplearse para germinar especies forestales u ornamentales cuya finalidad no sea el consumo como alimento humano o animal.

## **5. Materiales y Método**

### **5.1. Área de estudio**

El proceso de compostaje se efectuó en el periodo de verano-invierno del 2021 durante 6 meses en la división académica de ciencias biológicas (DACBIOL) perteneciente a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, que se localiza en las coordenadas geográficas 17°59'52" y 17°59'17" latitud norte y 92°58'23" y 92°58'37" latitud oeste. La DACBIOL, se ubica al oeste de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, a un costado de la carretera Federal No. 180 (costera del Golfo), Villahermosa-Coatzacoalcos Km 0.5. En el entronque con la carretera a Bosques de Saloya, en la ranchería Emiliano Zapata, del municipio de Nacajuca, Tabasco (Pérez Ramírez et al., 2015). El *Sargassum fluitans* proviene de las playas de Puerto Morelos Quintana Roo. La Fracción orgánica vegetal se obtuvo en la central de abasto (FOVCA) del municipio de Centro, Tabasco.

### **5.2. Equipos**

- Balanza analítica
- Estufa de circulación forzada de aire y temperatura controlada
- Desecadores
- Molino pulverizador de granos
- Medidores de pH equipados con electrodos de vidrio en combinación con electrodos de referencia
- Mufla para la determinación de materia orgánica, carbono orgánico, cenizas
- Aparato de digestión micro Kjeldahl para la determinación de nitrógeno total
- Destilado de arrastre de vapor
- Molino procesador de peletizado

### **5.3. Método**

#### **5.3.1. Acondicionamiento del sargazo**

El sargazo fue acondicionado en 3 formas diferentes, 1) Sargazo natural (SN), que contiene conchas, sales y arenas, como se encuentran en el océano. 2) Sargazo cribado (SC), obtenido después de un proceso de eliminación de sales, arenas, conchas, entre otros compuestos ajenos al alga que puede tener naturalmente a través de una malla número 10. 3) Sargazo cribado y lavado (SCL), mediante un proceso de eliminación de todas las partículas ajenas al compuesto orgánico en una malla de cribado número 10, y lavado con agua hasta que el agua de lavado fuera transparente.



### **5.3.2. Preparación de la fracción orgánica vegetal**

La composta se realizó por separado antes del mezclado con el sargazo. La fracción orgánica vegetal de una central de abasto (FOVCA) se colocó en 3 contenedores de 50 L (contenedores partidos horizontalmente a la mitad). Se dejó descomponer por 15 días antes de mezclarlo con el sargazo. Después de 3 días, se pudo ver la descomposición, la presencia de lixiviados, un cambio de coloración y olor.

### **5.3.3. Preparación de mezcla de sargazo + fracción orgánica vegetal**

Se realizaron tres mezclas, 1) Sargazo natural + Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SN-FOVCA), 2) Sargazo cribado + Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SC-FOVCA), 3) Sargazo cribado y lavado + Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SCL-FOVCA).

Cada contenedor tuvo una mezcla de 30 kg de la composta preparada con la fracción orgánica vegetal de la central de abasto, y 5-7 kg de la macroalga sargazo en las diferentes presentaciones (SN, SC, SCL).

### **5.4. Preparación de muestra para análisis de laboratorio**

Para la preparación de las muestras se recolectaron porciones de 50 g.

Las porciones se dejaron en una estufa de circulación controlada a 105 °C durante 24 horas para la eliminación de humedad que puedan contener las muestras. Una vez secadas las muestras se procedió a procesarlas en un molino pulverizador de granos.

El material pulverizado tuvo partículas menores a los 500 micrómetros, que es el tamaño de partícula necesario para el análisis de nitrógeno y las demás pruebas a realizar (GÓMEZ, 2008).

### **5.5. Análisis**

En el estudio se analizó el pH, el contenido de humedad, la conductividad eléctrica, el nitrógeno total, la materia orgánica, carbón orgánico total, cenizas, sólidos volátiles y relación C/N.

#### **5.5.1. pH**

Se usó el método electrométrico para la determinación de pH en muestras de una solución de agua en composta y lombricomposta (GÓMEZ, 2008). Se pesaron 10 g de la muestra en un frasco, se adicionaron 50 ml de agua destilada y se mezclaron durante 20 minutos, dejándose reposar 10 minutos, después se introdujo el electrodo en la suspensión y se registró la lectura una vez estabilizada la solución.

#### **5.5.2. Humedad**

Para la determinación de humedad se usó el método gravimétrico en composta y lombricomposta (GÓMEZ, 2008). La determinación de la masa de agua se realizó por la diferencia de peso del material húmedo con respecto al material seco. Las muestras se secaron en un horno a temperatura de 105 °C durante 24 horas, las diferencias de pesos de las muestras después del secado fueron el contenido de humedad.



### 5.5.3. Conductividad eléctrica

Para la determinación de conductividad eléctrica se usó el método electrométrico usado también en el de pH (GÓMEZ, 2008). En la misma mezcla de humus de lombriz-agua usado para la determinación del pH se introdujo el conductímetro y se registró la lectura una vez estabilizada.

### 5.5.4. Nitrógeno total

El contenido de nitrógeno total en el suelo se determinó mediante el método de KJELDAHL.

#### 5.5.4.1. Digestión

Se mezcló 0.1 g de cada muestra en un matraz micro-Kjeldahl con 1.1 g de catalizador  $K_2SO_4$ , y 3 ml de ácido sulfúrico y se colocó en una parrilla de digestión a temperatura baja y se aumentó la temperatura gradualmente hasta 300 °C, hasta que la muestra obtuvo un color azul verdoso y se mantuvo calentado por 1 hora para concluir la digestión.

#### 5.5.4.2. Destilación

Se dejó enfriar las muestras y se transfirió el líquido a la cámara de destilación, se agregaron cuidadosamente 10 ml de NaOH al 40% de modo que la sustancia se deposite en el fondo de la cámara de destilación, en la parte inferior del destilador se colocó un matraz Erlenmeyer con un contenido de 10 ml de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), se encendió el conector de flujo de vapor y se dejó destilar hasta que el matraz Erlenmeyer alcanzó el volumen de 50 ml y que obtuvo un color azul o verde.

#### 5.5.4.3. Titulación

En el proceso de titulación se usó una micro bureta de 10 ml con graduaciones de 0.01 ml con ácido sulfúrico al 0.05 N, en el matraz Erlenmeyer que contenía el líquido destilado, se agregó lentamente el ácido sulfúrico sin dejar de agitar el matraz hasta que tuvo un cambio de coloración a rosa en el destilado, lo que indica el fin de la titulación.

#### 5.5.4.4. Cálculos

En los cálculos se usó la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de nitrógeno total en las muestras.

$$\%N = \frac{(vm - vb)(N)(14)}{(P)(10)}$$



### 5.5.5. Cenizas, materia orgánica, carbono orgánico total y sólidos volátiles

Para la determinación de cenizas, materia orgánica, carbono orgánico y sólidos volátiles se usó el método en composta y lombricomposta por medio de calcinación.

Se pesó 1 g de muestras previamente secadas y molidas y se colocó en un crisol de porcelana, se introdujo el crisol con la muestra en una mufla calentada poco a poco hasta que llegó a los 550 °C y se dejó por dos horas. Después de las dos horas, la muestra se pasó a una estufa de circulación controlada para reducir su temperatura por 20 minutos, después se colocó en el desecador para dejarlo enfriar por completo y poder pesarlo.

