



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ

**TITULACIÓN INTEGRAL**

**OPCIÓN TÉSIS**

**DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES DEL  
SUSTRATO AGOTADO DE LA AGROINDUSTRIA DEL CHAMPIÑON  
(*AGARICUS BISPORUS*) UTILIZANDO SARGAZO (*SARGASUM FLUITANS III*).**

**PRESENTA**

MARÍA FERNANDA SOSA CANO

**ASESOR**

M.I.A. MANUEL ALBERTO SUSUNAGA MIRANDA

VERACRUZ, VER. NOVIEMBRE DEL 2020

---

# CAPITULO I

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en el diseño de un proceso para regenerar una composta para el cultivo de los champiñones a base de sargazo, considerado fundamental para poder darle un buen uso a la llegada de las macroalgas de especie *Sargasum* a las costas del país, como también para disminuir la cantidad excesiva de composta agotada por las empresas champiñoneras, en especial la empresa “el Riojal” ubicada en el estado de Veracruz, lo anterior con el objetivo de reducir el desecho de composta agotada y ayudar a el turismo de las playas Mexicanas.

Palabras clave: Sargazo, regeneración de composta, sustrato de champiñón.

---

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres José Luis Sosa Herrera y Rosalia Cano Portugal, por el enorme esfuerzo y sacrificio al dejar de lado muchas otras cosas para que la más pequeña de la casa llegara hasta la meta como una profesional; fueron mi mayor soporte e inspiración para terminar mi carrera, por lo cual, estoy sumamente agradecida con ellos por siempre apoyarme y llenarme de su amor incondicional. A mis adoradas sobrinas Isabella y Elizabeth que desde que están presentes en mi vida lo único que quiero es ser un ejemplo de superación para ellas y que siempre puedan estar orgullosas de su tía Fernanda.

A mis tíos Gonzalo Mata Valenzuela y María de Jesús Sosa Herrera, por abrirmelas puertas de su casa, apoyarme y cuidarme.

A mi asesor el M.I.A. Manuel Alberto Susunaga Miranda, quien con sus conocimientos y apoyo, me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados deseados.

A mis amigos, Giordanna, Jonathan, Kenya, Luis, Shamanta y Yamilet por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían convirtiendo esos momentos difíciles de universidad, en momentos inolvidables en mi vida.

De igual manera quiero agradecer a las personas que en su momento estuvieron y formaron parte de mi vida, parte de este sueño de convertirme en una mujer profesionista y con metas a alcanzar. Fue un camino difícil pero lo logré.

---

# INDICE

## Contenido

CAPITULO I .....	2
RESUMEN .....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
INDICE.....	4
INDICE DE TABLAS .....	6
INDICE DE FIGURAS .....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES .....	10
CAPITULO II .....	17
3. MARCO TEORICO.....	17
3.1 El compostaje .....	17
3.2 Empleo de la compost en el sector agrícola.....	17
3.3 El sargazo.....	18
3.4 Tipos de sargazo .....	18
3.5 Sargazo en el caribe mexicano .....	18
3.6 Propiedades nutricionales del sargazo.....	19
3.7 Toxicidad del sargazo .....	20
3.8 Generalidades del champiñón .....	20
3.9 Tipos de champiñón .....	21
3.10 Métodos del cultivo de champiñón .....	22
3.11 Nutrientes del sargazo que benefician el crecimiento del champiñón.....	23
CAPITULO III .....	24
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
5. JUSTIFICACIÓN.....	25
6. HIPOTESIS .....	26
7. OBJETIVOS .....	27
7.1 OBJETIVO GENERAL.....	27
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
CAPITULO IV .....	28
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28

---

8.1. SARGAZO .....	28
8.2 SUSTRATO AGOTADO.....	29
9. RESULTADOS .....	30
9.1 BALANCE DE NITRÓGENO .....	30
10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.....	31
11. DIMENSIONAMIENTO DEL BIORREACTOR .....	33
12. CONCLUSIONES .....	34
13. REFERENCIAS.....	35

---

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1a Antecedentes recopilados de base datos .....	10
Tabla 1b Antecedentes recopilados de base datos .....	12
Tabla 1c Antecedentes recopilados de base datos .....	14
Tabla 1d Antecedentes recopilados de base datos .....	15

---

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición química del <i>Sargassum</i> .....	19
Figura 2. <i>Agaricus Bisporus</i> .....	21

---

## INTRODUCCIÓN

En las playas mexicanas, especialmente en la costa caribeña del Estado de Quintana Roo del 2016 al 2018 se enfrenta uno de los más grandes arribazones de sargazo; (Efe ,2018), lo que obligó a las autoridades a tomar medidas para retirar esta alga marina de las zonas turísticas, ya que en el periodo de junio y julio del 2018 se registró una cantidad de 119,000 m<sup>3</sup>. Ocasionando contaminación tanto por los componentes del sargazo, su olor, y su desagradable componente visual (García, 2018).

