



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**INGENIERIA BIOQUÍMICA**

**EVALUACION DE LA HARINA DEL PEZ DIABLO (*Hypostomus Plecostomus*),  
COMO FERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum Lycopersicum*).**

**PRESENTA:**

**DENNYS JOAQUIN LOPEZ MORALES.....13270100**

**ASESOR DE RESIDENCIA PROFESIONAL:**

**DR. JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS ENERO DEL 2018.**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
2. JUSTIFICACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
3. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	¡Error! Marcador no definido.
4. CARACTERÍSTICAS EN EL ÁREA QUE PARTICIPO .....	¡Error! Marcador no definido.
5. PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS.....	¡Error! Marcador no definido.
6. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	¡Error! Marcador no definido.
7. MARCO TEÓRICO .....	¡Error! Marcador no definido.
8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....	23
9. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES .....	35
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS .....	41

12. Anexos .....	44-48
------------------	-------

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es con respecto a mi proyecto de residencia, el cual realicé en el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. El proyecto que se me asignó fue el de evaluar la harina del pez diablo como fertilizante en el cultivo de tomate. El pez usado para la elaboración de la harina, fue capturado en el lago localizado en el municipio de Catazajá, Chiapas.

El pez diablo o pleco (Figura 1) es una especie nativa de la cuenca del río Amazonas en Sudamérica, pertenece a la familia *Loricariidae*. En México, en 1995 se detectaron estos peces por primera vez en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas, diversas particularidades de su fisiología y su comportamiento acentúan el potencial invasivo de los peces diablo, como una reproducción precoz y con una alta tasa de reproductiva, un comportamiento de anidación que junto con sus hábitats nocturnos los hacen imperceptibles, y el cuidado parental que resulta en una alta supervivencia larval. (Los peces diablo, especies invasoras, Contreras et al., 2007).



Figura 1. *Hypostomus spp.*

El tomate (*Solanum Lycopersicum*), planta herbácea; nativa de centro y Sudamérica y su uso comestible se ha usado en México desde hace unos 2500 años. Esta planta presenta un tallo erguido y cilíndrico cuando es joven, a medida que esta crece el tallo cae y se vuelve anguloso, esta planta puede llegar a medir hasta 2.50 metros.

La harina de pescado se obtiene de la eliminación de excedentes, eliminando su contenido en agua y aceite.

La harina de pescado también es utilizada como fertilizante para las plantas gracias a su alto contenido en proteínas, ya que las proteínas están compuestas por aminoácidos y estos a su vez contienen grupos aminos los cuales contienen nitrógeno y el nitrógeno es considerado como el motor principal del crecimiento.

La disponibilidad de nitrógeno a la planta depende del tamaño de partícula, de tal manera que cuanto más pequeña sea esta, más fácilmente es liberado del suelo y absorbido por la planta.

Se realizaron los análisis proximales de la harina, para después agregarla al suelo ya analizado y medir las variables morfométricas de la planta de tomate en base a cada prueba realizada, saber que mineral y en qué porcentaje estaba contenida está.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En México presenta una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales, y para las pesquerías de agua dulce en México, son los llamados peces diablo, también conocidos como plecos, “limpia peceras” o “limpia-vidrios”. La harina de pez diablo (*Hypostomus Plecostomus*) es una buena oportunidad para el mercado nacional como para la exportación, ya que se puede implementar en una gran variedad para alimento de peces. (Abdel Moez, 2001). El pez diablo ha provocado grandes daños tanto económicos como ambientales, como son problema de sedimentación y turbidez en ríos y embalses, debido a su comportamiento reproductivo (Devick, 1989; Mendoza et al., 2007), y ha provocado la mortalidad de las aves acuáticas al tratar de ingerir a estos peces ( Bunkley Willians et al., 1994), y desplazamiento de las especies nativas, de diversas formas entre las que destacan la ingestión incidental de sus huevos y la competencia por recursos alimenticios. También acarrear pérdidas económicas al dañar al dañar las redes usadas por los pescadores. La harina de pescado es una alternativa de uso de esta especie invasiva como abono orgánico, sustituye un 50% la aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados. Su alto contenido de nitrógenos del pez diablo presenta un efecto positivo en el desarrollo y producción de ciertas especies vegetales. (Ernesto Velázquez, 2013).

### **3. OBJETIVOS**

Evaluar el efecto de la harina del pez diablo sobre el desarrollo del tomate (*Solanum Lycopersicum*).

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar el contenido de minerales, así como porcentaje de proteínas y humedad que pueda contener la harina del pez diablo.
- Analizar el suelo si es apropiado para la siembra.
- Evaluar la harina de pescado como fertilizante.
- Monitorear variables morfométricas de la planta de tomate.

#### **4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ.**

Este proyecto fue realizado en el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, el cual tiene su domicilio oficial en carretera panamericana Km. 1080, Colonia Terán, C.P. 29050.

#### **POLÍTICAS Y NORMAS**

Ser una oferta educativa tecnológica suficiente a nivel superior y posgrado en las modalidades; escolarizada y abierta, con perfiles profesionales acordes a los restos de todas las regiones del país.

Compartir con la población general los beneficios del conocimiento, la cultura científica y tecnológica; en particular, proporcionar servicios directos al público, con la finalidad de coadyuvar al modelo de desarrollo que el país reclama para alcanzar el bienestar social que demandamos los mexicanos.

Los objetivos de la institución son;

Promover el desarrollo integral y armónico consigo mismo y con su entorno, mediante una formación intelectual que los capacite en los manejos de los métodos y los lenguajes sustentados, en los principios de identidad Nacional, Justicia, Democracia, Independencia, Soberanía y Solidaridad; en la creación, en el deporte y la cultura que le permite una mente y cuerpo sano.



## **POLÍTICA DE CALIDAD**

En el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez estamos comprometidos con la formación de profesionales altamente capacitados en el campo de la ciencia y la tecnología, garantizando su formación integral a través del desarrollo de competencias, bajo el cumplimiento de los requisitos de un Sistema de Gestión de la Calidad con la responsabilidad de mantener su eficacia y mejora continua.

### **MISIÓN**

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

### **VISIÓN**

Ser una Institución de Excelencia en la Educación Superior Tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

### **VALORES**

- El ser humano.
- El espíritu de servicio.
- El liderazgo.
- El trabajo en equipo.
- La calidad.
- El alto desempeño.
- Respeto al Medio Ambiente

## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez está localizado en el estado de **Chiapas**, su localización geográfica que colinda al este con Guatemala, al oeste con Oaxaca, al norte con Tabasco, al sur con el Océano Pacífico y al noroeste con Veracruz, en esta institución llegan jóvenes de distintos municipios de Chiapas y otros estados (Figura 2).



Fig.2 Localización geográfica del Instituto a nivel estatal

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, se ubica en Carretera Panamericana Km. 1080. En el estado de Chiapas, municipio de Tuxtla Gutiérrez (Figura 3).