Para el cálculo de la ceniza se usó la siguiente fórmula.

$$CENIZAS_{(\%)} = \frac{(PCC - PC)}{MUESTRA(g)} * 100$$

Donde:

PCC=es el peso del crisol con cenizas

PC =es el peso del crisol

100 =es para referirlo a porcentaje

Para el cálculo de materia orgánica se usó la siguiente fórmula.

$$\%MO = 100\% - (CENIZAS_{(\%)})$$

Para el cálculo de carbono orgánico total se usó la siguiente fórmula.

$$CO_{\%} = \frac{\%MO}{1.724}$$

Donde:

CO% = es el porcentaje de carbono orgánico.

%MO= es la materia orgánica calculada a partir del % de cenizas.

1.724= es el factor Van Benmelen.

### 5.5.6. Relación carbono/nitrógeno

Para la relación C/N se utilizaron los datos obtenidos anteriormente en la determinación de carbono orgánico total y nitrógeno total. Se utilizó la siguiente fórmula para calcular la relación.

$$\left(\frac{C}{N}\right) = \left(\frac{\%C.O}{\%N}\right)$$

Dónde:

%N = % Nitrógeno total obtenido.

%C.O= % Carbono orgánico obtenido

C/N= Relación Carbono/Nitrógeno



## 5.6. Preparación de mezclas de peletizado

### 5.6.1. Mezcla de compost iniciales

Las tres diferentes mezclas, 1) Sargazo natural-Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SN-FOVCA), 2) Sargazo cribado- Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SC-FOVCA), 3) Sargazo cribado y lavado- Fracción orgánica vegetal de la central de abasto (SCL-FOVCA), se dejaron compostar por un periodo de 1-50 días, recolectando muestras periódicamente y analizando los parámetros químicos de cada una de las tres mezclas.

### 5.6.2. Preparación de mezclas de composta a mezclas peletizadas

Para la preparación de las mezclas peletizadas se usó cada una de las tres mezclas de FOVCA-sargazo que llevaban 50 días de compostajes, se usó la mitad de cada una de la mezcla para transformarla en pellet utilizando un molino procesador de pellet. Una vez peletizada cada mezcla se obtuvieron 6 tipos de mezclas en 6 contenedores diferentes de la siguiente forma; 1) SN-FOVCA; 2) PELLET SN-FOVCA; 3) SC- FOVCA 4) PELLET SC-FOVCA; 2); 5) SCL-FOVCA; 6) PELLET SCL-FOVCA.

### 5.6.3. Comparación de las mezclas sin peletizar y mezclas peletizadas

En un periodo de 50-125 días se continuó con el muestreo de las tres diferentes mezclas de sargazo iniciales sin peletizar además de las 3 mezclas peletizadas, para notar los diferentes cambios en las características físicas y químicas, y comparar la efectividad entre una composta natural vs una composta peletizada.

## 6. Resultados y Discusión

### 6.1. Análisis iniciales de los tipos de sargazo

Los análisis preliminares de seguimiento y relativos al sustrato para SN, SC, SCL y de la composta inicial se observan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 2 Análisis preliminares

	PH	CE ds/m	Humedad %	NT %	MO%	COT%	SV%	Cenizas %	REL C/N
<b>Sargazo Natural (Sn)</b>	7.37	10.55	16.82	0.96	72.03	41.78	59.88	27.97	43.77
<b>Sargazo Cribado (Sc)</b>	6.96	11.20	15.93	0.87	74.17	43.02	60.01	25.83	50.04
<b>Sargazo Cribado-Lavado (Scl)</b>	7.18	3.15	38.96	1.00	84.68	49.12	79.08	15.32	49.39
<b>Composta Inicial</b>	7.00	3.74	40.83	1.94	65.79	38.16	64.22	34.21	19.68

Nota: Análisis realizados a las muestras de sargazo.



Se observó que el pH de las diferentes presentaciones de sargazo se encuentra en un rango de valores de pH neutros (6.9 a 7.37). De acuerdo a López, (2014), mientras el pH se encuentre en valores neutros, es apto para una buena formación de compuestos húmicos.

La humedad que presentan el sargazo natural y sargazo cribado está por debajo de la humedad en el sargazo cribado-lavado, esto debido a que durante el proceso de lavado tuvo una absorción extra de H<sub>2</sub>O.

Los niveles de nitrógeno se encuentran igual o menor que al 1% y con un contenido de carbono orgánico entre un 40-50% en las tres presentaciones de sargazo, lo que resulta en una relación a C/N superior a 40, e indica una baja disponibilidad de nitrógeno y alta disponibilidad de carbono orgánico (Román et al., 2013), la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso debido a que el nitrógeno tiene poca disponibilidad para la síntesis proteica de los microorganismo (Moreno y Moral, 2008).

#### **6.1.1. Análisis inicial de la composta**

La composta durante los análisis preliminares presentó niveles de pH neutros con valor de 7, pH adecuado para el inicio del compostaje, así como una humedad del 40% que entra en los niveles adecuados según Altamirano, (2006).

La cantidad de nitrógeno fue menor al 2% de acuerdo a Cruz et al., (2016) es un porcentaje óptimo presente en el compost. Por otra parte, el carbono orgánico fue menor al 40%. El nivel de la relación C/N, fue de 20, esta relación baja permite que el compostaje se lleve a cabo con mayor rapidez (Moreno y Moral, 2008).

### **6.2. Análisis de las mezclas de sargazo**

#### **6.2.1. Análisis de la mezcla SN-FOVCA**

Los parámetros analizados de la mezcla de sargazo natural (SN) con la fracción orgánica vegetal (FOVCA) abarcaron un periodo de 1-125 días en proceso de compostaje, como se observa en la Tabla 2. En la mezcla SN-FOVCA, se observan que los niveles de pH aumentaron de 6.2 a 7.8 a largo de 85 días, lo que indicó que en el proceso aumentó por la presencia de amoníaco desprendido de la descomposición de las proteínas e indica que en este rango se produce la mayor actividad bacteriana, de acuerdo a Xie et al ., (2022), el pH es uno de los principales factores impulsores de la composición de la comunidad microbiana, lo que es buena señal para obtener un compost enriquecido de microorganismos beneficiosos. Para el día 125, el pH disminuyó a 6.4, valor que se encuentra en el rango óptimo entre 5.8 a 7.2 (Román et al., 2013). La humedad inicialmente comenzó por debajo del nivel óptimo (45%-60%) de acuerdo al rango establecido por Román et al., (2013), lo que indicaba falta de humedad y se corrigió agregando agua hasta alcanzar el rango deseado. • La cantidad de nitrógeno y carbono orgánico van aumentando lentamente durante el proceso de degradación durante los primeros 21 días, sin embargo, el aumento del carbono