El gobierno del estado de Quintana Roo ha convocado a las instituciones a dar solución a la disposición del sargazo y así evitar la saturación de sus basureros con este, ocasionando pérdidas económicas, además de impacto ambiental y social (García, 2018), adecuadamente representa este arribazón pérdidas económicas por el uso de mano de obra adecuada para la limpieza de playas.

Las empresas que cultivan champiñón utilizan un sustrato generado por el compostaje de materia orgánica, generalmente utilizan pollinaza, trigo, cebada, etc. Mismo que proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo del hongo, sin embargo, cuando se cosechan, estos nutrientes han sido agotados y ya no pueden volverse a utilizar (Cahn-Speyer, 2014).

El sustrato agotado por el cultivo del champiñón adolece de Nitrógeno y Fósforo, elementos necesarios para el desarrollo del hongo, este es regalados a los agricultores que lo utilizan como acondicionador de suelos que realmente servirá como abono, ocasionando con esto, la mala disposición del sustrato que se puede considerar Residuo de Manejo Especial. (Vengoechea, 2018).

---

La composta es una parte fundamental para el cultivo del champiñón. Es la fuente de energía para todo el proceso y una buena composta significa una producción buena y rentable. (Cahn-Speyer, 2014)

Para este proyecto, el sustrato agotado de champiñón que ha sido tratado posteriormente, será reacondicionado en el proceso, para disminuir los desechos producidos y bajar costos; para lo cual, una de las materias primas a usar es el sargazo, pues cuenta con los nutrientes necesarios para el crecimiento del champiñón para poder reutilizar la composta y no generar más residuos. (Moreno, 2018).

## ANTECEDENTES

Los antecedentes encontrados entre los años 2007-2018 en las bases de datos de Google académico, Scielo, Redalyc y Ebsco entre los meses de Agosto y Noviembre del 2018 son presentadas en la siguiente tabla:

AÑO	AUTORES	TÍTULO	BREVE DESCRIPCIÓN
2018	Salomé Gayoso Rodríguez, Lizette Burgos Gómez, Eduardo Villanueva Couoh, Maximiano A. Estrada Botello, René Garruña.	Caracterización Física y Química de Materiales Orgánicos para Sustratos Agrícolas.	Los sustratos usados para la industria, son muy costosos y dañan al ecosistema. Existen materiales alternativos con la misma eficiencia que los ya utilizados.  El objetivo es evaluar las propiedades físicas y químicas de una variedad de elementos que se pueden encontrar en la región y no causan impactos ambientales.
2013	Helio Adám García Mendivil, Pedro José Balderrama Corona, Luciano Castro Espinoza, Catalina Mungarro Ibarra, Maritza Arellano Gil, José Luis Martínez, Marco Antonio Gutiérrez Coronado	Efecto del abono de sustrato gastado de champiñón en el rendimiento del frijol. ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) L.	Los desechos orgánicos convertidos en compostas son una gran fuente de nutrientes para los cultivos; proveen fertilizantes naturales y también reducen la contaminación ambiental.  El objetivo es evaluar el efecto de aplicación de la compostas.

Tabla 1a

---

Fuente: Elaboración Propia 2018

AÑO	AUTORES	TÍTULO	BREVE DESCRIPCIÓN
2010	Piña, J.J.; Balbín ,A.I; Pérez-Cordovés, Ana I.	La contaminación por metales pesados en sargazo procedentes de la costa sur en la península de Guanahacabibes, ¿Aún no es preocupante?	Debido a estudios del <i>Sargassum natans</i> , es considerado como contaminante por metales pesados en el ecosistema marino.
2007	José E. Sanchez, Daniel J. Royse, Hermilio Leal Lara.	Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de <i>Agaricus bisporus</i> .	La tecnología empleada para el cultivo de <i>Agaricus bisporus</i> , un hongo recientemente añadido a la lista de hongos comestibles cultivados, ha ido evolucionando considerablemente en los últimos años. La producción comercial del champiñón comprende cerca de 40% de la producción Mundial de hongos comestibles y su cultivo se desarrolla en una docena de países. Un punto importante para el <i>Agaricus bisporus</i> es que es producido con una variedad de mezclas de materias primas.

AÑO	AUTORES	TÍTULO	BREVE DESCRIPCIÓN
2016	Juan Martín Campos, Juan Manuel Álvarez Suárez, Manuel de Jesús Soria Fregoso, Bernardino Candelaria Martínez.	Producción de sustratos orgánicos para ornamentales a menor costo que los importados.	El artículo presente, es mostrado con el objetivo de como producir sustratos orgánicos con materiales locales que contengan un menor costo que los importados y, además conocer los resultados de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica mediante lombrices de tierra. Para preparar la composta se emplea la técnica “praxis”, las variables evaluadas fueron: temperatura, pH y rendimiento en las compostas.