Micro localización



Fig. 3 Imagen Satelital del plantel

## **5. PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS**

- Comparar los procesos encontrados bibliográficamente para observar el desarrollo de la planta de tomate.
- Comprobar la eficacia como fertilizante de la harina a base de carne de pez diablo.
- La fertilidad y clasificación del suelo deberá cumplir con la norma, NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

## **6. ALCANCES Y LIMITACIONES**

- Se recopiló información para el uso de la harina del pez diablo.
- Se realizaron los análisis proximales de la harina del pez diablo.
- Se realizaron pruebas fisicoquímicas para el uso del suelo y el material vegetal a usar.
- Se realizaron las mediciones de las variables morfométricas de la planta de tomate.

## LIMITACIONES

- Los reactivos y materiales usados para el presente trabajo fueron requeridos de diversos laboratorios, debido a que en el laboratorio en el cuál se trabajó, estaba ocupado por otros alumnos.
- En la medición de variables morfométricas, se tenían que hacer de manera apresurada ya que los demás alumnos de otros semestres ocupaban los materiales, ya que solo se cuenta con un equipo para cada medición.
- Debido a los problemas que hubo con respecto al terremoto se suspendieron labores en la institución y por tal motivo el trabajo se tuvo que retrasar un poco.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. AGRICULTURA**

La agricultura se define como un arte, el arte de cultivar la tierra y se refiere a los distintos trabajos de tratamientos de suelo y cultivo vegetales, por lo regular con fines alimenticios. Es un conjunto de acciones humanas que transforman el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo apto para el crecimiento de las siembras. Las actividades agrícolas son las que integran el llamado sector agrícola, y tienen su fundamento en la explotación del suelo o los recursos que este provee en forma natural o por la acción del hombre: cereales, frutas, hortalizas, pastos, forrajes y otra variedad de alimentos vegetales (RAE, 1998).

Investigaciones arqueológicas realizadas en distintas partes del mundo permiten identificar regiones en donde se encuentran los restos más antiguos de plantas cultivadas, mismas que son consideradas como probables centros de origen de la agricultura. Entre las regiones con restos más antiguos se tienen registradas hasta el momento la zona conocida como Creciente Fértil en el Medio Oriente, y Mesoamérica, sobre todo en la parte central de México. Se estima que en la primera región, la agricultura pudo haber empezado a utilizarse hace alrededor de 11 000 años, mientras que en Mesoamérica esto pudo haber ocurrido hace 9000 o 10 000 años. Otras regiones igualmente importantes son la zona andina de Perú, Ecuador y Chile; África ecuatorial; la región mediterránea; el sureste asiático y algunas regiones del norte de China (Casas, 1995).

La agricultura puede ser una fuente de crecimiento para la economía de una nación, crea oportunidades de inversión para el sector privado e impulsa en gran medida

industrias relacionadas con la agricultura y la economía rural no agrícola. Dos tercios del valor agregado de la agricultura se generan en los países en desarrollo. En los países agrícolas, la actividad es responsable, en promedio, del 29% del producto interno bruto (PIB) y emplea al 65% de la fuerza laboral. Las industrias y los servicios vinculados con la agricultura en las cadenas de valor a menudo representan más del 30% del PIB en los países en proceso de transformación y los urbanizados (Byerlee, 2007).

## **7.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL TOMATE**

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domesticadas en el país, es muy antigua y sus frutos eran empleados en la alimentación indígena de las zonas centro y sur de México. Además se hizo una recopilación de datos sobre la dispersión que sufrió el tomate; y se menciona que el tomate Mexicano fue enviado a España en el siglo XVI, donde se utilizó para sazonar los alimentos. En el siglo XVII en Italia constituyó un condimento en los principales platillos de ese país. Alrededor del siglo XVIII el tomate Mexicano fue conocido y consumido a nivel mundial; y posteriormente llegó a ser un artículo de consumo necesario en el siglo XIX (León y Arosamena, 1980; Rick, 1978; Yamaguchi, 1983).

Gracias a la gran adaptabilidad que posee el cultivo de tomate, es posible obtener elevadas producciones, ya que permite que se explote tanto en climas tropicales como templadas de diversas regiones del país (Rodríguez, 1998).



A nivel mundial el tomate ocupa el segundo lugar entre las hortalizas; y aunque México ocupa el décimo lugar en producción, le corresponde el tercero en comercialización del fruto; nacionalmente es la hortaliza más importante tanto por la generación de empleos como por la aportación de divisas derivadas de las exportaciones. La rentabilidad del cultivo está en función, entre otros factores, de la vida postcosecha pues de ella depende el éxito del proceso de comercialización, que es generalmente largo y el consumidor es exigente, lo cual obliga a producir frutos, con excelente calidad; una de las principales limitantes para lograr eso, es el abastecimiento balanceado de nutrimentos esenciales, ya que por su crecimiento rápido e intensiva producción, la planta de tomate requiere alta cantidad de nutrientes en periodos cortos (Gradae, 1999).

Las interacciones positivas y negativas entre macro y micronutrientes, pueden inducir alteraciones a nivel subcelular manifestados en cambios en tasas de divisiones y expansión celular, utilización y translocación de carbohidratos y ácidos orgánicos, fotosíntesis, respiración, etc.; la influencia neta de estos cambios se traduce finalmente en el rendimiento y fisiología de las cosechas (Fageria, 2001).

### **7.3. CLIMA REQUERIDO PARA EL CULTIVO DE TOMATE**

El tomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas (Hernán, 2009). En cuanto a los requerimientos de temperatura, se tiene que entre los 20 y 30°C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. El tomate es considerado como una planta de clima cálido, que tiene gran sensibilidad a las heladas, y a las temperaturas altas principalmente nocturnas, por lo que se

recomienda, para el establecimiento de este cultivo, un clima templado, con noches frescas y humedad relativa alta (Santiago y Mendoza, 1998).

### **7.3.1. SUELO REQUERIDO PARA EL CULTIVO DE TOMATE**

Aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil.

Suelos con temperaturas entre los 15 y 25°C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH debe estar entre 5,5 y 6,8 (Giacconi, 2004).

### **7.4. TUTORADO**



Figura 4. Imagen tutor en plantas

El tutor (Figura 4) es una cinta de plástico con tratamiento UV, estas deben medir como mínimo 2,20 metros para los crecimientos indeterminados y para los

crecimientos determinados debe medir 1,50 metros, ya que la planta de tomate se alarga conforme se va desarrollando. Debe evitar el uso de hilo de algodón o tipo ferretería ya que puede causar lesiones a la planta. Para sostener la planta a lo largo de la cuerda se pueden usar abrazaderas de plástico, las cuales se anillan al tallo por debajo del pecíolo de una hoja completamente desarrollada y resistente. También se puede tutorar la planta enrollándola a la cuerda, en el sentido de las manecillas del reloj, cada 2 o 3 hojas o una vuelta por cada racimo (Cooman, 2009).

## **7.5. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE TOMATE**

El tomate (Figura 5), es una hortaliza de gran demanda en el mercado nacional e internacional, forma parte de la dieta alimenticia de la población mundial; sin embargo, su cultivo presenta problemas de ataque de diversas plagas y enfermedades, principalmente de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.) y áfidos (*Myzus persicae* Sulz., y *Aphis* sp.) que transmiten diversas virosis, ocasionando grandes pérdidas en la producción de este cultivo. Bajo estas condiciones, se hace difícil el control de estos vectores, los cuales han presentado resistencia a los insecticidas comerciales. Esto ha llevado a que los productores tengan que aplicar indiscriminadamente altas dosis de diversos productos, generando incrementos en el costo de producción, en los niveles de contaminación del ambiente y de los frutos que se consumen en fresco, sin la posibilidad de incrementar sustancialmente su productividad.



