

**CENTRO EDUCATIVO CRUZ AZUL A. C.
CAMPUS CRUZ AZUL, HIDALGO.
CLAVE DE INCORPORACIÓN: 6910**

Título:

Hongo come plástico

Clave de registro:

CIN2018A10112

Escuela de procedencia:

Centro Educativo Cruz Azul, campus Cruz Azul, Hidalgo.

Autores:

**Carolina Mayorga Leyva
Rubén Cesar Mendoza Téllez
Renee Del Carmen Soberanes Ramírez
Graciela Del Carmen Soberanes Ramírez**

Asesor:

Elvia Velasco Pérez

Área de conocimiento:

Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud

Disciplina:

Medio Ambiente y Biología.

Tipo de investigación:

Experimental

Lugar y fecha:

Cd. Cooperativa Cruz Azul, Hgo.a 15 de febrero de 2018




Contenido

Resumen ejecutivo:.....	2
Resumen.....	4
Sumamry.....	4
Palabras claves:.....	5
Introducción:.....	5
Fundamentación Teórica:.....	6
Metodología.....	13
Resultados:.....	14
Análisis de resultados:.....	17
Conclusiones:.....	17
Aparato Crítico:.....	17

Resumen ejecutivo:

México se encuentra entre los principales consumidores de bebidas embotelladas en el mundo y de las 800 mil toneladas de PET que se producen cada año sólo 15 por ciento se recicla, señaló el legislador René Fujiwara Montelongo. Sin embargo, precisó, de las 800 mil toneladas de PET que se producen, sólo se reciclan poco más de 100 mil toneladas.

Existe una investigación en la que un grupo multidisciplinario de científicos mexicanos, pertenecientes al Centro de Investigación de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), encontró un hongo fitopatógeno que tiene la capacidad de degradar un aditivo de los plásticos en tan solo 60 horas, se trata del hongo *Fusarium culmorum*, el cual produce unas enzimas llamadas cutinasas, las cuales tienen el poder de degradar plastificantes. Las cutinasas son enzimas que catalizan la hidrólisis del polímero

lipídico cutina, un componente estructural de la cutícula de las plantas. Estas enzimas muestran propiedades catalíticas de esterasas y lipasas, debido a que pueden hidrolizar ésteres solubles y triacilgliceroles, además de las reacciones inversas de síntesis en medios con baja actividad de agua. Son diversos hongos los que estudiaron, hongos comestibles y hongos fitopatógenos, es decir, que infectan las plantas, en base a uno de los hongos comestibles que se están estudiado, planean lanzar un artículo de degradación de plastificantes empleando *Pleurotus ostreatus*, que es el hongo comestible conocido como seta, este también degrada el compuesto, pero no lo mineraliza totalmente, debido a que *Fusarium culmorum* produce mayor cantidad de cutinasas que *Pleurotus ostreatus*, sin embargo, el hongo seta es un hongo comestible delicioso y altamente nutritivo, y su diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo, además de que este es un poco más amigable con el resto de las plantas y también tener la capacidad de degradar el plástico.

El polietileno tereftalato (PET, PETE), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas. Esto ocasiona que los productos fabricados con dicho material no puedan calentarse por encima de dicha temperatura (por ejemplo, las botellas fabricadas con PET no pueden calentarse para su esterilización y posterior reutilización). Este tipo de hongos se puede producir a lo largo de todo el año gracias al uso y desarrollo de invernaderos especiales con controles de luz, temperatura y humedad.

Para la creación de este proyecto, en el cual utilizaremos el hongo seta como degradador de PET, fue necesario conocer la producción del hongo seta, Escobedo (2013), esta comprende 2 etapas: La producción de semillas y la producción del hongo, las cuales después de realizarlas de forma correcta y de haber esperado el tiempo necesario, comenzaremos con el periodo de incubación, en donde las bolsas ya incubadas se colocan en cajas de cartón o estantes, en lugares cerrados y oscuros, por espacio de 15 a 20 días, hasta que aparezcan los primordios de los hongos, los cuales, al mismo tiempo de ayudar al crecimiento del

hongo seta, irán realizando el proceso de degradación de PET, ya que junto con el proceso normal para el crecimiento, también añadiremos pequeños pedazos de plástico, de los cuales el hongo se irá apoyando, junto con la producción de cutinasas.

