

# Análisis de Películas con Protección UV

Andrés F. Rigail-Cedeño\*

Danny Godoy Arias\*\*

\*MSc (Polymer Science), Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP),  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

\*\*Estudiante, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP), Escuela Superior  
Politécnica del Litoral (ESPOL)

## Resumen

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de calidad y mayores rendimientos, en cualquier momento del año, a la vez que permiten alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

En este trabajo se presenta un estudio sobre formulaciones de mezcla de polietileno con diferentes tipos de aditivos, para cubiertas de invernadero. Estas películas tienen la habilidad de disminuir la temperatura dentro del invernadero, permitiendo una buena transmisión de luz y se logra un efecto positivo en cuanto al rendimiento de los cultivos, lo cual es importante en lugares de clima cálido.

Las pruebas y ensayos realizados a los compuestos para determinar sus diferentes características han sido desarrollados por organizaciones como la ISO y ASTM.

**Palabra clave:** MFI, procesamiento, polietileno, reología, flujo

## Abstract

The culture under conservatory always has allowed obtaining productions of quality and greater yields, at any time of the year, simultaneously that allow to extend the cycle of culture, allowing to produce at the most difficult times of the year and obtaining better prices. This increase of the value of products allows that the agriculturist can technologically invest in his operation improving the structure of the conservatory, the systems of located irrigation, the systems of management of the climate, etc., that are reflected later in an improvement of the yields and the quality of the end item. In this work a study appears on formulations of polyethylene mixture with different types from additives, for conservatory covers. These films have the ability to diminish the temperature within the conservatory, allowing a good transmission of light and a positive effect as far as the yield of the cultures is obtained, which is important in warm climate places. The tests and tests made to compounds to determine their different characteristics have been developed by organizations like ISO and ASTM.

**Key words:** MFI, processing, polyethylene, rheology, flow

## 1. Introducción

Los desarrollos científicos y tecnológicos han ayudado a la introducción de mejores materiales poliméricos con diversos tipos de aditivos ayudando al comportamiento de los plásticos para cubierta de túneles e invernaderos así como acolchado de suelos. Sin embargo el uso de los plásticos en la agricultura y en otros campos provoca una gran acumulación de basura, por lo que se busca conocer el tiempo de vida útil para aprovechar de las propiedades del mismo.

### *Interacción de la radiación UV con los plásticos*

La energía UV absorbida por los plásticos puede excitar a los fotones, que entonces crean radicales

libres. Mientras que muchos plásticos puros no pueden absorber la radiación UV, la presencia de residuos de un catalizador y otras impurezas a menudo actúan como receptores y causan la degradación. Una pequeña cantidad de impurezas puede ser suficiente para que haya degradación; por ejemplo, la presencia de cantidades del orden de trazas por mil millones de sodio en el policarbonato iniciará la inestabilidad del color. En presencia de oxígeno, los radicales libres forman hidroperóxidos de oxígeno que pueden romper los enlaces dobles de la cadena central, generando así fragilidad en la estructura. Este proceso a menudo se denomina foto-oxidación. Sin embargo, en ausencia de oxígeno

igual habrá degradación a causa del proceso de entrecruzamiento que es el efecto para los plásticos utilizados en el telescopio espacial Hubble y en la Estación Espacial Internacional.

### **Cómo evitar la degradación por UV**

Hay varias formas de evitar la degradación por UV en los plásticos: utilizando estabilizadores, absorbentes y bloqueadores. Para muchas aplicaciones al aire libre, el simple agregado de negro de humo proporcionará la protección de la estructura por el proceso de bloqueo. Otros pigmentos como el dióxido de titanio también pueden resultar efectivos. Los compuestos orgánicos como las benzofenonas y los benzotriazoles son absorbentes típicos que absorben la radiación UV de manera selectiva y la reemiten con una longitud de onda menos dañina, principalmente como calor. El otro mecanismo de protección principal es añadir un estabilizador, el más común es el HALS (fotoestabilizadores a base de derivados de aminas), que absorben los grupos excitados y evitan la reacción química de los radicales.