**Figura 5. Imagen de planta y sus tomates.**

Esta planta posee una raíz pivotal fuerte, la cual frecuentemente se afecta durante la producción de plántulas para trasplante. En siembra directa, el sistema de raíces del tomate posee el potencial de alcanzar profundidades de más de 48 pulgadas, en algunos casos de hasta 120 pulgadas, cuando las condiciones del suelo le son bien favorables para su desarrollo. De la raíz principal se forma un sistema denso de raíces laterales fibrosas, con el potencial de alcanzar un radio de hasta 60 pulgadas. Cuando se utiliza la siembra de trasplantes, la planta tiende a desarrollar un sistema de raíces que se concentra en las primeras ocho a diez pulgadas del suelo. Este comportamiento también ocurre cuando el riego se realiza con mucha frecuencia o el agua llega a poca profundidad. De los nudos inferiores del tallo y ramas principales se pueden desarrollar raíces adventicias (Guillermo, 2007).

### **7.5.1. RIEGO EN TOMATE**

El riego agrícola como técnica o práctica de producción se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona

radical para que las plantas rindan la máxima producción (Alvarado, 2009). Se riega 0,5 litros de agua por planta 1 vez cada 3 o 5 días después del trasplante (Villasanti, 2013).

## **7.6. TRASPLANTE**

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente a las cuatro o cinco semanas después de la siembra. Un trasplante bien hecho es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero.

Antes del trasplante se aconseja levantar camas a una altura de mínima de 20 cm. Luego, se hace el trazado de los surcos y se marcan los sitios en los cuales irán ubicadas las plantas. En el sitio del trasplante se hace un hueco aproximadamente 5 cm de profundidad, ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va trasplantar. El suelo debe tener un adecuado nivel de humedad. Las plantas se van colocando con cuidado tratando de no deshacer el bloque de sustrato en el que están enraizadas (Escobar, 2009).

## **7.7. FERTILIZACIÓN DE LOS CULTIVOS EN INVERNADERO**

La programación de cultivos en invernadero depende, en gran medida, de la técnica de cultivo que se esté utilizando. Las plantas necesitan una serie de elementos esenciales para el desarrollo de su ciclo vital, de los cuales seis son requeridos en cantidades en cantidades grandes: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (Gálvez, 1996).

## 7.8. FERTILIZACIÓN DEL TOMATE

Stock dale et al., (2002) define la fertilidad del suelo como la capacidad para proveer las condiciones requeridas para el desarrollo de las plantas, como el resultado de procesos fisicoquímicos y biológicos que actúan juntos para proveer nutrimentos, agua, aire y estabilidad para la planta.

El análisis de suelo es la mejor herramienta desarrollada hasta el momento para decidir la cantidad de fertilizante a aplicar (Ruiz, 1983).

Los requerimientos de nutrientes de tomate por tonelada de fruta producida (cuadro1), son necesarios para un crecimiento y producción de un óptimo fruto.

Cuadro 1. Cantidad de nutrientes necesarias

Nutriente	Kg de nutriente/ t fruta
N	2,6
P	0,5
K	3,9
Ca	1,6
Mg	0,4

### **7.8.1. MACRONUTRIENTES EN LA PRODUCCION DE TOMATE**

El Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, constituyen aproximadamente el 5 a 7 % de la materia seca de la planta. El crecimiento de la planta puede reducirse notablemente cuando hay escasez en el suelo, o porque resulten no asimilables o porque no mantengan un equilibrio con los otros elementos esenciales (Díaz, 2013).

Nitrógeno, tiene numerosas funciones en la planta. El ion  $\text{NO}_3$  sufre transformaciones después esto es absorbido y reducido a la forma amino. Entonces es utilizado en forma de aminoácidos. Los aminoácidos son esenciales para la formación de proteínas y son considerados estos componentes de los mismos. En adición a aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y bases nitrogenadas, el nitrógeno es también componente de compuestos de otras plantas incluyendo nucleótidos, amidas y aminas. Por lo tanto el N juega un papel clave en muchas reacciones metabólicas (Ishizuka, 1978).

Potasio, es requerido para el normal desarrollo y crecimiento de los cultivos. Algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son: la osmoregulación, la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas (Maathuis y Sanders, 1994; Marschner, 1995).

Calcio, el calcio es absorbido por las plantas en su forma catiónica  $\text{Ca}^{++}$  y es parte constituyente de las sales en la solución del suelo. En el interior de la planta es un elemento poco móvil interviniendo en la forma de los pectatos de calcio de la

laminilla media de las células que intervienen en el proceso de absorción de los elementos. El calcio forma sales con los ácidos orgánicos e inorgánicos del interior de las células regulando la presión osmótica de la misma. Interviene en la formación de la lecitina, que es el fosfolípido importante en la membrana celular, siendo un factor importante en la permeabilidad de estas membranas. Igualmente actúa en la división mitótica de las células, en el crecimiento de los meristemos y en la absorción de nitratos (Gutiérrez, 2002).

Magnesio, es la base estructural de la molécula de clorofila y por ello esencial en el proceso de la fotosíntesis y la fijación de CO<sub>2</sub> como coenzima (Cakmak et al 1994).

### **7.9. ABONOS ORGANICOS EN LA AGRICULTURA**

Se define como materia orgánica del suelo al conjunto de residuos vegetales y animales de todas clases en diferentes grados de descomposición y transformación por acción de los microorganismos que se integran en dicho conjunto. La evolución de la materia orgánica en el suelo depende de varios factores: clima (humedad, temperatura), propiedades físicas y químicas del suelo (pH, salinidad) y en particular la composición química de los residuos. La materia orgánica tiene un marcado efecto sobre las condiciones físicas del suelo, al mejorar la estructura del mismo, y desempeña un papel importante en la fertilidad del suelo ya que aumenta su capacidad de retención de nutrimentos, mantiene algunos de los elementos en forma asimilable para las plantas y crea un ambiente más favorable al desarrollo de las raíces (Domínguez, 1996). Así mismo, El-Nagar (1996), indica que la materia orgánica contribuye al crecimiento de las plantas al mejorar la estructura del suelo, su aireación y retención de humedad, y que a la vez sirve como fuente de



nutrimentos esenciales como nitrógeno, fósforo y micronutrientes. La capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC) depende de la cantidad y la composición no solo de la arcilla sino también de la materia orgánica del mismo.

#### **7.10. LA HARINA DE PESCADO**

La elaboración de harina de pescado se origina a principios del Siglo XIX en el norte de Europa y en Norteamérica como un método de aprovechamiento del residuo proteico que se obtenía de la elaboración de aceite de arenque, el cual se desechaba o se podía utilizar como abono de tierra con muy buenos resultados. Hacia inicios del Siglo XX, a raíz de investigaciones científicas, se descubrieron las valiosas cualidades de la harina de pescado también para alimentación animal (Silva, 2003).