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



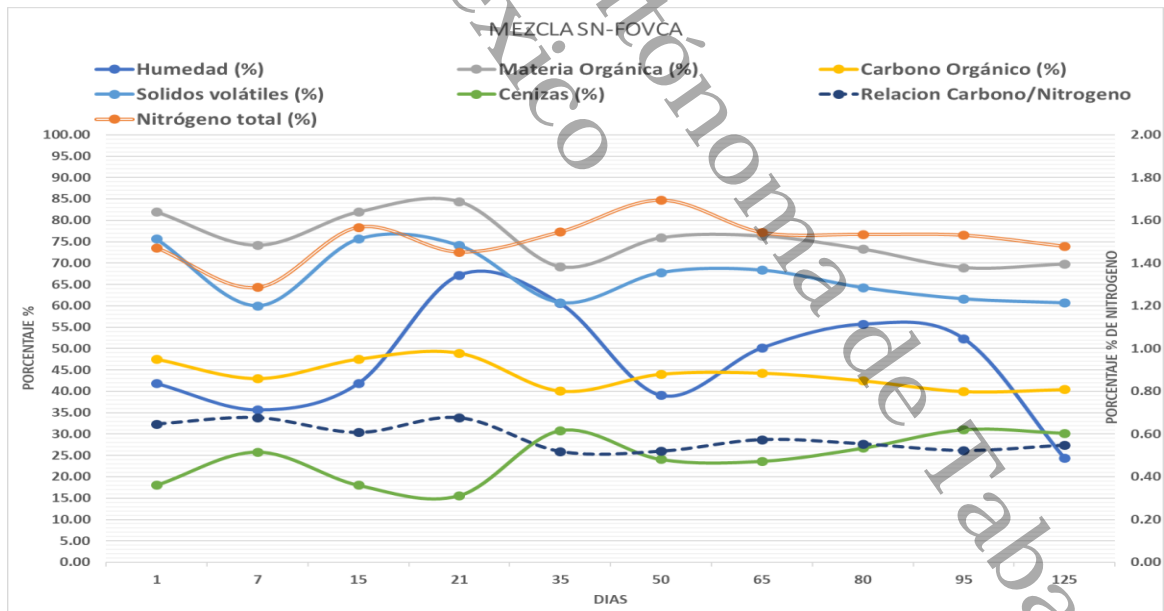
es más lento que el nitrógeno lo que hace que la relación C/N vaya disminuyendo lentamente, se puede observar mejor en la Gráfica 1 en la línea punteada, después de los 35 días de degradación se alcanza el estado óptimo de relación C/N y los microorganismos cumplen su tarea de transformación.

Tabla 3 Análisis de mezcla de SN-FOVCA

MEZCLA SN-FOVCA									
DIA	PH	CE ds/m	Humedad %	NT %	MO%	COT%	SV%	Cenizas%	REL C/N
<b>1</b>	6.20	5.23	41.83	1.47	81.94	47.52	75.65	18.06	32.34
<b>7</b>	6.28	3.67	15.93	1.29	74.17	43.02	60.01	25.83	33.81
<b>15</b>	6.30	5.23	41.83	1.57	81.94	47.52	75.65	18.06	30.38
<b>21</b>	7.47	3.93	67.13	1.45	84.37	48.94	74.16	15.63	33.79
<b>35</b>	7.60	3.07	60.56	1.55	69.17	40.12	60.76	30.83	25.97
<b>50</b>	7.77	4.21	39.06	1.69	75.91	44.03	67.81	24.09	26.01
<b>65</b>	7.81	4.23	50.14	1.54	76.34	44.28	68.38	23.66	28.71
<b>80</b>	7.84	4.25	55.69	1.53	73.27	42.50	64.27	26.73	27.72
<b>95</b>	6.72	3.93	52.36	1.53	68.94	39.99	61.63	31.06	26.18
<b>125</b>	6.40	3.86	24.43	1.48	69.76	40.46	60.69	30.24	27.43

Nota: En la tabla superior se muestran los resultados de los análisis realizados a la mezcla de sargazo en su estado natural más fracción orgánica vegetal de una central de abasto.

Gráfica 1 MEZCLA SN-FOVCA



Nota: En la gráfica superior se muestran los resultados de los análisis realizados a la mezcla de sargazo en su estado natural más fracción orgánica vegetal de una central de abasto.



### 6.2.2. Análisis de la mezcla SC-FOVCA

Los parámetros analizados de la mezcla de sargazo cribado (SC) con la fracción orgánica vegetal (FOVCA). En la Tabla 3 se muestran que los niveles de pH aumentan por el proceso de descomposición, manteniendo un nivel óptimo entre 5.2 y 8 para el compostaje de acuerdo a López, (2014). La humedad inicialmente era insuficiente para la actividad microbiana y se corrigió proporcionando agua al material y añadiendo material con mayor contenido de agua.

Los niveles de nitrógenos aumentan lentamente hasta mantener una estabilidad alrededor de 1.6, mientras que los niveles de carbono orgánico presentes van disminuyendo lo que favorecen la relación C/N. Inicialmente la relación C/N oscila alrededor de 38 lo que indica que existe una gran cantidad de materiales ricos en carbono lo que provoca que el proceso de degradación sea más lento, después de los 35 días de degradación se alcanza el estado óptimo de relación C/N (Román et al., 2013).

*Tabla 4 Análisis de mezcla de SC-FOVCA*

MEZCLA SC-FOVCA									
DIA	PH	CE ds/m	Humedad %	NT %	MO%	COT%	SV%	Cenizas%	REL C/N
1	6.23	11.19	38.51	1.20	77.22	44.79	73.38	22.78	37.58
7	6.24	3.15	38.96	1.27	84.68	49.12	79.08	15.32	38.69
15	6.24	7.31	38.51	1.31	77.22	44.79	73.38	22.78	34.34
21	7.59	2.97	77.40	1.19	79.44	46.07	68.31	20.56	38.92
35	7.49	3.00	72.88	1.41	70.62	40.96	63.14	29.38	29.06
50	7.84	5.51	35.58	1.63	74.01	42.93	65.52	25.99	26.33
65	7.88	5.54	47.29	1.65	74.48	43.20	66.12	25.52	26.24
80	7.91	5.56	53.16	1.68	71.17	41.28	61.73	28.83	24.55
95	7.18	1.54	55.69	1.61	73.27	42.50	64.27	26.73	26.45
125	6.83	1.51	41.78	1.55	71.63	41.55	64.10	28.37	26.75

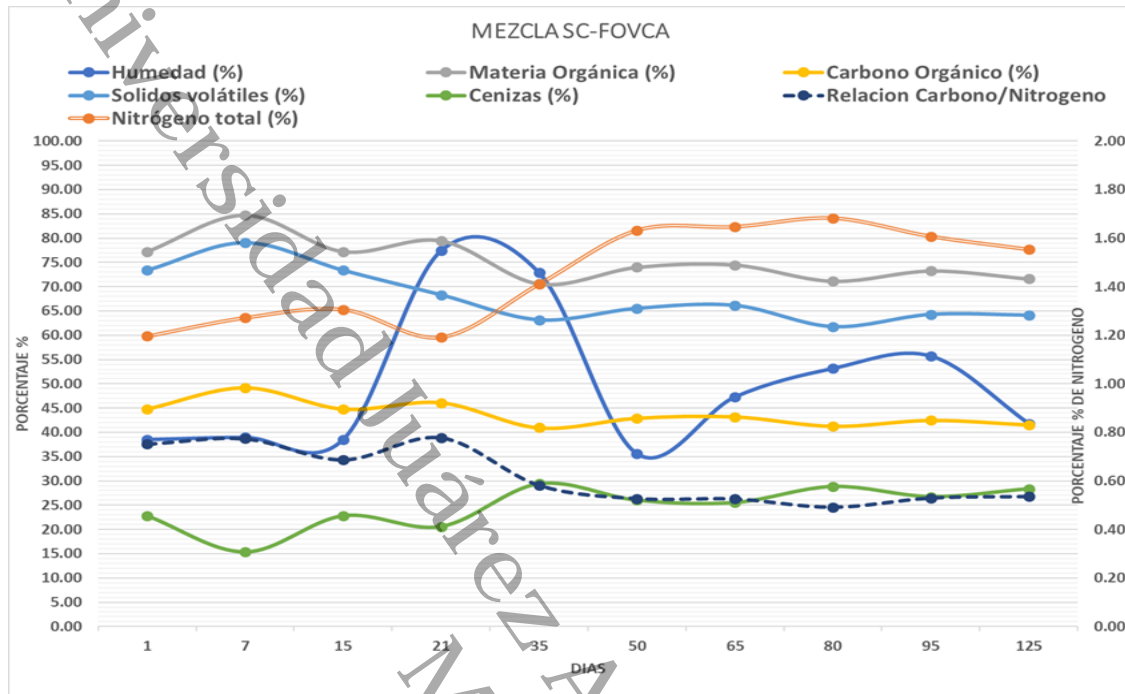
Nota: En la tabla superior se muestran los resultados de los análisis realizados a la mezcla de sargazo cribado más fracción orgánica vegetal de una central de abasto.



# COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Gráfica 2 MEZCLA SC-FOVCA



Nota: En la gráfica superior se muestran los resultados de los análisis realizados a la mezcla de sargazo cribado más fracción orgánica vegetal de una central de abasto.



### 6.2.3. Análisis de la mezcla SCL-FOVCA

Los parámetros analizados de la mezcla de sargazo cribado (SC) con la fracción orgánica vegetal (FOVCA). En la Tabla 4, se muestran que los niveles de pH aumentan de 6 hasta 8 por la liberación de amoníaco durante el proceso de descomposición de las proteínas, además de favorecer el estado óptimo más cercano a 7 para la actividad microbiana.

La humedad durante los 65 días llega a un rango entre 45-60% que favorece la actividad microbiana. Durante el proceso, la cantidad de nitrógeno oscila alrededor de 1.6 y 1.7 % durante los 125 días de proceso de compostaje, mientras que la cantidad de carbono orgánico disminuye ligeramente y favorece la relación C/N descendiendo de 35 a un 25 manteniendo se en el rango óptimo de compostaje.

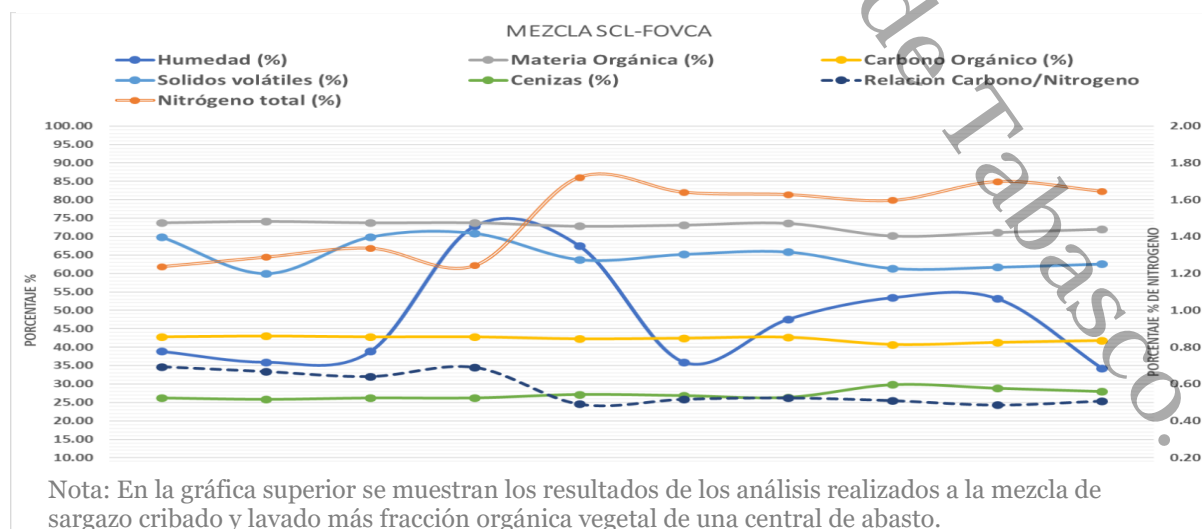
En la Grafica 3 se pueden observar mejor todos los análisis, además de observar su comportamiento a lo largo del proceso de compostaje durante los 125 días.

Tabla 5 Análisis de mezcla de SCL-FOVCA

MEZCLA SCL-FOVCA									
DIA	PH	CE ds/m	Humedad %	NT %	MO%	COT%	SV%	Cenizas%	REL C/N
1	6.00	6.53	38.86	1.24	73.79	42.80	69.89	26.21	34.69
7	6.31	3.98	35.93	1.29	74.17	43.02	60.01	25.83	33.38
15	6.46	6.53	38.86	1.34	73.79	42.80	69.89	26.21	32.04
21	7.49	4.75	72.86	1.24	73.79	42.80	70.86	26.21	34.50
35	7.41	2.97	67.44	1.72	72.84	42.25	63.77	27.16	24.55
50	7.89	4.14	35.95	1.64	73.16	42.43	65.21	26.84	25.87
65	7.93	4.17	47.59	1.63	73.62	42.70	65.83	26.38	26.23
80	7.96	4.18	53.43	1.60	70.19	40.71	61.39	29.81	25.49
95	7.07	4.10	53.16	1.70	71.17	41.28	61.73	28.83	24.31
125	6.73	4.02	34.32	1.65	72.05	41.79	62.59	27.95	25.38

Nota: En la tabla superior se muestran los resultados de los análisis realizados a la mezcla de sargazo cribado y lavado más fracción orgánica vegetal de una central de abasto.

Gráfica 3 MEZCLA SCL-FOVCA





### 6.3. Análisis de las mezclas peletizadas

En la siguiente Tabla 5, se encuentran agrupado los análisis de las diferentes mezclas de sargazo con FOVCA en modo de pellets, en las primeras 5 filas podemos observar los Análisis químicos de las tres mezclas de sargazo con FOVCA peletizado, del día 50-125 comparados con la mezcla original.

Podemos observar que los niveles de pH óptimos de las tres diferentes mezclas peletizada oscilan alrededor de 7-8, la humedad se encuentra del rango óptimo para la actividad microbiana e las tres mezclas, los niveles de nitrógeno total se mantienen en promedio de 1.5-1.6%, La relación C/N de la composta en las tres mezclas se encuentra por debajo de 30 dentro del límite máximo del rango óptimo durante el periodo de maduración de la composta, lo que demuestra que el nitrógeno se encuentra disponible para las plantas (Aguayo1, 2005).