De esta forma llegamos a construir la siguiente Hipótesis “El hongo seta generará un nivel de degradación de plástico en un 80 % en un lapso de 3 semanas y podrá ser utilizado para continuar la degradación de PET”

Resumen

México se encuentra entre los principales consumidores de bebidas embotelladas en el mundo y de las 800 mil toneladas de PET que se producen cada año sólo 15 por ciento se recicla, señaló el legislador René Fujiwara Montelongo. Sin embargo, precisó, de las 800 mil toneladas de PET que se producen, sólo se reciclan poco más de 100 mil toneladas. Las cutinasas son enzimas que catalizan la hidrólisis del polímero lipídico cutina, un componente estructural de la cutícula de las plantas. Estas enzimas muestran propiedades catalíticas de esterasas y lipasas, debido a que pueden hidrolizar ésteres solubles y triacilglicerolos, además de las reacciones inversas de síntesis en medios con baja actividad de agua. El polietileno tereftalato (PET, PETE), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas. Esto ocasiona que los productos fabricados con dicho material no puedan calentarse por encima de dicha temperatura (por ejemplo, las botellas fabricadas con PET no pueden calentarse para su esterilización y posterior reutilización). El hongo seta es un hongo comestible delicioso y altamente nutritivo. Su diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo. Este tipo de hongos se puede producir a lo largo de todo el año gracias al uso y desarrollo de invernaderos especiales con controles de luz, temperatura y humedad.

Sumamry

Mexico is among the main consumers of bottled beverages in the world and of the 800 thousand tons of PET that are produced each year only 15 percent is recycled, said legislator René Fujiwara Montelongo. However, he said, of the 800 thousand tons of PET produced, only a little more than 100 thousand tons are recycled. Cutinases are enzymes that catalyze the hydrolysis of the lipid polymer cutin, a structural component of the cuticle of plants. These enzymes show catalytic properties of esterases and lipases, because they can hydrolyze soluble esters and triacylglycerols, in addition to the reverse synthesis reactions in media with low water activity. Polyethylene terephthalate (PET, PETE), is a plastic polymer, linear, with a high degree of crystallinity and thermoplastic in its behavior, which makes it suitable to be transformed through extrusion, injection, injection-blow and thermoforming processes. It is extremely hard, resistant to wear, dimensionally stable, resistant to chemicals and has good dielectric properties. This causes that the products made with this material can not be heated above said temperature (for example, bottles made with PET can not be heated for sterilization and subsequent reuse). Mushroom “seta” is a delicious and highly nutritious edible fungus. Its diameter ranges between 5 and 15 cm, depending on the age of the fungus. This type of mushrooms can be produced throughout the year thanks to the use and development of special greenhouses with light, temperature and humidity controls.

Palabras claves: Hongo seta, plástico, PET, degradación, medio ambiente.

Introducción:

Este proyecto es creado debido a la problemática que existe con la cantidad de PET que se genera y se desperdicia, solo en México se generan 800 mil toneladas de PET al año (1), debido a este problema se han intentado plantear gran número de soluciones, entre ellas se encuentra el caso de que un grupo multidisciplinario de científicos mexicanos (2), liderado por la doctora Carmen Sánchez, adscrita al centro de investigación de ciencias biológicas de la universidad autónoma de Tlaxcala (UAT), ellos encontraron un hongo fitopatógeno que tiene la capacidad de degradar un aditivo de los plásticos en tan solo 60 horas, por lo tanto elegimos el PET porque es el único plástico que no genera dioxinas cancerígenas, esto nos lleva a la pregunta:

¿Podemos lograr que el hongo seta cumpla la función de degradar plástico?