La harina de pescado y sangre contienen un 9.4% de N, 2.7% de P, y 0.8% de K. Tiene además una relación C:N de 4:8, normalmente se incorpora al suelo húmedo y se deja descomponer aeróbicamente durante 4 semanas (Gallardo, 2009).

#### **7.11. PEZ DIABLO**

Esta especie presenta una alta tasa reproductiva, un comportamiento de anidación que junto con sus hábitos nocturnos los hacen imperceptibles, y el cuidado parental que resulta en una alta supervivencia larval. Por otro lado, el desarrollo de escamas con fuertes espinas y placas óseas, en gran medida, explica la carencia de depredadores (Ramírez, 2010).

## **8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **UBICACIÓN DEL AREA DE TRABAJO**

La presente investigación fue realizada en el laboratorio de biotecnología y en un invernadero dentro de las instalaciones del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez , estado de Chiapas, delimitado por los paralelos 16°45´11” latitud norte y 93°06´56” longitud oeste.

### **ELABORACION DE HARINA DEL PEZ**

Para la elaboración de la harina del pez, lo primero que se realizó fue el lavado del pez.

Para después ser cortados con la ayuda de cierras y una base de metal se separó el hueso y la piel para la utilización de la carne.

La carne obtenida se coloca en una cubeta previamente desinfectada.

Los pedazos de carne obtenidos ya lavados con agua destilada, se introdujeron en una vaporera durante 20 minutos, para facilitar la extracción de grasa demás que tenía el pez diablo.

Después se emplea Fito prensa para la extracción de la grasa demás que tenía el pescado.

La carne obtenida de la Fito prensa se llevó a unas charolas para su secado, el secado se llevó a cabo en un secador con reflujo de aire el cual llevo un tiempo de 16 horas, permaneciendo 2 días para un mejor secado de la carne.

Una vez ya seca la carne se dispuso esta para su molienda, esta se llevó a cabo en una licuadora industrial, con el cual se molió la carne de pescado seca.

Después de haber obtenido la muestra de carne se pasó, está por los tamices 16, 80 y 100 para obtener la harina en una partícula que nosotros deseáramos.

## **ANÁLISIS PROXIMALES**

### **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

- Se Soltó el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado, y que esté limpio y seco.
- Se ajustó al 0 y 100 %.
- Se determinaron 3 g de la muestra pesada en la misma balanza y se distribuyó cuidadosamente y uniformemente en el platillo.
- Con la fuente de potencia debidamente ajustada, se bajó la tapa de la balanza a si la muestra comenzó a perder humedad y la manecilla se movió hacia arriba. Después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, se tomó la lectura, y ésta permaneció estable durante 2 minutos y se registró como porcentaje total de humedad (NOM-116-SSA1-1994).

### **DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO (MÉTODO SOXHLET)**

- Se colocó en un cartucho de asbesto una cama de algodón, más otro

pequeño que serviría para tapar la muestra, se llevó a peso constante en una estufa a 100-110°C.

- Una vez el cartucho a peso constante se le adiciono la muestra deshidratada (2g) y se tapó la muestra con la tapa de algodón.
- Se colocó el cartucho en el equipo armado (Figura 6) en posición de reflujo.

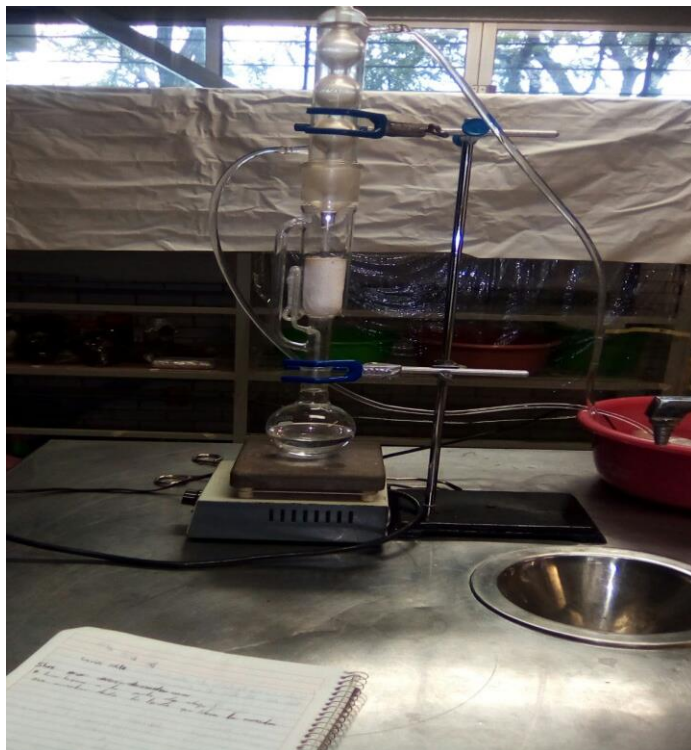


Figura 6. Equipo soxhlet armado

- Se le adiciono 150 ml de éter al matraz y se encendió la parrilla
- Se mantuvo el reflujo por 4 horas, hasta que se completó la extracción de grasa.
- Se retiró el cartucho ya sin grasa y se mantuvo al aire para que se evaporara todo el solvente; cuando dejo de oler a éter, se colocó en la estufa a peso constante a 100-110°C. Se enfrió en el desecador por 25 minutos y se pesó.

- La muestra se guardó para el análisis de fibra cruda.
- La fórmula aplicada aparece en el anexo 1 (NMX-F-615-NORMEX-2004).

### **DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA**

- Se colocó en un matraz de bola 2 gramos de muestra libre de grasa y en base seca.
- Después, se le adicionó 150 ml de ácido sulfúrico al 1.25%, se conectó el matraz a un condensador en posición de reflujo y se hirvió durante 30 minutos. Se ajustó con tela de algodón, al que previamente se le paso agua caliente.
- Una vez filtrada la muestra se le realizaron varios lavados con agua hirviendo hasta eliminar el ácido de la muestra.
- Se vertió de nuevo la muestra al matraz sin solución y se le adiciono 150 ml de NaOH al 3.25%.
- Se colocó el refrigerante en posición de reflujo, se calentó durante 30 minutos, y se dejó reposar la muestra durante 1 minuto.
- Posteriormente, se vertió la muestra en un embudo Buchner provisto de papel filtro a (peso constante). Se realizaron lavados con agua caliente hasta que se eliminó el ácido de la muestra, se lavó con 50 ml de alcohol y con 50 ml de éter.
- Se pasa papel filtro a una capsula de porcelana, se pone a peso constante (100°C) y por diferencia de pesos se determina el residuo en el papel filtro.

- Finalmente, se calcino el papel con la muestra y el peso de las cenizas se le resta el peso del residuo del papel filtro para conocer el peso de la fibra (NMX-F-613-NORMEX-2003).
- La fórmula aplicada aparece en el anexo 2.

#### **DETERMINACIÓN DE PROTEINAS MÉTODO KJELDAHL**



Figura 7. Matraz de digestión Kjeldahl conectado a un refrigerante.