*Tabla 6 Análisis de muestras peletizadas*

<b>PELLET MEZCLA SN-FOVCA</b>									
<b>DIA</b>	<b>PH</b>	<b>CE ds/m</b>	<b>Humedad %</b>	<b>NT %</b>	<b>MO%</b>	<b>COT%</b>	<b>SV%</b>	<b>Cenizas%</b>	<b>REL C/N</b>
<b>50</b>	7.35	4.21	40.43	1.62	75.3	43.67	67.52	24.71	26.99
<b>65</b>	7.39	4.23	51.26	1.57	75.7	43.91	68.09	24.29	28.06
<b>80</b>	7.42	4.25	54.67	1.6	72.6	42.09	63.95	27.44	26.29
<b>95</b>	7.5	3.93	53.77	1.56	70.6	40.95	61.38	29.4	26.18
<b>125</b>	7.15	3.86	26.36	1.51	69.9	40.52	61.44	30.14	26.81
<b>PELLET MEZCLA SC-FOVCA</b>									
<b>50</b>	7.84	3.76	37.03	1.53	74.2	43.06	67.75	25.76	28.33
<b>65</b>	7.88	3.78	48.48	1.37	74.7	43.31	68.32	25.32	31.78
<b>80</b>	7.86	3.79	52.08	1.64	71.4	41.41	64.22	28.61	25.34
<b>95</b>	7.74	3.93	54.67	1.58	72.6	42.09	63.95	27.44	26.58
<b>125</b>	7.37	3.86	39.91	1.54	70.8	41.09	62.72	29.16	26.75
<b>PELLET MEZCLA SC-FOVCA</b>									
<b>50</b>	7.85	4.02	37.39	1.37	72	41.77	65.42	27.99	30.51
<b>65</b>	7.89	4.04	48.77	1.32	72.5	42.05	66.03	27.49	31.95
<b>80</b>	7.87	4.05	52.36	1.56	68.9	39.99	61.63	31.06	25.64
<b>95</b>	7.69	3.83	52.08	1.56	71.4	41.41	64.22	28.61	26.66
<b>125</b>	7.32	3.76	27.4	1.51	73.1	42.39	65.67	26.92	28.18

Nota: En la tabla superior se tiene los resultados de los análisis realizados a las diferentes mezclas de sargazo más el proceso de peletizado en cada una de las muestras.



#### 6.4. Comparación de humedad en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas

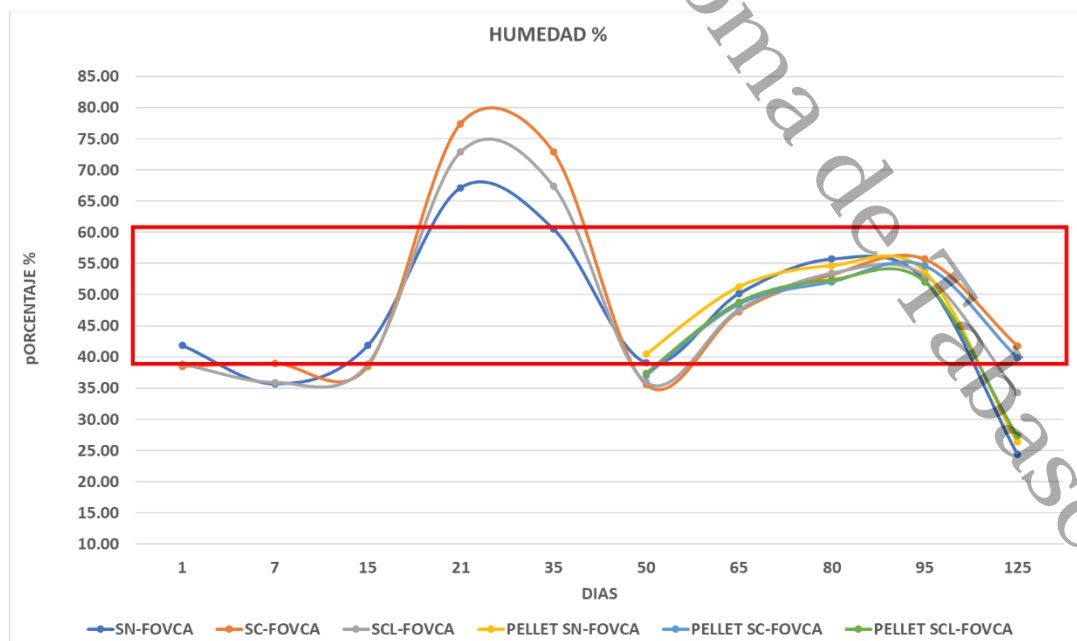
En la Gráfica 4 de humedad, se observa el cambio de humedad de las 3 diferentes mezclas de sargazo con las fracciones orgánicas (SN-FOVCA, SC-FOVCA, SCL-FOVCA), en su forma natural durante un periodo de 1-125 días, vs las 3 mezclas de sargazo con las fracciones orgánicas en forma peletizadas (PELLET SN-FOVCA, PELLET SC-FOVCA, PELLET SCL-FOVCA), en el periodo inicial de 50-125 días.

Inicialmente, se observa que al día 1 las tres mezclas naturales empiezan con una humedad de 40%, a partir del día 15 la humedad aumenta, para que el día 21 tuvieran el mayor nivel de humedad, con un 65% para SN-FOVCA, un 73% para SC-FOVCA, y el más alto fue de casi 80% para el de SCL-FOVCA, esto representó un problema por el alto nivel de humedad que pudo ser provocado por las lluvias en ese periodo, se solucionó el alto nivel de humedad que representaba a la composta adicionando material seco y mezclándola (Gómez, 2008).

A partir del día 50 se evaluaron las 6 mezclas, todas mantuvieron una humedad entre 35-45% , aunque la mezclas peletizadas tenían más humedad que su contra parte sin peletizar esto debido al proceso de compresión que llevaron las mezclas peletizadas.

A final del periodo todas las mezclas mantuvieron un nivel de humedad entre 40-60 % que es el rango óptimo, aunque este nivel puede variar en base al material que se use durante el compostaje. En la Gráfica 4 se puede observar un recuadro rojo que indica el rango óptimo de humedad que debe contener una composta según Gómez., (2006).

Gráfica 4 HUMEDAD



Nota: Rango optimo según Barrena Gómez, 2006



### 6.5. Comparación de materia orgánica en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas.

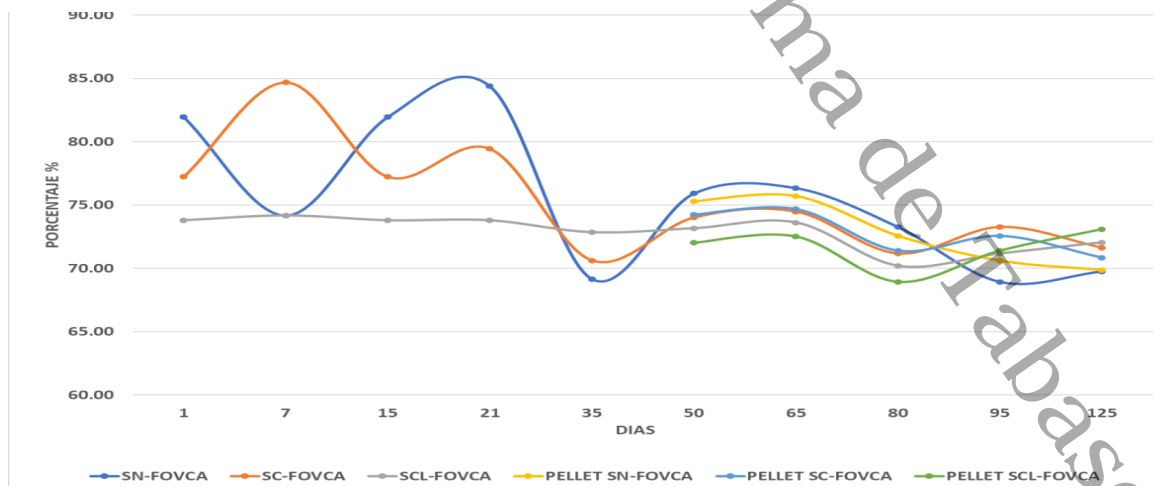
En la Gráfica 5, observamos los niveles de materia orgánica en las diferentes mezclas de sargazo con las fracciones orgánicas vegetal de una central de abasto en su forma natural vs la forma peletizada.