Tabla 1b

Fuente: Elaboración Propia 2018

AÑO	AUTORES	TÍTULO	BREVE DESCRIPCIÓN
2013	Dreckmann, K.M, A. Senties	Las algas marinas en el Caribe Mexicano	<p>Los arribazones de algas consisten en la llegada de algas a las playas o a las riberas de lagunas costeras y estuarios de grandes cantidades.</p> <p>El artículo presenta algunos aprovechamientos de los arribazones ya que las cantidades importantes de potasio y fósforo, debidas a la alta diversidad de algas pardas, brindan posibilidad de generar alimento para aves de cautiverio, compostas para abono en el cultivo de hortaliza y posibles usos en la elaboración de alimentos y fármacos. Asimismo, la presencia de alginatos (ficocoloides presentes en algas pardas) plantea su aprovechamiento en la elaboración de insumos para las áreas cosmetológica, médica y alimentaria.</p>
	José Manuel	El champiñón	Trata sobre la

Hernández Benedeti		<p>preparación de normas sobre cultivo del champiñón se han tenido en cuenta fundamentalmente la posibilidad de aprovechar ciertos locales abandonados que existen en muchos núcleos rurales de nuestro país y el interés que para muchos agricultores españoles puede tener el dedicarse en pequeña escala al cultivo de este hongo (seta de parís). Sin embargo, antes de terminar conviene hacer constar que la producción de champiñón en plan industrial es posible, si bien requiere instalaciones y material construidos con esta finalidad.</p>
-----------------------	--	---

Tabla 1 c

Fuente: Elaboración Propia

AÑO	AUTORES	TÍTULO	BREVE DESCRIPCIÓN
2008	Wilbert Rodríguez Ortega, Rosa Arellana Gallego.	Utilización de algas marinas como componente de sustratos para la producción de plántulas de acelga y lechuga.	Debido al alto contenido en nutrientes que poseen las algas, se han utilizado como extractos para reforzar el crecimiento de las plantas.

Tabla 1b

Fuente: Elaboración Propia 2018

---

## CAPITULO II

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 El compostaje

El composteo es una técnica que le da mucha ventaja a la aplicación agrícola, pues es factible generar proteínas que faciliten y nutran el crecimiento de plántulas a partir de desechos orgánicos.

Se define a la palabra composta (de origen inglés) como la acción de crear y mantener determinadas situaciones como condiciones de temperatura, humedad y oxigenación, para que millones de microorganismos transformen la materia orgánica en abono natural, mantillo o composta. (**Blanco, 2009**)

#### 3.2 Empleo de la composta en el sector agrícola

El compostaje en el sector agrícola es aplicado en la renovación de nutrientes en el suelo (tales como sales y sustancias orgánicas); también sus propiedades físicas a materia biológica y con ello el aire en el suelo ayuda a retener la humedad y disminuir el crecimiento de patógenos, mejorando la absorción de nutrientes por las raíces, el crecimiento de las plantas (Borrero, 2008).

En el Riojal la composta se introduce en sacos de 40 cm de largo que luego son colocados en las charolas para el cultivo del champiñón. Después de ajustar los parámetros de cultivo, se agrega el inocuo (semilla) y se mantiene durante 14 días. Después del día 14 el compost adquiere una coloración dorada y se aplica la tierra de cobertura la cual es usada para retener humedad. El principal componente de la tierra de cobertura es el humus.

---

### 3.3 El sargazo

Las playas del Caribe se han visto invadidas de una macroalga llamada sargazo, esto llama mucho la atención pues es una invasión vegetal que afecta con su proliferación las playas, otro problema importante en playas de México, así como en el mundo son los plásticos y la basura tirados en ellas.

**“El sargazo es un género de macroalga planctónicas”**, que llega a las playas del Caribe de forma moderada, pero algunas veces es demasiado abundante. Afectando no sólo las costas del Caribe Mexicano, sino también las costas de Barbados y el Norte de República Dominicana; afligiendo a los turistas que esperan poder ver playas color turquesa y arenas blancas, reduciendo el turismo en las zonas afectadas. (Diario Vanguardia, 2018)

### 3.4 Tipos de sargazo

El sargazo es un género de macroalga perteneciente a la familia sargassaceae de la clase Phaeophyceae (algas pardas) Las algas, que pueden crecer varios metros de largo son: pardas o de color verde negruzcas y pueden ser diferenciadas en rizoides, estipes y lámina. Algunas especies tienen vesículas llenas de gas para mantenerse a flote y promover la fotosíntesis. Otras tienen texturas duras, que, entrelazadas y con cuerpos robustos, pero flexibles, las ayudan a sobrevivir a corrientes fuertes (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

### 3.5 Sargazo en el caribe mexicano

En el artículo “Algas marinas en el caribe mexicano evento biológico natural o basura en las playas” se considera que la llegada de sargazo a la costa del estado de Quintana Roo es de las más abundantes en términos de diversidad, destacándose las observadas en Cancún y Puerto Morelos. El grupo más abundante fue el *Sargassum*, con 7 especies y más de 80% de peso seco por cada kilogramo colectado. Este dice que “Los arribos de ambas localidades se presentan todo el año, con dos incrementos de alta diversidad alrededor de

los meses de Julio-Agosto y Octubre-Noviembre. En ambas localidades, y entre los meses pico, los arribazones son poliespecíficas; el resto del año son oligoespecíficas”.