El objetivo de este proyecto, es observar la degradación del PET con ayuda de las cutinasas del hongo seta y ayudar en forma alternativa al medio ambiente a reducir la cantidad de PET, además de producir un alimento rico en nutrientes.

Fundamentación Teórica:

Dentro de los antecedentes Sánchez (2016) con un grupo multidisciplinario de científicos mexicanos, liderado por la doctora Carmen Sánchez, adscrita al Centro de Investigación de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), encontró un hongo fitopatógeno que tiene la capacidad de **degradar un aditivo de los plásticos** en tan solo 60 horas, se trata del hongo *Fusarium culmorum*, el cual produce unas enzimas llamadas cutinasas, las cuales tienen el poder de degradar plastificantes que son aditivos del policloruro de vinilo (PVC), explicó Carmen Sánchez, experta en hongos, los plastificantes, también conocidos como ftalatos, proporcionan flexibilidad a los plásticos que los contienen. En este estudio que lleva por nombre Degradación de plastificantes empleando hongos filamentosos participan investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Iztapalapa, y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).

Esta investigación es relevante porque el plástico tarda en degradarse entre **100 y mil años**, dependiendo de su composición química, razón por la cual representa una amenaza para el medio ambiente una vez que se desecha.

En entrevista para la Agencia Informativa Conacyt, la científica, quien también es miembro nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), dio más detalles de este estudio que ya fue reportado en la revista *Science of the Total Environment*.

De la entrevista se rescata lo siguiente, son diversos hongos los que estudiaron, hongos comestibles y hongos **fitopatógenos**, es decir, que infectan las plantas.

En el artículo que acabamos de publicar, dice, es empleado el hongo fitopatógeno *Fusarium culmorum* y estamos escribiendo un artículo de degradación de plastificantes empleando ***Pleurotus ostreatus***, que es el hongo comestible conocido como **seta**.

En cuanto a degradación, el hongo *Fusarium culmorum* mineraliza completamente el plastificante, es decir, lo degrada por completo. *Pleurotus ostreatus* también degrada el compuesto, pero no lo mineraliza totalmente. Esto es debido a que *Fusarium culmorum* produce mayor cantidad de cutinasas que *Pleurotus ostreatus*.

El hongo *Fusarium culmorum* se encuentra en los plastificantes, en las tintas que se usan en las industrias papeleras y como componentes de los adhesivos que se encuentran en los sobres de papel y cajas de cartón.

Fusarium culmorum es un hongo fitopatógeno que infecta las plantas dada su habilidad de producir unas enzimas que se llaman cutinasas. La producción de estas enzimas hace que la cutina que se encuentra en la pared de las plantas sea degradada, lo que facilita el proceso de infección en estas. Pero gracias a esta habilidad de los hongos de producir dichas enzimas, que para las plantas representa una “desgracia”, para el fin que nosotros perseguimos esto es una “bendición”. Esto es, las enzimas cutinasas son capaces de romper los enlaces ésteres que se encuentran en los plastificantes como di (2-etilhexil) ftalato y dibutil ftalato y, de esta manera, iniciar el proceso de degradación de algunos plásticos como el PVC. Se ha reportado que estos plastificantes actúan como disruptores endocrinos. Esto quiere decir que además de contaminar el medio ambiente también pueden dañar la salud humana.

Se realizaron experimentos empleando el compuesto puro; por ejemplo, el di (2-etilhexil) ftalato es degradado en 60 horas de crecimiento (hablamos de una concentración de mil miligramos por litro). Lo importante es que ahora ya tenemos el organismo productor de dichas enzimas, asegura la investigadora.

Las cutinasas han sido aisladas principalmente de hongos, siendo la más estudiada la cutinasa de *Fusarium solani*. Sin embargo, en los últimos años ha habido un mayor interés por la búsqueda de catalizadores con nuevas propiedades, por lo cual se han aislado y

estudiado cutinasas en otras fuentes. En este trabajo se analizan la clasificación y estructura de estas enzimas, fuentes y medios de producción, y se profundiza en algunas áreas de aplicación con mayor auge en la actualidad.