Se analizaron las 3 primeras mezclas que son las de SN-FOVCA, SC-FOVCA, SCL-FOVCA, el primer día de análisis la SN-FOVCA obtuvo un 82% de materia orgánica y durante los 21 días siguientes descendía y aumentaba el nivel de materia orgánica, los mismo sucedió con la mezcla de SC-FOVCA, ambas al día 35 descendieron hasta el 70%, mientras que la SCL-FOVCA tenía un proceso de degradación muy lento que pareciera que no pierde materia orgánica.

A partir del día 50 se evaluaron las mezclas en forma peletizadas que son PELLET SN-FOVCA, PELLET SC-FOVCA, PELLET SCL-FOVCA, y para ese día se tenían 6 mezclas cada una con diferentes cantidades de materia orgánica, se puede observar en la gráfica que a partir del día 50 las mezclas que se peletizaron tenían menor materia orgánica que sus contrapartes naturales, lo que nos indica que el proceso de comprimir la composta para convertirla en pellet hace que pierda materia orgánica lo que reduce su peso.

Al final la mezcla más efectiva durante el proceso de degradación es la SN-FOVCA que pierde un 15% de materia orgánica, mientras que las demás pierden menos de 10 % de la materia orgánica presente en las mezclas, las dos mezclas de sargazo cribado lavado en su forma natural y pellet son las que pierden la menor cantidad de materia orgánica con menos del 3%.

Gráfica 5 MATERIA ORGANICA



Nota: Curvatura de resultados de los análisis de materia orgánica realizados a cada una de las mezclas de sargazo.



### 6.6. Comparación de relación C/N en mezclas compostadas naturalmente vs mezclas peletizadas.

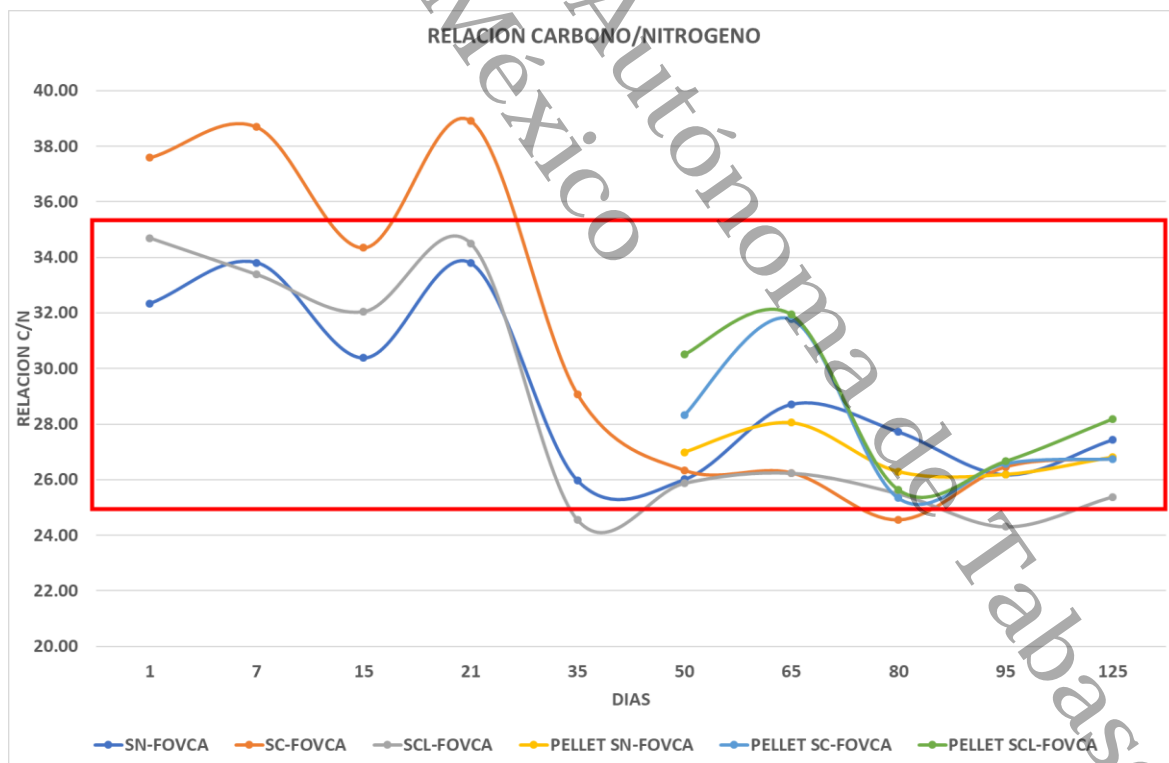
En la Gráfica 6 se puede observar el comportamiento de relación C/N durante el proceso de compostaje y una comparación entre la mezcla convencional de compostaje y en forma peletizada.

Durante los primeros 50 días de compostaje solo se analizaron la relación C/N de la forma convencional, a partir del día 50 al 125 se comparan con las mezclas peletizada y se puede observar que a partir del día 80 en la etapa de maduración de compostaje la relación C/N está por debajo de 30.

En comparación, las mezclas peletizada van manteniendo un nivel más controlado que el de las otras mezclas sin paletizar, estos nos indica que mantienen un proceso de degradación más estable, aunque todas se encuentra en el rango óptimos de compostaje.

En el recuadro rojo que aparece en la Grafica 6 se encuentra el rango óptimo para la relación C/ N según Román et al., (2013).

Gráfica 6 RELACION C/N



Nota: Curvatura de resultados de los análisis de relación carbono nitrógeno realizados a cada una de las mezclas de sargazo.



## 7. Conclusiones

---

La macroalga sargassum contiene en sus tejidos muchos nutrientes que el agua marina le aporta, de modo que su uso es de gran utilidad, en muchos nuevos experimentos se ha concluido que aporta elementos químicos como el Al, As, Ca, Cl, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, P, Pb, Rb, S, Si, Sr, Th, U, V y Zn, adquiridos en su viaje a lo largo de cientos de kilómetros del extenso mar que recorre, a causa de la contaminación que esta absorbe. Al igual que muchos especialistas se puede afirmar que el sargazo en combinación con el suelo o FOVCA en proceso de compostaje, este tiene propiedades similares a la excreta del bovino y por ende tiende a nutrir a las plantas favorablemente.

Los análisis realizados en esta tesis demuestran que el sargazo en su forma natural presenta valores de pH neutro, conductividad eléctrica, % de nitrógeno, materia orgánica, carbono orgánico, sólidos volátiles y cenizas, así como la relación C/N se encuentran dentro de los parámetros adecuados.

La mezcla que representó mejores características vs mezclas peletizadas fue SN-FOVCA (sargazo natural con fracción orgánica vegetal), debido a que después de los 3 meses de compostaje mostró un comportamiento más estable durante el proceso de degradación, lo que ayudó a mantener un control permanente.