“En Punta Cancún, los arribazones se presentan entre Agosto y Noviembre, coincidiendo con la temporada ciclónica. Mientras que en Puerto Morelos éstas empiezan en Noviembre y disminuyen en Febrero, lo que corresponde con la temporada de secas”. De acuerdo a esta información es posible decir que el fenómeno de arribo de arribo de sargazo es constante a lo largo del año. (Dreckmann & Sentíes, 2013)

### 3.6 Propiedades nutricionales del sargazo

Las cantidades de nutrientes que contiene el sargazo en porcentaje de masa seca se muestra en la (figura 1).

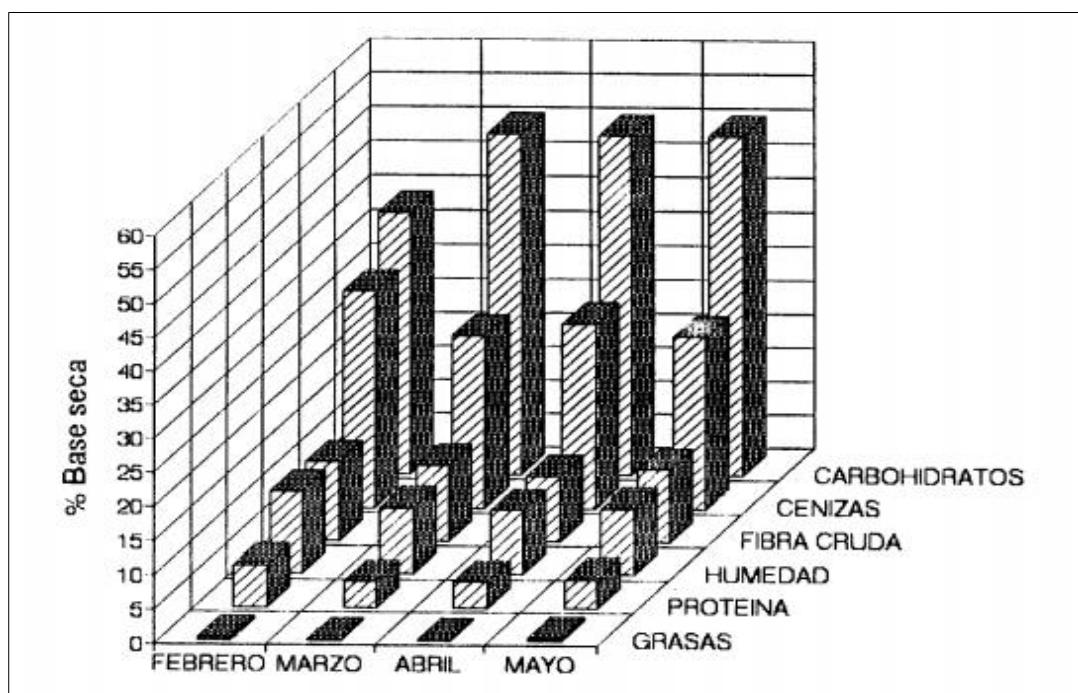


Figura 1. Composición química del sargassum.

Fuente: Pérez, 1997

---

De la figura anterior puede observarse una gráfica en donde se muestra que la macroalga base seca durante los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo contiene en su totalidad 50% de carbohidratos, 25% de cenizas, 10% de fibra cruda y humedad, 5% de proteína y 2% de grasas (Pérez C. , 1997).

### 3.7 Toxicidad del sargazo

El sargazo en grandes cantidades trae desventajas. El sargazo en descomposición libera ácido sulfúrico, tóxico contaminante para el medio ambiente y colonias que habitan cerca de las costas. La recomendación es evitar nadar en playas con mayor presencia de algas, para eliminar riesgos de enfermedades en vías respiratorias y enfermedades gastrointestinales. (Pérez T. , 2015)

### 3.8 Generalidades del champiñón

El champiñón también conocido como seta de París es un hongo comestible, este se planta sobre composta que suele ser mayormente estiércol, y de esta manera toma todos los nutrientes necesarios para crecer.

Se compone de las siguientes partes:

- Sombrero. Es la parte más carnosa del hongo; tiene forma redondeada, globosa, que recuerda a la de un paraguas; su tamaño es mayor o menor según la edad del hongo; puede alcanzar hasta unos 15 cm de diámetro, pero desde el punto de vista comercial no interesa que llegue a tener este tamaño.
- Pie o estipe. Es la parte del hongo que sirve de soporte al sombrero; tiene forma cilíndrica, es liso, blanco y por su parte inferior está unido al micelio o filamentos del hongo que crecen en el sustrato.
- Himenio. Está situado en la parte inferior del sombrero y está formado por numerosas laminillas, dispuestas a manera de radios, que van desde el pie hasta el borde externo del sombrero. El color de las laminillas es rosado al principio y después se vuelve pardo e incluso

negro. Cuando el hongo es pequeño el himenio está protegido por una fina membrana llamada velo, que está unida al sombrero y al pie. Cuando el champiñón alcanza su completo desarrollo, este velo se rompe y sólo queda de él un pequeño trozo unido al pie, llamado anillo.