Se encontró también que México, Notimex (2015) y Cardona (2012), dicen que se encuentra entre los principales consumidores de bebidas embotelladas en el mundo y de las **800 mil toneladas de PET** que se producen cada año sólo 15 por ciento se recicla, señaló el legislador René Fujiwara Montelongo. Sin embargo, precisó, de las 800 mil toneladas de PET que se producen, sólo se reciclan poco más de 100 mil toneladas. De acuerdo con la Asociación Nacional de Industrias del Plástico, la del reciclaje en México asciende a tres mil millones de dólares anuales, y aunque mantiene un crecimiento de 10 por ciento al año, se encuentra lejos de la labor que realizan otros países como Estados Unidos y algunos de Europa.

Las cutinasas, menciona Castro- Ochoa (2010), son enzimas que catalizan la hidrólisis del polímero lipídico cutina, un componente estructural de la cutícula de las plantas. Estas enzimas muestran propiedades catalíticas de esterasas y lipasas, debido a que pueden hidrolizar ésteres solubles y triacilgliceroles, además de las reacciones inversas de síntesis en medios con baja actividad de agua. Esa versatilidad ha promovido su aplicación en áreas como la industria de alimentos, detergentes, producción de biodiesel, degradación enzimática de sustancias tóxicas y polímeros sintéticos.

El **polietilen tereftalato** (PET, PETE), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos y tiene buenas propiedades dieléctricas. El PET tiene una temperatura de transición vítrea baja (temperatura a la cual un polímero amorfo se ablanda). Esto ocasiona que los productos fabricados con dicho material no puedan calentarse por encima de dicha temperatura (por ejemplo, las botellas fabricadas con PET no pueden calentarse para su esterilización y posterior reutilización).

El hongo seta es un hongo comestible delicioso y altamente nutritivo. Dentro de sus **Usos culinarios** encontramos que la forma más frecuente de consumo de estas setas es en fresco, después de limpiadas y guisadas o preparadas de otras maneras.

Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación (2018), menciona que los hongos seta son conocidos sobre todo por su uso gastronómico. Un uso cada vez más extendido tanto en el ámbito casero como en restaurantes ya que se les considera un auténtico manjar.

Su diámetro oscila entre 5 y 15 cm, dependiendo de la edad del hongo. Este tipo de hongos se puede producir a lo largo de todo el año gracias al uso y desarrollo de invernaderos especiales con controles de luz, temperatura y humedad.

Clasificación

científica:

Reino:		Fungi
Filo:		Basidiomycota
Clase:		Homobasidiomycetes
Orden:		Agaricales
Familia:		Pleurotaceae
Género:		Pleurotus
Especie:	P.	ostreatus
Nombre		binomial
Pleurotus ostreatus (7)		

Además, fue necesario conocer la producción del hongo seta, Escobedo (2013), esta comprende 2 etapas:

1) La producción de semillas

2) La producción de hongo

Producción de semilla:

La producción de semilla se realiza en dos etapas:

- a) la producción de medio de **PDA** (Papa-Dextrosa-Agar)
- b) la preparación de semillas de trigo.

La producción de medio de PDA(Papa-Dextrosa-Agar)

Los pasos para la producción del medio PDA son los siguientes:

Es necesario contar con un cuarto cerrado, sin corrientes de aire. Se puede utilizar la cocina de una casa, con su estufa completamente limpia y desinfectándose todo el material a utilizar con una mezcla de agua blanqueador, en una relación de 1 litro de agua 1 cucharadita de blanqueador.