## **2. Procedimiento Experimental**

Las muestras para el desarrollo los ensayos de propiedades mecánicas y de barrera fueron una colaboración de la empresa PLASTIGOMEZ SA. Los datos principales de los materiales utilizados, tales como sus componentes y su espesor; los que se muestran en Tabla No. 1. Se utiliza una nomenclatura abreviada para la descripción del material en las pruebas realizadas.

| <b>MATERIALES</b>                                   |                         |                  |                     |
|---|-------------------------|------------------|---------------------|
| <b>Nombre</b>                                       | <b>Espesor (micras)</b> | <b>Vida Útil</b> | <b>Nomenclatura</b> |
| Polietileno de Baja Densidad con Aditivos Quenchers | 20                      | Nueva            | PEBD-A              |
|   |                         | 1/2 Año          | PEBD-B              |
|   |                         | 1 Año            | PEBD-C              |
|   |                         | 2 Años           | PEBD-D              |
| Polietileno de Baja Densidad con Aditivos Hals      | 20                      | Nueva            | PEBD-A'             |

### **Transmitancia:**

Todos los tipos de UV pueden tener un efecto fotoquímico dentro de la estructura de los polímeros, el cual puede ser beneficioso o puede ocasionar algún tipo de degradación en el material.

Los principales efectos visibles son un aspecto calcáreo y un cambio de color en la superficie del material, así como el hecho de que la superficie del componente se vuelve quebradiza.

### **Impacto Por Dardo:**

La norma ASTM D1709 nos indica que el ensayo consta de un dardo de punta semiesférica con diámetro de 1 1/2" (38 mm) la cual se deja en caída libre de 0.66 m y pesas para el dardo (Rango de Impacto 50 – 850 gr.), una abrazadera anular, y un recipiente metálico en el cual se pondrá el film plástico que se someterá a prueba.

El ensayo consiste en dejar caer el dardo de y se van añadiendo pesas al dardo hasta obtener el peso que logre romper completamente la muestra. Se debe revisar que la muestra no tenga irregularidades o cortes que puedan ser un concentrador de esfuerzo y facilitar la ruptura del film.

### **Ensayos de Tracción:**

Resistencia que la película presenta a la elongación, según la Norma ASTM D882 se trabaja con tiras de 50 mm mas largas que la distancia entre mordazas con un ancho entre 5 y 25.4 mm.

La máquina de tracción universal INSTRON mide la resistencia a la tracción y la elongación de muestras Las muestras deben ser previamente inspeccionadas en búsqueda de alteraciones en la superficie que puedan alterar el valor medido.<sup>2</sup>

Una vez colocada la muestra se mide el valor de tensión y elongación indicado por la máquina. Se repite el ensayo para muestras cortadas en dirección longitudinal y en sentido transversal a la extrusión.

### **Ensayos WTR:**

Los ensayos de transmisión de vapor de agua sirven para determinar la cantidad agua en forma de vapor es capas transmitirse a través de una sección los film en un determinado tiempo se a trabajado bajo la Norma ASTM E96, Método del Pouch. Se necesitan equipos para la realización de esta prueba, los cuales son una incubadora, un termómetro/higrómetro, una balanza analítica, una selladora de impulso y un cuarto acondicionado a temperatura estable. El material principal para calcular la transferencia de vapor de agua a través de las muestras es el desecante "Silica Gel", granulada. Las muestras a analizarse se cortan en forma rectangular con dimensiones de 22 cm. de largo y 12 cm. de ancho.

El ensayo consiste en formar paquetes o

**Figura No 1** Transmisión del espectro electromagnético a través de las Películas.

Pouches cuadrados de aproximadamente 10 X 10 cm. al doblar y sellar dos lados de las muestras. La incubadora se debe calibrar a la temperatura deseada

y debe permanecer un día entero estabilizando las condiciones del ensayo.

El Pouch en el cuarto acondicionado estuvo a condiciones de 21° C y 47.3% HR. Las condiciones de la incubadora para el análisis con desecante fueron 34.6° C y 42.75% HR.

La norma establece que la ecuación para el coeficiente de permeabilidad es:

$$WVTR = \frac{Q/t}{A}$$

Donde Q/t es el valor de la pendiente obtenida en la gráfica de peso ganado vs. tiempo, y A es el área total de transferencia de vapor de agua, para nuestro caso aproximadamente 200 cm<sup>2</sup>.

### 3. Discusión y Resultados

#### Propiedades Ópticas (Transmitancia)

Las películas poseen un comportamiento de acuerdo a lo que se esperaba por su tiempo de servicio. En las películas de 1 y 2 años se aprecia el cambio en sus coloraciones debido a la degradación y el aspecto de escamoso en sus superficies, lo que nos indica que se están produciendo radicales libres, a causa de su interacción con los fotones de luz (el espectro electromagnético).