- Entre las laminillas se encuentran millones de esporas, que cuando germinan dan lugar a unos hilillos o filamentos, que constituyen el micelio o "blanco" del champiñón".



Figura 2. *Agaricus bisporus*

Fuente: Dietas Deportivas. 2015

### 3.9 Tipos de champiñón

Los champiñones pertenecen a la familia de las agaricáceas, y existen diversas denominaciones: *Agaricus hortensis*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus campestris*, *Agaricus bisporus*, *Psalliota hortensis*, *Psalliota bispora*, etc. De estas variedades se ha establecido que, tanto por su aceptación en el mercado, como por su productividad, es la variedad *Agaricus bisporus*, la más adecuada para ser cultivada (Interempresas Media S.L., 2018).

---

### 3.10 Métodos del cultivo de champiñón

En InfoAgro se menciona "Las condiciones ambientales dependen de gran parte de las características de los locales donde se realiza el cultivo." El hongo se desarrolla perfectamente cuando la temperatura del local es de 12° a 14°C y la humedad relativa del aire del 75-80%. Pero el cultivo del hongo puede realizarse siempre que la temperatura del aire está comprendida entre 8 y 18°C y la humedad del 70 al 90% (InfoAgro, 2018).

La temperatura del desarrollo micelar del champiñón es de 25º C, deteniéndose el mismo a partir momento en el que se rebasan los 34º C. El contenido en humedad del sustrato debe oscilar entre 62-67%.

"El contenido en CO<sub>2</sub> del ambiente juega un importante papel en la fructificación y es necesario que éste no rebase el 0,1% para que no haya interferencias negativas". Por ello es necesaria una buena aireación.

Como todos los hongos, el champiñón carece de clorofila por lo que no puede alimentarse con las sustancias minerales que hay en la tierra y ha de vivir sobre un sustrato que le proporcione debidamente preparados los alimentos que precisa. Este sustrato generalmente es estiércol natural o artificial adecuadamente preparado.

---

### 3.11 Nutrientes del sargazo que benefician el crecimiento del champiñón

Los nutrientes que contiene el sargazo que benefician un tanto la composta agotada para el cultivo de champiñón son:

- a) **Nitrógeno:** Es un componente esencial para producir fertilizantes que se utilizan en huertos, jardines y cultivos agrícolas.
- b) **Fósforo:** Nutriente esencial que se encuentra en las macromoléculas de los organismos como lo es el ADN, a menudo es el nutriente más escaso por lo que modera el crecimiento de los ecosistemas acuáticos.

---

## CAPITULO III

### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los meses de Junio y Julio del 2018 en las playas de Quintana Roo se recogieron 119,000 m<sup>3</sup> de sargazo, esto es una problemática para la sociedad y para el ambiente, pues se provoca gran daño a los ecosistemas marinos y al mismo tiempo la disminución de turistas a las playas mexicanas, que trae como consecuencia pérdidas económicas a locatarios de las costas por las grandes cantidades encontradas en ellas (García, 2018).

La pata del champiñón en las empresas francesas es desechada y recolectada por el sistema de basura, en cambio en las empresas mexicanas específicamente en el estado de Veracruz la pata se elimina de la composta, se corta en cubitos y se enlata, también es utilizada en el proceso de compostaje, en ambos casos la composta agotada es desechada sin ningún tratamiento o control (Moreno, 2018).

---

## 5. JUSTIFICACIÓN

Al utilizar el Nitrógeno que aportan las algas para reacondicionar el sustrato de champiñón, es posible evitar el problema de contaminación que se genera al desechar el sargazo y la composta agotada producto del cultivo de champiñón.

En las pruebas de laboratorio realizadas al sargazo por un alumno del Instituto Tecnológico de Veracruz recolectado en las playas del Caribe Mexicano en el mes de Junio del presente se ha encontrado que tiene un “contenido de Nitrógeno de 200 y 500 ppm y de 2 a 7 mg de Fósforo” (Moreno, 2018). Las cantidades anteriores son las necesarias para nutrir la composta agotada del cultivo del champiñón, pues estos nutrientes son esenciales para el crecimiento del champiñón; el proyecto permitirá conocer el proceso de recuperación de nutrientes de la composta producto del cultivo del champiñón a partir de sargazo.

El beneficio que es posible obtener al realizar este proyecto es la disminución de desechos de compostas en las industrias champiñoneras del estado de Veracruz.

Por tal motivo se propone el proceso de recuperación de nutrientes a base de sargazo en el enriquecimiento de la compostas para el cultivo de champiñón.

---

## 6. HIPOTESIS

Con el diseño de un proceso de composteo utilizando sargazo (*Sargassum fluitans III*) es posible recuperar nutrientes de la composta producto del cultivo de champiñón (*Agaricus bisporus*).

---

## 7. OBJETIVOS

### 7.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el proceso de recuperación de nutrientes de la composta producto del cultivo de champiñón utilizando sargazo (*Sargassum fluitans III*).