Los materiales y las cantidades que se necesitan para preparar el medio de PDA son los siguientes:

- 200 gr. De papa, 20 gr. De dextrosa , 15 gr. De Agar , 2 l. de agua , 1 olla Exprés de 21 l. , 30 tubos de ensaye , 30 tubos de algodón , 1 rollo de papel aluminio, 1 coladera de aluminio, 1 aguja de disección , 1 cubre bocas , 1bolsa de semilla de hongo

El procedimiento para la elaboración del medio PDA se inicia lavando perfectamente las papas; estas se pelan y se cortan en cubitos de 1 cm. por lado, se ponen en un recipiente con agua y se hierven por 5 minutos, se separan las papas cocidas del caldo y éste se cuece y se vuelve a poner en el recipiente anterior; luego se procede a agregarle un poco de Agar y se agita constantemente para evitar la formación de grumos, después de la misma manera se le agrega la dextrosa y se pone de nuevo en la estufa hasta que de un hervor.

En los tubos de ensaye perfectamente lavados se vacía el medio de PDA hasta llegar a la mitad del tubo y se sellan con los tapones de algodón y se cubre con el papel de aluminio, en un recipiente se colocan verticalmente los tubos de ensaye y se meten a la olla exprés que se pone en la estufa, cuando el manómetro de la olla marque 15 libras de presión, se

toma el tiempo se deja durante una hora a esa presión. Pasando ese tiempo se apaga la estufa y se deja enfriar un poco para poder abrir la olla y sacar los tubos, observando

extremas precauciones; finalmente se colocan los tubos de manera inclinada, evitando que se humedezca el tapón, hasta que se solidifique el medio PDA.

Una vez solidificado el medio de PDA, en la cocina, completamente limpia y desinfectada la estufa y los materiales a utilizar, se procede a sembrar el hongo; para lo cual se utiliza la semilla de trigo invadida por el hongo, utilizando una hornilla de la estufa, situándose la persona que va a realizar esta actividad enfrente de la hornilla y todos los materiales en el otro extremo de la hornilla. Con mucho cuidado y con la mayor rapidez posible se destapa el tubo de ensaye y con la aguja de disección se toman 2 a 3 granos de trigo y se depositan en el tubo de ensaye, procurando que estén en contacto el medio de PDA y los granos de trigo y se tapa de nuevo el tubo de ensaye.

Esta actividad requiere de mucha paciencia y práctica; existe el riesgo de recibir quemaduras en manos y brazos; asimismo puede ocurrir una contaminación exagerada de tubos de ensaye; cuando se tiene la suficiente práctica, con la mano izquierda se puede abrir y tapar el tubo de ensaye y con la mano derecha depositar las semillas de trigo.

Los tubos de ensaye se guardan en una caja de cartón y se ponen cerca de la estufa para proporcionarles más calor con lo que el desarrollo del hongo será más rápido; bajo este método los tubos de ensaye son invadidos completamente en un período de 20-25 días. Cada tercer día es necesario revisar los tubos y separar aquellos que se hayan contaminado, que presenten crecimientos rojos, negros, anaranjados u acuosos; se dejan solo los tubos de ensaye que tengan crecimientos de hongo seta, siendo estos blancos, en forma lineal y bien definidos.

La producción del hongo:

Los pasos para la producción de hongo SETA, son como sigue:

- Preparación del substrato
- Pasteurización
- Inoculación del substrato
- Periodo de incubación
- Fructificación
- Cosecha

Preparación del sustrato

Inoculación del Substrato

El sustrato a utilizar puede ser cualquier residuo o subproducto agrícola que se produzca en la región; en este caso se utiliza paja de cebada o trigo. La paca de paja se selecciona, eliminando las partes que presenten humedad o estén podridas y se procede a desmenuzar o picar la paja; esta actividad puede ser manual utilizando un machete o también se puede realizar con una picadora de zacate, la finalidad de esta práctica es producir fracciones de paja de 5 a 10 cm. de longitud. Posteriormente esta paja es, colocada en arpillas o costales de plástico.