Para el efecto de estudio nos inclinaremos hacia al análisis de dos regiones del espectro electromagnético las cuales son los rangos UV-A

comprendida entre 190-350 nm. y el rango de luz visible roja comprendida entre 600-700 nm., ya que estos rangos son los que afectan de forma más directa a los cultivos causando lesiones en estos o ayudando en su proceso de fotosíntesis respectivamente.

Como recordamos para nuestro caso de estudio nos es conveniente para el rango de UV un menor porcentaje de transmitancia, pero para el rango de luz visible roja nos es conveniente que el porcentaje de transmitancia sea alta.

Podemos apreciar por ayuda del diagrama (Fig. 1) que las películas de la muestra 1 no han variado en un porcentaje apreciable con su tiempo de uso en su propiedad haze, teniendo un cambio apreciable solo a los 2 años.

Desde el punto de vista de protección UV que las películas brindan nos será conveniente la película de la muestra 2 ya que posee un menor porcentaje de transmitancia a comparación de las muestras 1

Desde el punto de vista de transmitancia de la luz visible roja que las películas permiten, será conveniente la película de la muestra 1 ya que posee un mayor porcentaje de transmitancia a comparación de las muestras 2.

Podemos apreciar que para cualquier tipo de película se da un comportamiento de campana entre los 200 y 350 nm. Aun en la muestra nueva, por lo que entendemos es un comportamiento normal en este tipo de películas.

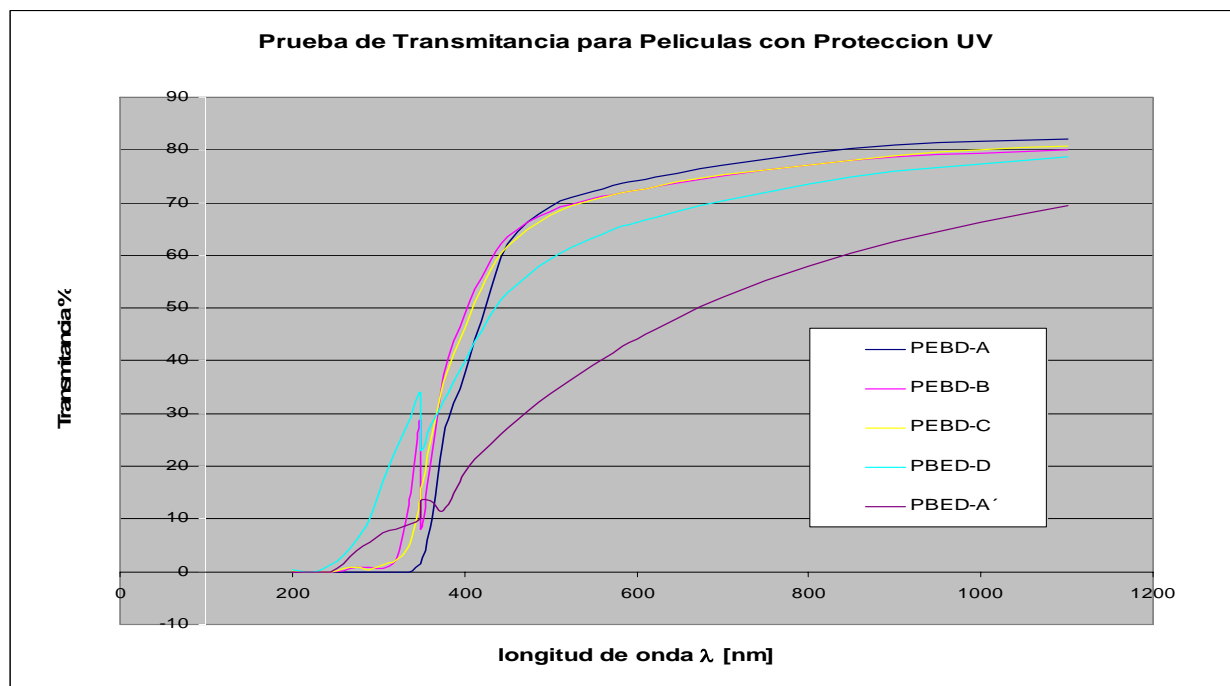


Figura No 1. Curvas de porcentaje de transmitancia por longitud de Onda

### Propiedades Mecánicas.

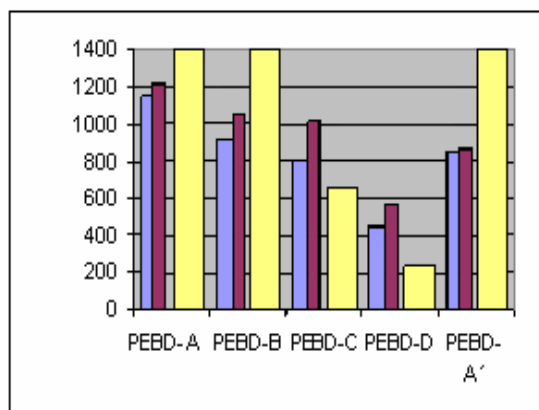
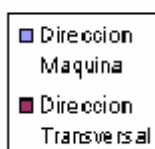


Figura 2. Propiedades mecánicas de Impacto y Tracción.