### 7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar ventajas y desventajas por el uso de la composta a partir de sargazo (*Sargassum fluitans III*) para nutrir el champiñón (*Agaricus bisporus*).
- Establecer el proceso de recuperación de nutrientes de la composta agotada producto del cultivo de champiñón utilizando sargazo.
- Realizar los balances de materia y energía a partir de una base de cálculo.
- Seleccionar y dimensionar los equipos de los procesos unitarios.
- Establecer los impactos técnicos, económicos, ambientales y sociales del uso del sargazo (*Sargassum fluitans III*) para recuperar nutrientes para la composta del cultivo de champiñón.

---

## CAPITULO IV

# 8. MATERIALES Y MÉTODOS

## 8.1. SARGAZO

### 8.1.1 MATERIALES

- Termobalanza
- Kit HANNA
- Tubos de ensaye
- Solución de extracción HI3896
- Reactivo HI3896-N
- Reactivo HI3896-PO
- Reactivo HI3896P
- Solución HI3896Ph
- Reactivo Nessler

### 8.1.2 MÉTODOS

- Determinación de grado de humedad (% de humedad) en una muestra de materia orgánica.
- Método de medición de Nitrógeno por método colorimétrico con reactivo Nessler.
- Medición de Fosforo y Potasio mediante pruebas de suelo NPK.
- pH método colorimétrico y turbidímetrico.

---

## 8.2 SUSTRATO AGOTADO

### 8.2.1 MATERIALES

- Termobalanza
- Kit HANNA
- Tubos de ensaye
- Solución de extracción HI3896
- Reactivo HI3896-N
- Reactivo HI3896-PO
- Reactivo HI3896P
- Solución HI3896pH
- Reactivo Nessler

### 8.2.2 MÉTODOS

- Determinación de grado de humedad (% de humedad) en una muestra de materia orgánica.
- Método de medición de Nitrógeno por método colorimétrico con reactivo Nessler.
- Medición de Fosforo y Potasio mediante pruebas de suelo NPK.
- pH método colorimétrico y turbidímetrico.

## 9. RESULTADOS

### 9.1 BALANCE DE NITRÓGENO

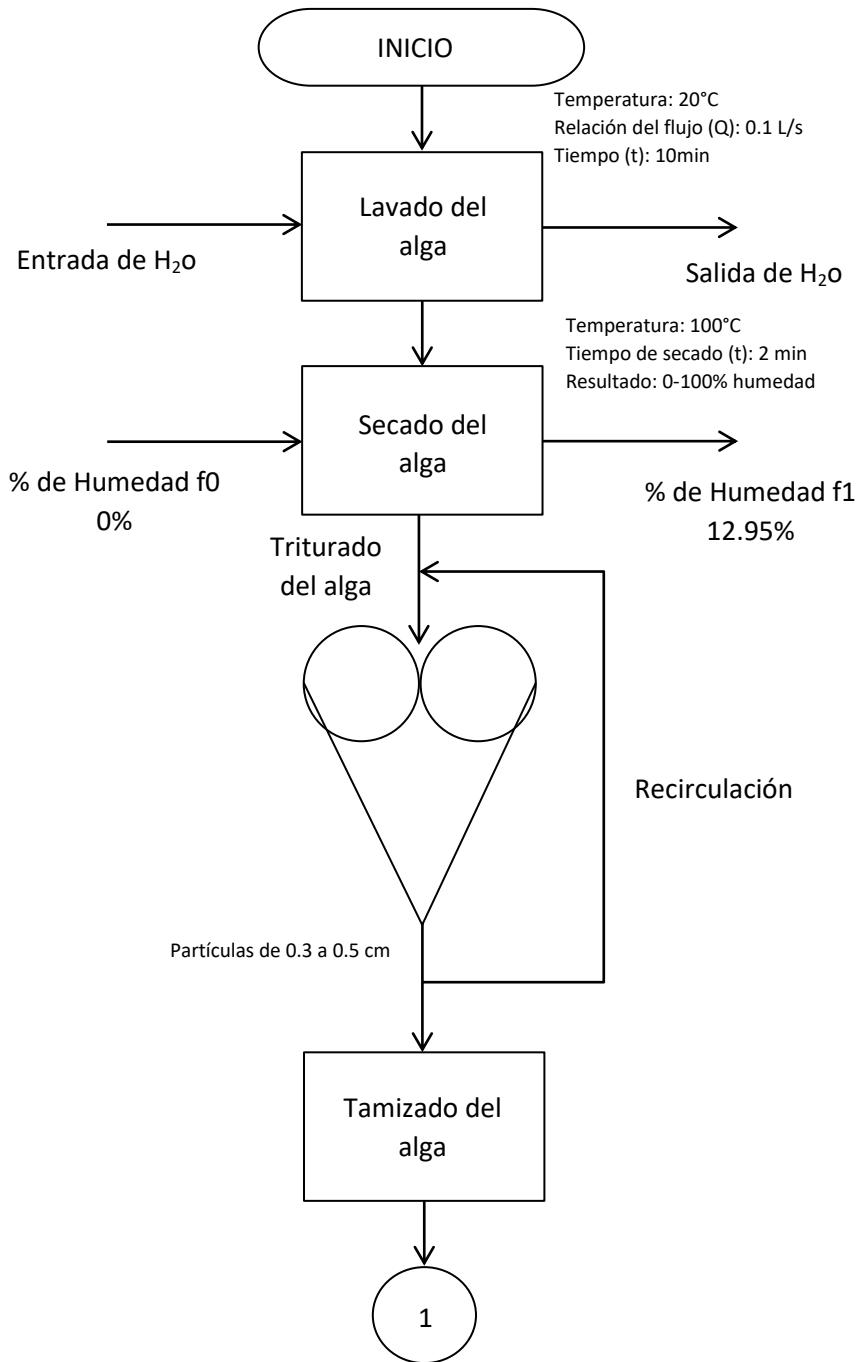
<b>1 Kg (1000 gr) de sustrato</b>		
N=0.0497 gr		0.0049%
<b>1 Kg (1000 gr) de Alga</b>		
N=0.3990 gr		0.0399%