- Se pesaron 0.15 gramos de muestra seca en papel arroz libre de nitrógeno, se dobló el papel cuidadosamente evitando la caída de la muestra y se colocó en un matraz Kjeldahl (seco).
- Se adicionaron 0.5 gramos de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición del ácido sulfúrico.

- Se colocó el matraz en una parrilla de digestión, se calentó al principio a baja temperatura hasta que alcanzó una ebullición homogénea y después se aumentó la temperatura; y el matraz se giraba ocasionalmente.
- Se calentó la muestra hasta su completa oxidación.
- La mezcla al oxidarse tomo un color verde claro.
- Terminada la digestión, se enfrió el matraz en la campana para extracción de gases.
- Se vació la muestra digerida a un matraz de destilación de 500 ml y se lavó el matraz micro Kjeldahl con pequeñas porciones de agua destilada y se vació las aguas de lavado al matraz de destilación.
- Al matraz de destilación se le agregaron 200 ml de agua destilada, 1 ml de Tiosulfito de sodio al 10% y lentamente se le adiciono 15 ml de sodio al 40%.
- El matraz Kjeldahl (Figura 7) se adaptó a un sistema de destilación, a la salida del refrigerante se adaptó una manguera con un tubo termina el cual se colocó dentro de un matraz Erlenmeyer que contenía 10 ml de solución de ácido bórico al 4% y unas gotas de indicador de rojo de metileno con azul de metilo.
- El matraz de destilación se agito con movimiento circular, para que se mezclara su contenido lentamente y se calentó (el contenido de destilación paso de color verdoso a pardo).
- Las primeras gotas del destilado viraron el color del indicador de violeta a verde (Figura 8).



Figura 8. Cambio de color de destilado.

- La destilación se detuvo hasta que al tomar el PH esta no dio alcalinidad.
- Se retiró el matraz receptor, apagando la parrilla, se lavó el refrigerante con agua destilada, se vació sobre el destilado y este se tituló con una solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

La fórmula aplicada aparece en el anexo 3, (NMX-F-068-S-1980).

### **DETERMINACION DE CENIZAS**

- En un crisol a peso constante, se colocaron 3 gr de muestra por analizar, se sostuvo el crisol con una pinza y con un mechero Bunsen se quemó lentamente el material hasta que ya no desprendía humos.
- Se llevó el crisol a la mufla y se llevó acabo la calcinación completa.



- Se dejó enfriar en la mufla, se colocó en el desecador para su completo enfriamiento y determinar la masa del crisol con cenizas (NMX-F-607-NOMRMEX-2002).
- La fórmula aplicada aparece en el anexo 4.

**ANTES DE MEDIR LAS VARIABLES MORFOMETRICAS, SE ANALIZÓ EL SUELO QUE SE MEZCLARÍA CON LA HARINA PARA EL CULTIVO DE TOMATE.**

Se analizaron las características fisicoquímicas del suelo.

Las cuales fueron las siguientes:

Humedad.

Textura.

Conductividad eléctrica.

## **PH**

Se pesaron 10 gramos de suelo tamizado dentro de un frasco, al cual se le agregaron 25 ml de agua destilada (relación 1:2.5) y se revolvió durante 1 minuto.

Se tomó la lectura con un potenciómetro.

## **HUMEDAD**

Para la medición de la humedad se pesaron 15 gramos de suelo tamizado, y se puso a secar en un horno a 105°C por 24 horas, para después determinar su humedad, sus fórmulas aparecen en el anexo 5.

## **TEXTURA**

Se pesaron 50 gramos de suelo y se agregó este, en un vaso de precipitado con un poco de agua para después agregarle 10 ml del dispersante hexametáfosfato de sodio (concentración 50 g/l). Se agitó este por 10 minutos y se colocó en una probeta de 1 L y se aforó con agua destilada.

La probeta con las muestras se agitaron por 1 minuto para homogenizarlas. Se tomó la primera lectura después de los 40 segundos con el densímetro Bouyocus y la temperatura con un termómetro.

Se dejó reposar por 2 horas y se tomó la segunda lectura y temperatura.

Para después mediante los resultados obtenidos medir el porcentaje de arcillas y arenas, contenidas en el suelo, sus fórmulas a parecen en el anexo 6.

## **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

En un vaso de precipitado se pesaron 200 gramos de suelo y se le agregó agua, hasta que se formó pasta en su punto de saturación, se tapó este y se guardó en el refrigerador por 24 horas.

La muestra al pasar las 24 horas se sacaron del refrigerador y se colocaron en un embudo Buchner el cual contenía papel filtro y al filtrado se le determina la conductividad eléctrica por medio de un conductímetro.

## **MEDICION DE VARIABLES MORFOMETRICAS**

Lo primero que se realizó fue trasplantar 20 tomates en bolsas negras de plástico con suelo, el cual no contenía harina, estas bolsas se etiquetaron de azul y se les asignó un número a cada planta desde el 1 hasta el 20, a estas muestras se les denominó tratamiento control.

Después se elaboraron mezclas de suelo (previamente analizada) con la harina, estas se colocaron en bolsas de plástico negro, para 15 días después, trasplantar las plantas de tomate, las cuales eran 20 igual a la anterior muestra. Después de realizado esto se les colocó una etiqueta de color naranja y a cada planta se le asignó un número del 1 al 20, se le denominó a las muestras, harina 15 días antes del trasplante.

Se realizó otro tratamiento, el cual era el tercero, a este se le asignó una etiqueta verde la cual se le denominó tratamiento al momento del trasplante. Esta al igual que el tratamiento naranja contenía harina, con la excepción de que se le asignó harina en el momento que se estaba trasplantando la planta. Igualmente que los dos tratamientos anteriores era la misma cantidad de plantas y enumerados de la misma forma.

Los 3 tratamientos fueron asignados en líneas de 10, cada bolsa con su respectivo color.

Posteriormente ya que los 3 tratamientos comenzaron a desarrollarse, se empezaron a medir las variables morfométricas (medición de diámetro de tallo, altura de la planta de tomate y clorofila).

Para medir las variables morfométricas. Se ocuparon: Bernier, cinta métrica y el clorofilómetro.

El Bernier se ocupó para la medición del diámetro del tallo, de las cuáles se realizaron 2 repeticiones, para cada planta.

La cinta métrica se ocupó para la medición de la altura de la planta.

El clorofilómetro se ocupó para la medición de la clorofila (color de la hoja de la planta), de estas se realizaron 3 repeticiones.

Las mediciones realizadas a una planta, fueron de las 3 variables morfométricas.

La primer medida que se realizó, se le dio el nombre de día cero.

El séptimo día después del día cero, ya que las plantas estaban un poco más desarrolladas se comenzaron a colocar los tutores, que eran hilos atados a unos tubos que sostenían la protección del invernadero.

Estos tutores (Figura 10) servían para que la planta se desarrollará hacia arriba y no hubiera problema de que la planta se enredará con otra.



Figura 10. Planta con sus respectivos tutores.

Las mediciones realizadas después del día cero, se realizaron cada 7 días hasta el día 56.