Periodo de incubación:

Las bolsas ya incubadas se colocan en cajas de cartón o estantes, en lugares cerrados y oscuros, por espacio de 15 a 20 días, hasta que aparezcan los primordios de los hongos.

Durante este periodo de tiempo la semilla del hongo se desarrolla invadiendo la paja poco a poco, tornándose esta de color blanquecino, hasta que toda la paja termina completamente blanca, e inicia la formación de los primordios de los hongos, siendo estos el lugar donde saldrán las setas. Este es el momento preciso en el cual deberán de pasarse al área de fructificación.

Fructificación

Las bolsas se trasladan a un área completamente cerrada, con iluminación tenue, libre de insectos y con agua disponible (toma de agua potable, pozo, nacimiento de agua, etc.) En esta área que puede hacer una estantería, para depositar o amarrar las bolsas. En el caso de utilizar mesas para fructificación se quita toda la bolsa de plástico; si se van a amarrar las bolsas sólo se rompe la bolsa de plástico donde está el primordio del hongo. En ambos casos se debe de tener mucho cuidado para evitar dañar o tirar el primordio del hongo, porque al suceder esto se pierde toda la posibilidad de cosechar.

Esta área debe de estar húmeda, para la cual hay que regar frecuentemente; en la temporada de primavera; el riego será mínimo cuando se establezca la temporada de lluvias.

De esta forma llegamos a construir la siguiente Hipótesis “El hongo seta generará un nivel de degradación de plástico en un 80 % en un lapso de 3 semanas y podrá ser utilizado para continuar la degradación de PET”

Metodología

La **metodología** que utilizamos fue experimental con el uso de control o blanco para saber el efecto de las cutinasas sobre el polímero PET.

El **diseño** de la experimentación fue el siguiente: Se eligieron 7 experimentos usando el sustrato con PET y un experimento quitando el PET del sustrato para que fuera el control.

Las variables:

INDEPENDIENTES: cultivo del hongo seta, PET.

DEPENDIENTE: degradación del PET, crecimiento del hongo seta.

BLANCO O CONTROL: crecimiento del hongo seta con el sustrato sin Polietilen tereftalato (PET).

Pasos:

1. Se buscó información sobre los temas que eran de nuestro interés, en varias fuentes.
2. Se consiguieron todos los materiales para el experimento.
3. Al PET se le realizaron cortes de 1 cm por 1 cm aproximadamente, para incluirlo en el sustrato, a este mismo se le observó al microscopio, se le tomaron fotos para compararlos, antes y después de que fueron parte del sustrato.
4. Se realizaron todos los pasos para obtener el hongo seta. Preparación del sustrato, pasteurización, inoculación del sustrato, incubación, fructificación y cosecha.
5. Se obtuvieron 6 experimentos (PET en el sustrato) y uno más del control (sin PET en el sustrato), el tamaño de la muestra estuvo en función de la germinación del hongo seta.
6. Después de 21 días se abrieron las bolsas y se retiraron piezas de PET que estuvieran en contacto con el hongo seta.

7. Se observaron estas muestras de PET al microscopio para comparar las fotos.

Instrumentos de medición: Fotos del PET y tamaño del hongo seta.

Recolección de datos, se tomarán 10 pedazos de PET de cada experimento incluyendo el control para comparar el efecto de las cutinasas en el PET. Se utilizará una tabla en donde se coloque si hubo desgaste o no, se sacará el porcentaje de piezas desgastadas.

Resultados:

Foto 1: Utilizamos Agar Dextrosa para el cultivo del hongo.



Foto 2: Preparación del Agar



Foto 3: Inoculación de la Semilla.



Foto 4: Tubo de ensaye con el agar y la semilla del hongo.





Foto 13: Juntamos la paja con pequeños pedazos de PET.



Medición y cortes del

PET.



Foto7: Revisión del PET al Microscopio.