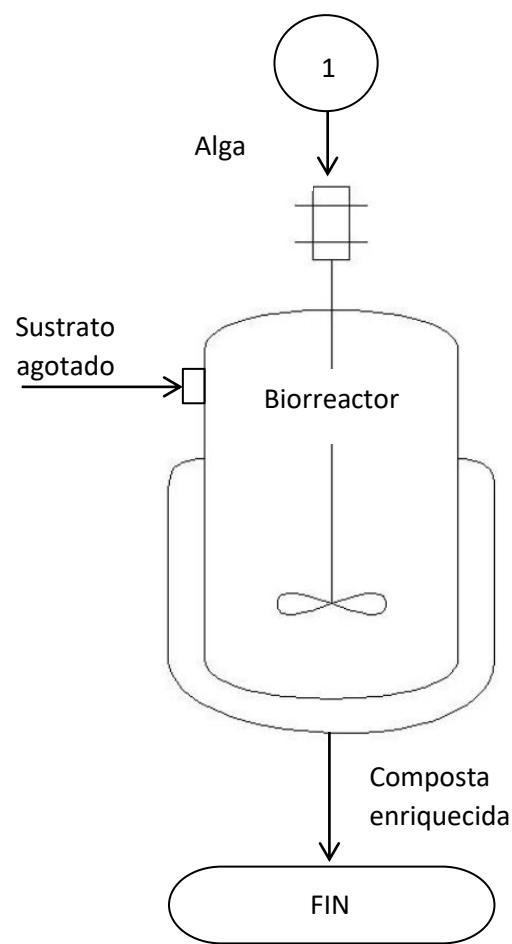
La teoría dice que la compostura para el champiñón debe tener de 0.3 a 1.5 gr de nitrógeno.

<b>Relación 1:1</b>		
N=0.0497 + 0.3990		0.4487 gr
<b>Relación 1:1.5</b>		
N=0.097 + 0.5985		0.6482

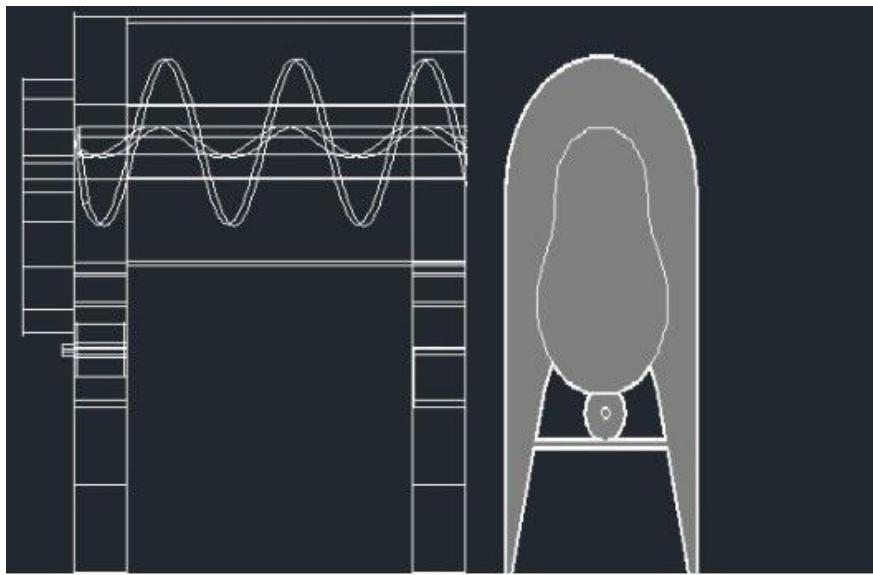
Determinamos que la relación más factible es de 1:1.5 ya que las concentraciones de nitrógeno serán las ideales.