El proceso de cribar y lavar beneficia el proceso de compostaje, sin embargo, eliminan sales y minerales provenientes del mar que aportan nutrientes aprovechables para mejorar el suelo y beneficiar el cultivo de plantas.

El proceso de peletizado mostró en las mezclas, mayor retención de humedad, así como un aumento ligero en nitrógeno, conductividad eléctrica, % de nitrógeno, de materia orgánica, de carbono orgánico, de sólidos volátiles y de cenizas, así como relación C/N, esto a causa del proceso de compactación que se llevó a cabo.

El compostaje a base de mezclas de sargazo con residuos vegetales es una alternativa viable para el manejo adecuado del sargazo presente en las playas, así como la también el manejo adecuado de residuos vegetales frecuentes centrales de abasto, y de esta forma valorizar el sargazo y los residuos orgánicos mediante el compostaje en un producto útil en el mejoramiento de suelo y cultivo de plantas.



## 8. Referencia

---

ALTAMIRANO, M., CABRERA, C. (2006) ESTUDIO COMPARATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST POR TÉCNICA MANUAL. REVISTA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FIGMMG.  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9\\_n17/a10.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a10.pdf)

BORINES, M., LEÓN, R., CUELLO, J. (2013) BIOETHANOL PRODUCTION FROM THE MACROALGAE SARGASSUM SPP, BIORESOURCE TECHNOLOGY.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2013.03.108>

CHÁVEZ, V., URIBE-MARTÍNEZ, A., CUEVAS, E., RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, RE, VAN TUSSENBROEK, BI, FRANCISCO, V., ESTÉVEZ, M., ET AL. (2020). AFLUENCIA MASIVA DE PELÁGICOS SARGASSUM SPP. EN LAS COSTAS DEL CARIBE MEXICANO 2014-2020: RETOS Y OPORTUNIDADES. *AGUA*, 12 (10), 2908. MDPI AG. OBTENIDO DE <http://dx.doi.org/10.3390/w12102908>

CRUZ CAMPOS, JUAN MARTÍN, ÁLVAREZ SUÁREZ, JUAN MANUEL, SORIA FREGOSO, MANUEL DE JESÚS, Y CANDELARIA MARTÍNEZ, BERNARDINO. (2016). PRODUCCIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA ORNAMENTALES A MENOR COSTO QUE LOS IMPORTADOS. *REVISTA CIENCIAS TÉCNICAS AGROPECUARIAS*, 25(1), 44-49, RECUPERADO EN 24 DE JULIO DE 2022, DE [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s2071-00542016000100008&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2071-00542016000100008&lng=es&tlng=pt).

HERRERA MONROY, S. (2015) SARGAZO (SARGASSUM SPP.) COMO SUSTRATO AGRÍCOLA. MONTECILLO, TEXCOCO, CIUDAD DE MÉXICO. TESIS DE MAESTRÍA, COLEGIO DE POSTGRADUADOS.  
<http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3336>

LÓPEZ GUERRERO, V. A. (2014) CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA Y BIODINÁMICA DE LAS ALGAS DE AGUA DULCE Y DEL HELECHO ACUÁTICO (*AZOLLA SP.*) EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE, LATACUNGA COTOPAXI [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO].  
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7689>

MOREIRA, A., ALFONSO, G. (2013) INUSUAL ARRIBAZÓN DE SARGASSUM FLUITANS (BØRGESEN) BØRGESEN EN LA COSTA CENTRO-SUR DE CUBA. *REV. INVEST. MAR.* 33(2), 17-20

OVIDEO-OCAÑA, E. R., HERNÁNDEZ-GÓMEZ, A., DOMINGUEZ, I., ALEXIS PARRA-OROBIO, B., SOTO-PAZ, J., & SÁNCHEZ, A. (2022). EVALUATION OF CO-COMPOSTING AS AN ALTERNATIVE FOR THE USE OF AGRICULTURAL WASTE OF SPRING ONIONS, CHICKEN MANURE AND BIO-WASTE PRODUCED IN MOORLAND ECOSYSTEMS. *SUSTAINABILITY*, 14(14), 8720. MDPI AG. RETRIEVED FROM <http://dx.doi.org/10.3390/su14148720>

ROSELLÓN-DRUKER, J., CALIXTO-PÉREZ, E., ESCOBAR-BRIONES, E., GONZÁLEZ-



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



CANO, J., MASIÁ-NEBOT, L., & CÓRDOVA-TAPIA, F. (2022). A REVIEW OF A DECADE OF LOCAL PROJECTS, STUDIES AND INITIATIVES OF ATYPICAL INFLUXES OF PELAGIC SARGASSUM ON MEXICAN CARIBBEAN COASTS. *PHYCOLOGY*, 2(3), 254–279. MDPI AG. RETRIEVED FROM <http://dx.doi.org/10.3390/phycoology2030014>

SARIÑANA-ALDACO, O., BENAVIDES-MENDOZA, A., JUÁREZ-MALDONADO, A., ROBLEDO-OLIVO, A., RODRÍGUEZ-JASSO, R. M., PRECIADO-RANGEL, P., & GONZÁLEZ-MORALES, S. (2021). EFECTO DE EXTRACTOS DE SARGASSUM SPP. EN EL CRECIMIENTO Y ANTIOXIDANTES DE PLÁNTULAS DE TOMATE. *ECOSISTEMAS Y RECURSOS AGROPECUARIOS*, 8(2). <https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2814>

SOLIVA, M., LÓPEZ, M. (2004) CALIDAD DEL COMPOST: INFLUENCIA DEL TIPO DE MATERIALES TRATADOS Y DE LAS CONDICIONES DEL PROCESO. FORMACIÓN DE TÉCNICOS PARA EL TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA. CENEAM/MIMAM.

[https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/81510/altres3\\_calidad+del+compost\\_+influenca+del+tipo+de+material+tratado+y+delas+condiciones+del+procesopdf/80b5b931-0521-426b-a733-6be0ac2d3a68](https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/81510/altres3_calidad+del+compost_+influenca+del+tipo+de+material+tratado+y+delas+condiciones+del+procesopdf/80b5b931-0521-426b-a733-6be0ac2d3a68)

TORRES, E., MARTÍNEZ, B. (2020) ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL Y OCEANOGRÁFICO DE LAS ARRIBAZONES DE SARGASSUM PELÁGICO EN LAS PLAYAS DEL ESTE DE LA HABANA, CUBA. REVISTA DE INVESTIGACIONES MARINAS. <https://aquadocs.org/handle/1834/17768>

TREJO VALENCIA, R., SÁNCHEZ ACOSTA, L., FORTIS HERNÁNDEZ, M., PRECIADO RANGEL, P., GALLEGOS ROBLES, M., ANTONIO CRUZ, R., & VÁZQUEZ VÁZQUEZ, C. (2018). EFFECT OF SEAWEED AQUEOUS EXTRACTS AND COMPOST ON VEGETATIVE GROWTH, YIELD, AND NUTRACEUTICAL QUALITY OF CUCUMBER (CUCUMIS SATIVUS L.) FRUIT. *AGRONOMY*, 8(11), 264. MDPI AG. RETRIEVED FROM <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy8110264>

VARGAS-PINEDA, OSCAR I; TRUJILLO-GONZALEZ, JUAN M AND TORRES-MORA, MARCO A. EL COMPOSTAJE, UNA ALTERNATIVA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS CENTRALES DE ABASTECIMIENTO. *ORINOQUIA* [ONLINE]. 2019, VOL.23, N.2, PP.123-129. ISSN 0121-3709. <https://doi.org/10.22579/20112629.575>.