Foto 8: Estructura del PET antes del hongo seta al microscopio. 40x

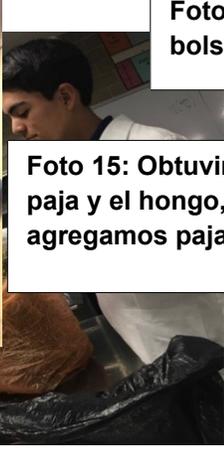


Foto 14: Agregamos el hongo en las bolsas junto con la paja y el PET.



Foto 10: Esterilización de la paja.

Foto 9: esterilización de la paja.



Foto 11: Paja después de ser esterilizada.

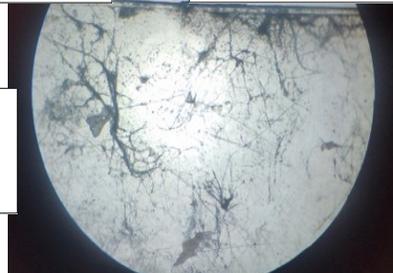


Foto 12: Crecimiento del hongo seta en el medio PDA, durante 2 semanas.



Foto 16: Muestras de PET vistas al microscopio, después de dos semanas de haber iniciado el experimento. 40x

Análisis de resultados:

Las fotos muestran la diferencia de estructura del PET antes de someterlo como sustrato de para el cultivo del hongo seta, y después de ser el sustrato durante 21 días, se observa que sus superficies muestran bastante degradación en las zonas oscuras de la foto.

Conclusiones:

El experimento nos mostró gráficamente que las cutinasas que produjo el *Pleurotus ostreatus*, que es el hongo comestible conocido como **seta**, tuvieron efecto sobre la superficie del PET ya que se observa una zona considerable degradada (zonas oscuras). Es muy importante conocer que este tipo de hongos pueden ayudar en la contaminación de plásticos como el PET. Existen muchos estudios todavía por hacer, pero el de la Sánchez (2015), con su estudio pudo degradar el PVC y nos ayudó a mostrar que el hongo seta puede desintegrar el PET. Todavía falta obtener la cosecha del hongo y observar mucho más degradación del PET. En la agricultura y con tanta contaminación de plásticos es un alivio saber que mezclando el cultivo de hongo puedan sanear el suelo.

Además que conocimos la producción de este tipo de hongos comestibles y sabemos ahora que el hongo seta tiene un alto valor nutricional.

Aparato Crítico:

1.- Redacción. (2016). Encuentran hongo que degrada plásticos en menos de tres días. 2016, de Diario Rotativo Sitio web: <https://rotativo.com.mx/vida/562771-encuentran-hongo-degrada-plasticos-menos-tres-dias/>

2.- Notimex. (2015). En México se recicla 15% anual de 800 mil toneladas de PET. 2015, de NTR periódico crítico Sitio web: <http://ntrzacatecas.com/2015/01/14/en-mexico-se-recicla-15-anual-de-800-mil-toneladas-de-pet/>

3.- Cardona A.. (2012). ¿Cuántas toneladas de plástico se producen anualmente en el mundo?. 2012, de ATRÉVETE Sitio web: <http://grupoatrevete.com/cuantas-toneladas-de-plastico-se-producen-anualmente-en-el-mundo/>

4.-Castro-Ochoa, Denise, Peña-Montes, Carolina, Farrés, Amelia,. (13 Junio 2010). PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE CUTINASAS: UNA ALTERNATIVA INTERESANTE PARA BIOCATALISIS A NIVEL INDUSTRIAL. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 13, 18-22.

5.-Escobedo R.. (2013). Producción de hongo seta (*Pleurotusostreatus*). SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION, 2-7.

6.- Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación (2018)<http://www.cocineando.com/03%20INGREDIENTES/setas.html>

7.- Anónimo. (2005). Todo lo que quiera saber del PET. 2018, de QuimiNet Sitio web: <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>

8.- Hongos Camacho. (2015). Hongo Seta México. 2018, de Hongos Camacho Sitio web: <http://hongoseta.com/hongo-seta-mexico-hongos-setas/>