## 9. RESULTADOS

### RESULTADOS DE LOS ANALISIS PROXIMALES

Muestra	Humedad g/100g	Cenizas g/100g	Proteína g/100g	Fibra Cruda	Extracto Etéreo g/100g
Harina de pescado	6,1437	31,1332	46,2231	0,000	16,1459

### RESULTADO DE SUELO ANALIZADO

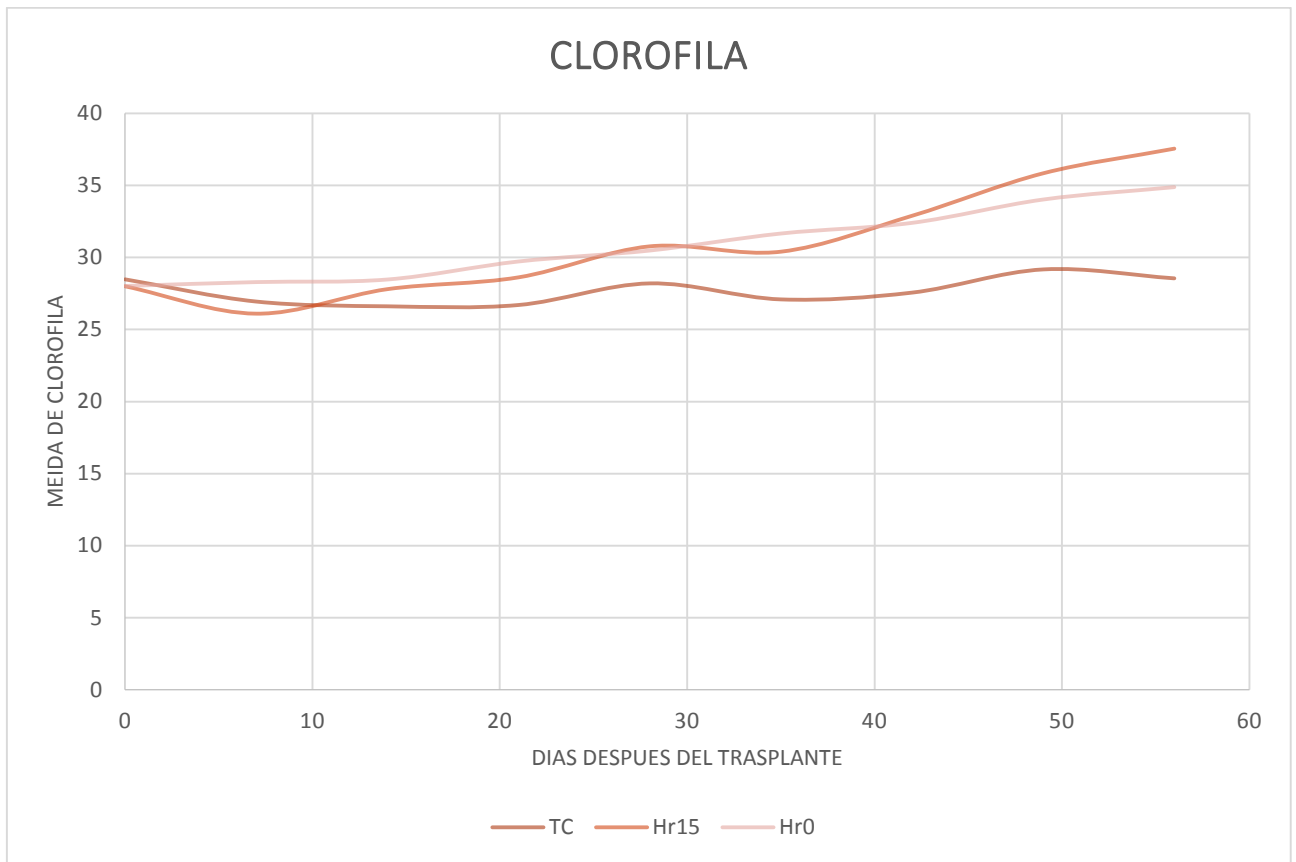
PH	HUMEDAD	TEXTURA	CE(Conductividad eléctrica) $\frac{ds}{m}$
8.14	27%	Franco arcilloso	0.60

El suelo tiene un pH alcalino. La textura del suelo es media y es bajo en nivel de sales (CE).