XIE, K., SUN, M., SHI, A., DI, Q., CHEN, R., JIN, D., LI, Y., ET AL. (2022). LA APLICACIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS DE PLANTAS DE TOMATE Y RIZOBACTERIAS QUE PROMUEVEN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS MEJORA LA CALIDAD DEL SUELO Y MEJORA LA COMUNIDAD BACTERIANA DEL SUELO DEL CAMPO DE JENGIBRE. *AGRONOMÍA*, 12 (8), 1741. MDPI AG. OBTENIDO DE <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12081741>



## 9. Anexos

Figura 1 Residuos orgánicos ubicados en central de abasto de Villahermosa.



Nota: En la central de abastos diariamente se desechan kilos de materia orgánica a causa de merma, por lo que ahí se recolectó la muestra para el análisis.

Figura 2 Área donde se reúnen los residuos orgánicos de central de abasto.



Nota: Los comerciantes depositan en este lugar su merma para posteriormente llevar a otro lugar para su desecho definitivo.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 3 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Nota: Los residuos fueron seleccionados de acuerdo a la variedad que se encontró en el día, como lo son naranjas, nopales, pimientos y cilantro.

Figura 4 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Nota: Los residuos fueron seleccionados de acuerdo a la variedad que se encontró en el día, como lo son lechugas, cebollas, tomate, betabel, chiles, papa etc.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 5 Residuos orgánicos en Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



*Nota:* *Sargassum fluitans* generalmente llamado sargazo, que se encuentran en las costas de Puerto Morelos Quintana Roo fue el seleccionado para el estudio.

Figura 6 *Sargassum fluitans* seco.



*Nota:* El sargazo ya en estado seco se pesó y dividió para tratarlo en las 3 diferentes presentaciones que se requerían como: natural, cribado y cribadolavado.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 7 Contenedores para realizar el proceso de compostaje.



Nota: Estos son contenedores que tienen una capacidad de 100 litros, los cuales serán utilizados para realizar el proceso de compostaje a base de los residuos orgánicos vegetales recolectados en la central de abasto.

Figura 8 Contenedores para realizar el proceso de compostaje.



Nota: La composta en fase termófila es capaz de superar los 45°C , además de estar en un punto de olor fuerte por la descomposición de los residuos orgánicos vegetales que lo componen



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 9 Compostaje en fase termófila.



Nota: El sargazo ya separado en 3 partes las cuales son: sargazo natural, sargazo cribado y sargazo cribado lavado, se le realizar estudios para conocer parámetros como: humedad, conductividad, pH, nitrógeno total, % de materia orgánica, % de carbono orgánico, % de sólidos volátiles, % de ceniza y la relación C/ N.

Figura 10 Muestras de sargazo pesadas para análisis.



Nota: Pesado de muestras de sargazo en balanza analítica.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 11 Muestras de sargazo en digestión.



Nota: Digestión de método Kjeldahl para determinación de nitrógeno.

Figura 12 Muestras de sargazo después del proceso de digestión.



Nota: Enfriamiento de muestras después de proceso de digestión de método Kjeldahl para determinación de nitrógeno.



Figura 13 Muestras de sargazo ingresadas a la mufla.



*Nota:* Muestras de sargazo son ingresadas a la mufla para determinación de % de cenizas. Dichas muestras sometidas a 550°C por 2 horas y 800°C por 1 hora.

Figura 15 Toma de muestra de ácido.



*Nota:* Muestra de ácido para determinación de nitrógeno.

Figura 14 Muestra en proceso de titulación.



*Nota:* Titulación de método Kjeldahl para determinación de nitrógeno.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO

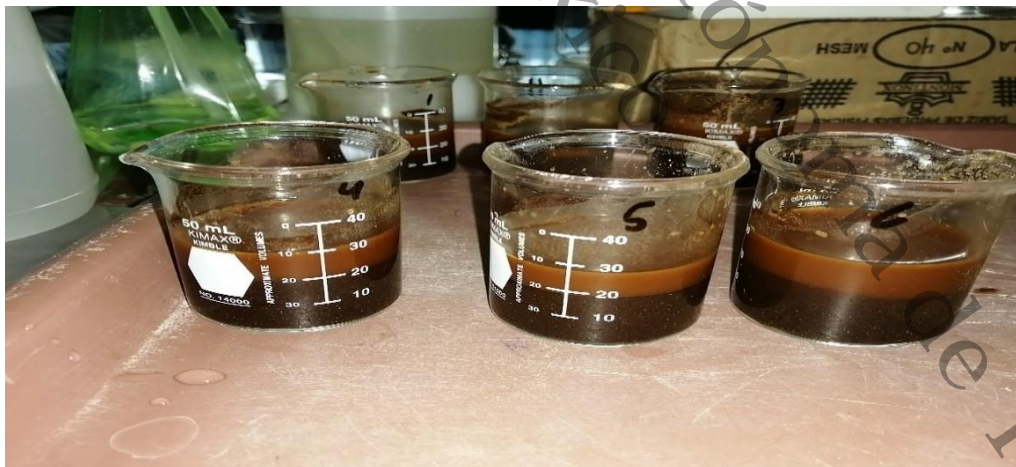


Figura 16 Instrumentos de medición.



Nota: Equipo para determinar PH y conductividad de muestras.

Figura 17 Muestras listas para medición de PH y conductividad eléctrica.



Nota: muestras de sargazo y compost disueltas en ml de agua destilada, para determinar de PH y conductividad.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 18 Fracción orgánica vegetal.



Nota: 15 días de compostaje de muestras de residuos orgánicos vegetales.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 19 Muestras de sargazo y fracción orgánica vegetal.



*Nota:* Mezcla de compost en etapa mesófila con sargazo natural, cribado y cribado lavado.

Figura 20 Mezcla de muestras.



*Nota:* Mezcla de compost en etapa mesófila con sargazo cribado lavado.



Figura 21 Mezcla de muestras.



Nota: Mezcla de compost en etapa mesófila con sargazo cribado lavado.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 22 Muestras de sargazo mezclado con fracción orgánica vegetal.



Nota: Mezcla de sargazo cribado + fracción orgánica vegetal 15 días después del mezclado.

Figura 23 Muestras después de mezclado.



Nota: Mezcla de sargazo cribado + fracción orgánica vegetal 15 días después del mezclado.



## COMPOSTAJE DE MEZCLAS DE SARGAZO Y RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES DE UNA CENTRAL DE ABASTO



Figura 24 Mezclas en reposo.



Nota: Mezcla en lugar fresco y seco.

Figura 25 Muestras a 20 días de reposo.



Nota: Mezclas de sargazo natural, cribado y lavado mezcladas con fracción orgánica vegetal en estado normal y peletizado a 20 días de reposo.



Figura 26 Proceso de rociado.



*Nota:* A las mezclas se les agregó 1 litro de agua para mantener una humedad constante.



Figura 27 Proceso de peletizado de muestras.



*Nota:* Las muestras entran al molino diseñado para peletizado de muestras.

Figura 28 Muestras peletizadas.



**Nota:** Resultado de muestras peletizadas.