■ Impacto al Dardo (kg)

Resistencia a la Ruptura (kgf/cm<sup>2</sup>)



Para el caso de impacto al dardo en las muestras de 2 años podemos apreciar que poseen un bajo promedio de carga 239.675kg y en el peor de los casos llega a ser de 212.8kg en el extremo menor de rango.

Para las muestras 1 año podemos apreciar que poseen un alto promedio de carga de los casos llega a ser de 655.433 en el extremo menor de rango.

Para las muestras menores a un año no se rompen aun con toda la carga que se posee.

Con la ayuda de la Figura No 2 podemos apreciar que la resistencia a la tracción es mayor en sentido transversal y que la proporción de esta con respecto a la resistencia de sentido maquina aumenta con el tiempo de vida del film.

Como podemos apreciar el tipo de película verde normal posee una mayor resistencia que la de tipo lechosa en el caso de que ambas son nuevas.

Se puede apreciar que la reducción de la resistencia a la tracción disminuye linealmente con respecto a los años en el rango de cero a dos años.

### Propiedades de Barrera (WTR).

Como en todos los ensayos anteriores se recomienda que el área a trabajar no posea rasgaduras ni agrietamientos u otro defecto en la superficie que pueda provocar valores aberrantes.

Se denota un fenómeno en ambas muestras para el primer semestre de vida su tasa de transmisión de vapor de agua aumenta considerablemente con respecto a la muestra nueva y posteriormente disminuye con el tiempo de vida.

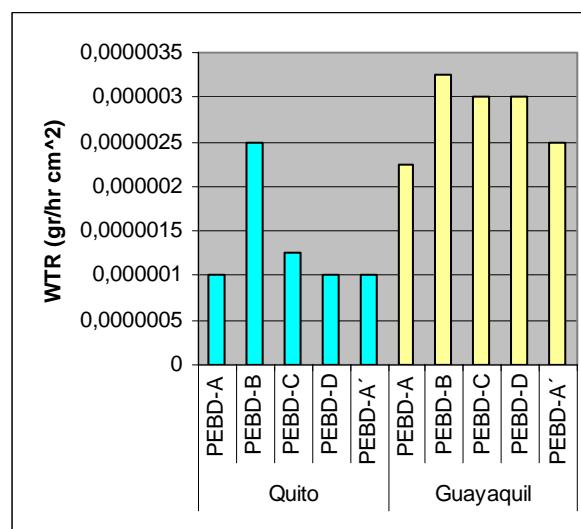


Figura No 3 Condiciones de Exposición para Quito 21 °C y 47.83 HR; Condiciones de Exposición para Guayaquil 35 °C y 75.7 HR

Se presenta una mayor tasa de transferencia para las condiciones de Guayaquil con respecto a Quito y esto es razonable ya que la humedad relativa en Guayaquil es mayor.

### 4. Conclusiones

En este trabajo podemos apreciar la pérdida de las propiedades sufrida por efectos de la foto degradación en este material al cabo de 2 años, siendo en menor escala para las muestras de un menor tiempo de vida.

Para el uso de films en invernaderos se recomienda el uso máximo de dos años por motivo de que a partir de este tiempo se da una degradación muy rápida de este material y puede contaminar el producto, como es en el caso de los invernaderos de tomate y otros mas por ser para el consumo humano.

### 5. Agradecimientos

Se agradece a la Compañía Plastigomez por las muestras y facilidades de uso en los equipos y a los ayudantes académicos por el préstamo de sus conocimientos y en especial al Ing. Andrés Rigail. por la ayuda y direccionamiento de este presente trabajo.

### 6. Referencias

- [1] Normas ASTM facilitadas por ASEPLAS.
- [2] PLASTIGOMEZ polietileno para la agroindustria de Ecuador para invernaderos y empaques.
- [3] Bryce, Douglas M. *Plastic injection molding: manufacturing process fundamentals*.
- [4] Pavia Lampman Kriz *Introduction to Spectroscopy*.