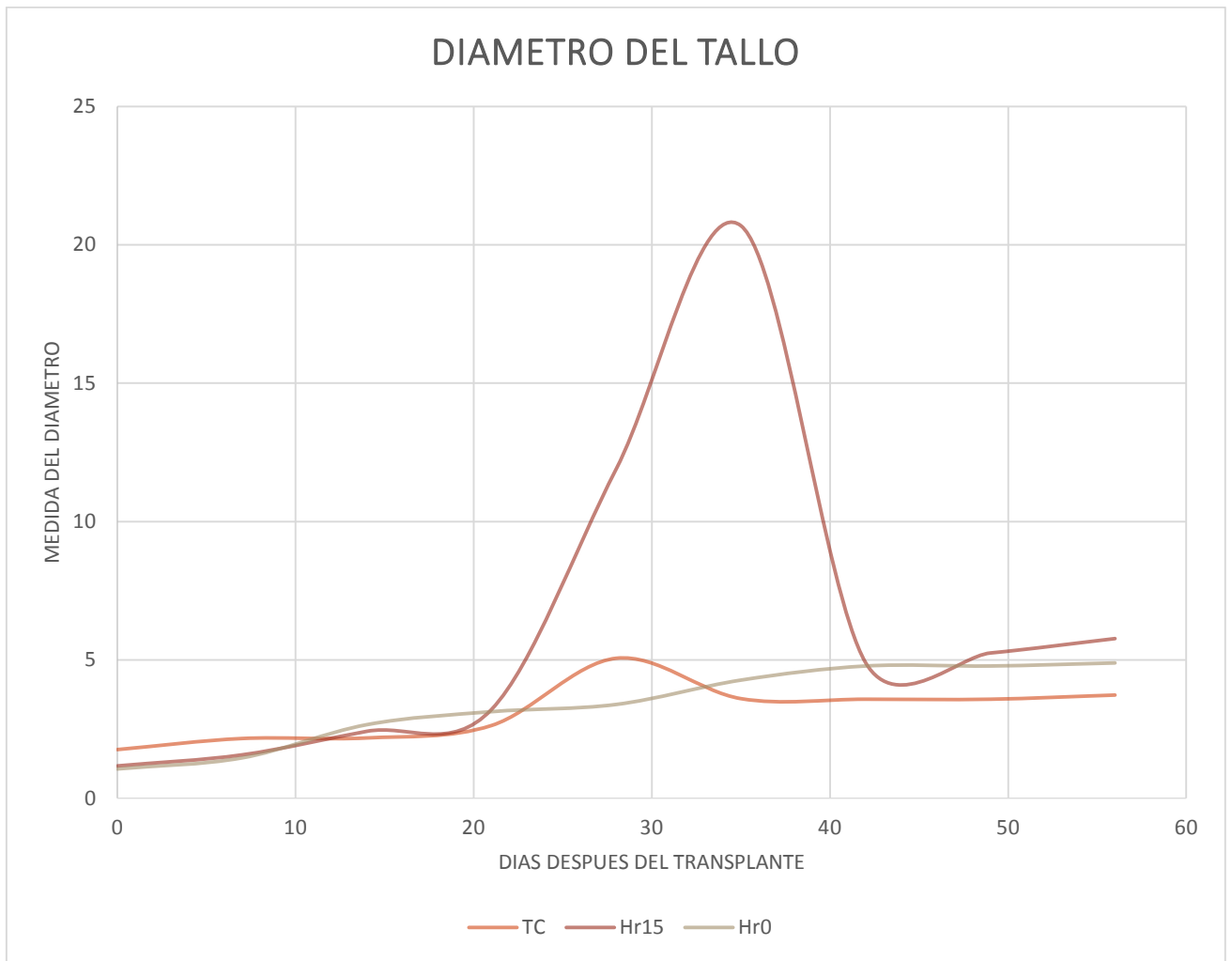
### GRÁFICAS DE RESULTADOS DE VARIABLES MORFOMETRICAS

Los cálculos para para cada uno de los datos de las tablas, se hicieron en base a los días y sus tratamientos por su repetición, para así obtener cada una de las gráficas que se pueden observar.

La desviacion estandar se cálculo en base a los resultados de todas las mediciones realizadas, los datos del anexo 7, 8 y 9. Estos datos son un promedio de las mediciones que se realizaron.

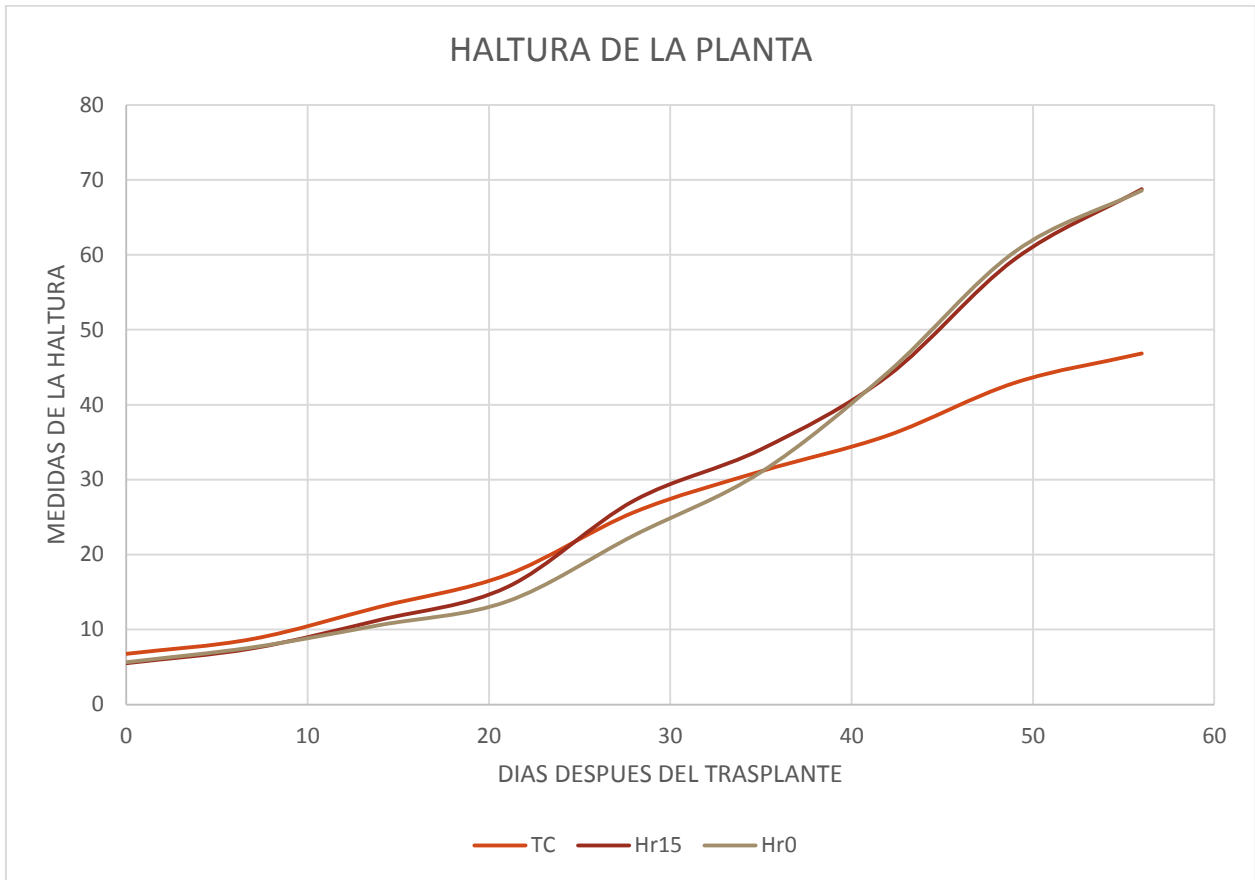


Las tablas de las cuáles se sacaron lo datos, para graficar vienen dados en el anexo7.



Las tablas de valores para esta gráfica, vienen dados en el anexo 8.





Tablas de valores en el anexo 9.

**TC= TRATAMIENTO CONTROL.**

**Hr15= HARINA 15 DIAS ANTES DEL TRASPLANTE.**

**Hr0= HARINA AL MOMENTO DEL TRASPLANTE.**

En el anexo 10 se encuentran las fórmulas de cómo fueron calculadas las desviaciones estándar.

## **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el siguiente proyecto:

El tratamiento al cuál se aplicó harina 15 días antes del trasplante fue el más efectivo. Porque los nutrientes se distribuyeron con más tiempo que los otros tratamientos. De los cuales a uno no se le aplicó harina, que fue el tratamiento control y el otro que se le aplicó la harina al momento del trasplante.

El funcionamiento como fertilizante de este pescado fue el esperado, ya que al tratamiento control, al cual no se le agregó fertilizante tuvo, un menor desarrollo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso de la harina de este pescado, ya que esta puede utilizarse no solo para fertilizante, si no para otros productos alimenticios, tanto humano como animal.

También se recomienda su producción ya que el valor en el mercado del pez diablo es económico y así poder contribuir para el control de su población.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

### BIBLIOGRÁFICAS

Casas, Alejandro y Caballero, Javier. (1995). Domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. Ciencias, núm. 40, octubre-diciembre. pp. 36-45. (En línea).

Cakmak, I., Yacizi M. (2010). Magnesium: A Forgotten Element in Crop Production. *Bettters Crops*, 94(2), 23-25.

FAO (Food and Agriculture organization of the United Nations). (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Consultado enero, 2018.

FAGERIA, V. D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition* 24(8): 1269-1290.

Gálvez, J., & Naredo, M. (1996). *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo*, Madrid, España, Visor.

Geraud, Chirinos, Marin, C. (1995). Desarrollo de la planta de tomate, *Rev de agronomía*, 12 (1), 1-9.

Gallardo, I., Torres, L., Escalera, C., Gálvez, G., Estrada, S. (2012). Tamaño de partícula y tiempo de aplicación pre-siembra de harina de pescado, *Rev redalyc*, 30(2), 147-155.