## 10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

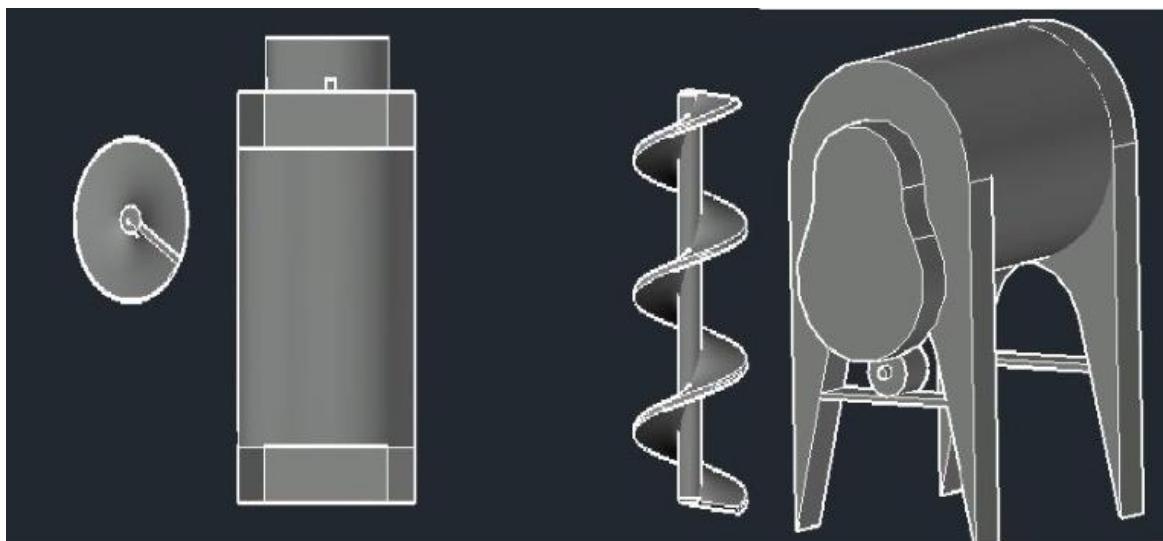




## 11. DIMENSIONAMIENTO DEL BIORREACTOR



Capacidad del biorreactor: 500kg  
Diámetro: 1.1m  
Longitud: 1.502m  
Diámetro de alabes: 1.08 m  
Potencia del motor: 16 HP  
Temperatura: 25°C – 30°C



---

## 12. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos permiten afirmar que el sargazo si puede reacondicionar el sustrato agotado de champiñón.

Una vez secado, el sargazo puede almacenarse y mantener sus propiedades para futuros procesos de reacondicionamiento.

El reacondicionamiento del sustrato agotado de champiñón utilizando sargazo es una forma eficiente de tratar el desecho, teniendo un plan de manejo de acuerdo la normatividad aplicable es posible obtener un producto de compostaje capaz de ser reutilizado como tierra de cultivo para el champiñón o como capa de cobertura para el cultivo de *Agaricus bisporus* y poder disminuir el costo de producción.

Es posible que el sargazo pueda reacondicionar otras especies de champiñones, así como mejorar el suelo para el cultivo de otros productos agrícolas.

---

## 13. REFERENCIAS

Benedí, J. M. (s.f.). El champiñon. Bravo Murillo. Madrid : publicaciones de capacitación agraria .

Blanco, F. R. (19 de septiembre de 2009). cienciasAmbientales. Obtenido de <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/articulo-compostaje-56>

Borrero, C. A. (2008). infoagro. Obtenido de infoagro: [http://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)

Cahn-Speyer, J. M. (5 de mayo de 2014). Agronecocio e industria de alimentos . Obtenido de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2014/05/05/compostaje-para-el-cultivo-del-champinon/>

Diario Vanguardia. (23 de julio de 2018). Vanguardia. Obtenido de <https://vanguardia.com.mx/articulo/que-es-el-sargazo-fenomeno-que-afecta-la-riviera-maya>

Dreckmann, A. M., & Sentíes, A. (2013). ALGAS MARINAS EN EL CARIBE MEXICANO evento biológico natural o basura en las playas. CONABIO, págs. 7-11.

García, M. (06 de 08 de 2018). Animal Político . Obtenido de [www.animalpolitico.com/2018/08/sargazo-destinos-turisticos-mexico-caribe/](http://www.animalpolitico.com/2018/08/sargazo-destinos-turisticos-mexico-caribe/)

InfoAgro. (2018). Obtenido de <http://www.infoagro.com/forestales/champignon2.htm>

Interempresas Media S.L. (2018). frutas-hortalizas. Obtenido de <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Tipos-variedades-Champinon.html>

Moreno, D. H. (07 de 11 de 2018). (M. F. Kenya Aurora Almeida Montalvo, Entrevistador)

Moreno, D. H. (07 de 01 de 2019). DETERMINACIÓN DEL PROCESO DE

---

REACONDICIONAMIENTO DEL SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE CHAMPIÑON (*Agaricus bisporus*) UTILIZANDO ALGAS (*Sargassum*). veracruz, veracruz, México.

Pérez, C. (1997). Instituto Politecnico Nacional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4634/098.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, T. (2015). sipse. Obtenido de <https://sipse.com/novedades/sabias-que-el-sargazo-en-descomposicion-libera-acido-sulfurico-164050.html>

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (27 de Junio de 2018). gob.mx. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/sabes-que-es-el-sargazo?idiom=es>

Vengoechea, F. (15 de febrero de 2018). setas de siecha . Obtenido de <https://www.setasdesiecha.com/cultivo-champinon.html>