Gallardo, I. (2009). Tamaño de partículas y tiempo de aplicación de la harina de pescado (Tesis de posgrado). Instituto Politécnico Nacional, Jiquilpan, México.

GRAGEDA, G. J. 1999. La Fertilización en Hortalizas. Folleto Técnico No. 19. INIFAP-CIRNO-CECH. Hermosillo, México. 62 p.

Instituto de desarrollo agropecuario (2017). Manual de cultivo de tomate bajo invernadero. 110 p.

Ishizuka, V. (1978). Nutrient deficiencies of crops. ASPAC. 14 Wenchow street, Taipei Taiwan, Republic of China.

León, G.H., & Arosamena, M. (1980). El cultivo del tomate para consumo en fresco en el Valle de Culiacán. CIAPAN-CAECAV. México.

Lourdes, S. (2001). Efeito da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos, no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação, Hortic. Bras., 19 (1), 53-59.

Mendoza., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Alvares y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversitas 70: 1-5.

NMX-F-607-NORMEX-2002. Alimentos- Determinación de cenizas en alimentos.

NMX-F-068-S-1980. Norma oficial para determinar proteínas por el método kjedahl.

NMX-F-613-NORMEX-2003. Alimentos. Determinación de fibra cruda en alimentos.

NMX-F-615-NORMEX-2004. Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos. Simón de León. Análisis de alimentos vol.1. 1985.

NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.

Ortiz, S. (2003). Elaboración de harina de pescado (Tesis de pregrado). Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina.

Rincon, H. (2003). Calidad y producción de tomate de bola (*Lycopersicon esculentum*) bajo el sistema de cultivo sin suelo (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

RAE (1998). Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española. España. 1848 p.

Rodríguez, J. (1998). Efecto del Nitrógeno, Fosforo y Potasio en el crecimiento y producción de plántulas de tomate. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.

Stockdale, E., Shepherd, M.A., Fortune, S. and Cuttle, S.P. (2002). Soilfertility in organic farming systems - fundamentally different? Soil Use and Management Volume 18, Issue 1, Date: September 2002, Pages: 301-308.

## **VIRTUALES**

<http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/produccion-de-tomates-en-invernadero-en-mexico/>.

## 12. ANEXOS

### ANEXO 1

Para el cálculo del porcentaje de extracto Etéreo se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{(a-b)*100}{m}$$

Donde:

a= peso del cartucho con la muestra desengrasada.

b= peso del cartucho vacío, a peso constante.

m= peso de la muestra seca en gramos.

### ANEXO 2

Calculo del porcentaje de fibra cruda:

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(a-b)*100}{m}$$

a= peso del crisol con el residuo a peso constante, en gramos, menos el peso del papel filtro libre de cenizas.

b= peso del crisol con el residuo calcinado, en gramos.

m= peso de la muestra seca más la grasa en gramos.

### ANEXO 3

Calculo de porcentaje de proteínas:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCL} * N * 0.014 * 100}{\text{muestra en gramos}}$$

% de proteína = % de nitrógeno \* factor (nitrógeno orgánico y el amoniacal presente).

#### ANEXO 4

Calculo de porcentaje de cenizas:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(a-b)*100}{100}$$

a= peso de la crisol con las cenizas.

b= peso de la crisol vacío.

m= peso de la muestra en gramos.

#### ANEXO 5

Calculo de Humedad:

$$HUMEDAD = \frac{\text{peso del suelo} - \text{peso del suelo seco}(105^{\circ}\text{C})}{\text{peso del suelo seco}(105^{\circ}\text{C})}$$

#### ANEXO 6

Calculo de textura:

$$\% \text{limos} + \% \text{arcillos} = \frac{1er \text{ lectura} + (T1 - 20) * 0.36}{\text{peso del suelo}} * 100$$

$$\% \text{ arcillos} = \frac{2da \text{ lectura} + (T2 - 20)0.36}{\text{peso del suelo}} * 100$$

$$\% \text{ arena} = 100 - (\% \text{limos} + \% \text{arcillos})$$



## ANEXO 7

T\D	0	7	14	21	28	35	42	49	56
TC	28.48 ± 3.11	26.94 ± 4.56	26.61 ± 4.98	26.70 ± 5.32	28.20 ± 6.19	27.09 ± 6.83	27.56 ± 7.76	29.17 ± 7.19	28.55 ±10.09
Hr15	28 ±2.44	26.1 ±2.9	27.8 ±3	28.62 ±3.82	30.77 ±3.95	30.4 ±4.35	32.89 ±3.54	35.84 ±5.44	37.55 ±6.56
Hr0	28.02 ±2.6	28.29 ±5.89	28.47 ±6.44	29.72 ±6.34	30.48 ±6.59	31.66 ±7.07	32.40 ±7.87	34.024 ±9	34.88 ±10.2

T= tratamiento

D= día

## ANEXO 8

T\D	0	7	14	21	28	35	42	49	56
TC	1.76 ±0.26	2.16 ±0.73	2.18 ±0.43	2.63 ±0.48	5.06 ±0.59	3.6 ±0.65	3.58 ±0.65	3.58 ±0.6	3.73 ±0.67
Hr15	1.17 ±0.4	1.57 ±0.4	2.42 ±0.89	3.21 ±0.8	11.9 ±0.85	20.69 ±0.8	4.90 ±0.63	5.25 ±0.9	5.77 ±0.88
Hr0	1.06 ±0.35	1.46 ±0.51	2.66 ±0.68	3.13 ±0.72	3.39 ±0.76	4.27 ±0.67	4.78 ±0.88	4.78 ±0.74	4.89 ±0.89

T= tratamiento

D= día

## ANEXO 9

T\D	0	7	14	21	28	35	42	49	56
TC	6.76 ±1.3	8.76 ±1.3	13.05 ±2.27	17.31 ±4.06	25.64 ±8.32	31.11 ±7.83	35.90 ±8.30	42.92 ±8.81	46.83 ±8.93
Hr1	5.51 ±2.0	7.51 ±2.09	11.30 ±3.69	15.66 ±5.46	27.20 ±10	34.03 ±9.52	43.85 ±12.31	59.42 ±19.71	68.75 ±23.08
Hr0	5.64 ±2.9	7.64 ±3.45	10.61 ±5.19	13.75 ±7.64	22.57 ±10.46	31 ±15.02	44.31 ±22.27	60.40 ±32.44	68.57 ±29.25

T= tratamiento

D= día

## ANEXO 10

Calculo de desviación estándar:

1. Sacamos el promedio de una columna( $X$ )

2. Valor de un dato de la columna ( $x_i$ )

3. Calculo de la media:

$$x_i - X$$

4. Se calcula el cuadrado de la media:

$$(x_i - X)^2$$

5. Calculamos la de suma de los cuadrados de las medias

$$\sum(x_i - X)^2$$

6. Por último se divide el resultado de la suma de los cuadrados de las medias, entre el número total de datos de la columna. El resultado que nos da se eleva a la potencia 0.5 y ese es el resultado de nuestra desviación estándar.

$$deviacion\ estandar = \left( \frac{\sum total(x_i - X)^2}{N_{total\ de\ datos\ de\ la\ columna}} \right)^{0.5}$$