



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TEMA:**

**“Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”**

**AUTORES:**

ACOSTA BELLO MAURO ERNESTO  
PINCA Y ANDRADE KATIUSKA LUCIA

**DIRECTOR DE TESIS**

ING.MIROSLAV ALULEMA CUESTA, MSc

**2019**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO**

**TEMA:**

**“Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”**

**AUTORES:**

ACOSTA BELLO MAURO ERNESTO  
PINLAY ANDRADE KATIUSKA LUCIA

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION**

Ing. Miroslav Alulema Cuesta, MSc.

**GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2019**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	<b>“Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i>).”</b>	
<b>AUTOR(ES)</b>	Acosta Bello Mauro Ernesto Pincay Andrade Katuska Lucia	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Miroslav Alulema Cuesta Msc	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad de Guayaquil	
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Ingeniería Química	
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Químico	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Tecnología, proceso y desarrollo industrial.	
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Polietileno, pigmentos, orgánico, extrusión, masterbatch, formulación, vehículo, proceso, densidad, temperatura, concentrados de color, microscopia electrónica, índice de fluidez, colorimetría, resistencia química, examen de apariencia.	

El presente trabajo se basa en la elaboración de concentrados de color (masterbatch) utilizando como pigmento la cochinilla (*Dactylopius coccus*) y empleando como vehículos: el Polietileno de alta (HDPE) y baja densidad (LDPE), el objetivo es ver la compatibilidad de los vehículos con el pigmento obteniendo así una formulación óptima y determinar los costos de producción de estos masterbatch. Estos concentrados de color disminuyen las emisiones al ambiente de material particulado producidas en el proceso de pigmentación de los plásticos, ya que el producto obtenido es en forma de pellets. Se realizaron 3 pruebas de elaboración de masterbatch para el HDPE a las temperaturas de 150°C, 160°C y 170°C y para LDPE a las temperaturas de 120°C, 130°C y 140°C.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

Se caracterizo los masterbatchs obtenidos mediante: Ensayos de Índice de Fluidez, Microscopia Electrónica de barrido – SEM y Colorimetría.

Finalmente, con un masterbatch óptimo se elaboró una placa para los tipos de vehículos la misma que fue sometida a pruebas de Colorimetría, Examen de calificación de apariencia y Resistencia química.

La mejor formulación para los dos tipos de vehículos fue la de 25% de colorante a 120°C para LDPE y a 150°C para HDPE.

Los valores obtenidos para el masterbatch de LDPE son: Índice de fluidez (4.21 g/10 min), Microscopia Electrónica de barrido (para Ca: 1.79 Wt%, Ti: 2.54 Wt%) y Colorimetría (rosa purpúrea con coordenadas de X=0.34, Y=0.27, con una longitud de onda de 488 nm en el espacio de color). Y para los valores obtenidos para el masterbatch de HDPE son 3.42 g/10 min, para Ca: 2.92 Wt%, Ti: 3.70 Wt% y purpura rojizo con coordenadas de X=0.31, Y=0.29, con una longitud de onda de 489 nm en el espacio de color, respectivamente.

Los valores obtenidos para la placa de LDPE son: Colorimetría (rosa purpúrea con coordenadas de X=0.33, Y=0.27, con una longitud de onda de 488 nm en el espacio de color), Examen de apariencia (es aceptable según el anexo B de la norma ISO 18553) y Resistencia química (buena para todas las muestras con excepción del ácido nítrico). Y para la placa de HDPE son: purpura rojizo con coordenadas de X=0.32, Y=0.29, con una longitud de onda de 489 nm en el espacio de color, es aceptable según el anexo B de la norma ISO 18553 y buena para todas las muestras con excepción del ácido nítrico, respectivamente.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0991556352 0968905492	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:kkatthy_318@hotmail.com">kkatthy_318@hotmail.com</a> <a href="mailto:mauro_le345@hotmail.com">mauro_le345@hotmail.com</a>
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b>	
	<b>Teléfono:</b>	
	<b>E-mail:</b>	



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

Anexo 11

Guayaquil, agosto 2019

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR**

Habiendo sido nombrado **Ing. Augusta Jiménez M.Sc.**, tutor revisor del trabajo de titulación “**Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).**” Certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por Mauro Ernesto Acosta Bello, con C.I. No.095383755-6 Y Katuska Lucia Pincay Andrade con C.I No.095487656-1 con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Químico, en la facultad de Ingeniería Química y carrera de, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

\_\_\_\_\_  
Tutor revisor:

C.I. No.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

---

---

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL**  
**USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, Katuska Lucia Pincay Andrade con C.I. No. 095487656-1 y Mauro Ernesto Acosta Bello C.I. No. 095383755-6 certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“Obtención de Masterbatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”**

son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso de este, como fuera pertinente.

---

Katuska Lucia Pincay Andrade  
095487656-1

---

Mauro Ernesto Acosta Bello  
095383755-6

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

**CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD**

Habiendo sido nombrado **ALULEMA CUESTA MIROSLAV GONZALO**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **ACOSTA BELLO MAURO ERNESTO** con C.I. No. **095383755-6** y **PINCAY ANDRADE KATIUSKA LUCIA** con C.I. No. **095487656-1**, bajo mi supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO QUÍMICO.

Por medio del presente certificado informo que el trabajo de titulación: **“Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”**, fue revisado mediante el programa antiplagio URKUND encontrándose un 7% de similitud.

URKUND

Documento	<a href="#">TESIS -Acosta-Pincay.pdf</a> (D54834772)
Presentado	2019-08-15 09:52 (-05:00)
Presentado por	janeth.zalameac@ug.edu.ec
Recibido	janeth.zalameac.ug@analysis.orkund.com
Mensaje	URKUND ACOSTA -PINCAY <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

7% de estas 25 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

<https://secure.orkund.com/view/53373790-454164-949828>

Ing. Miroslav Gonzalo Alulema Cuesta M.Sc  
C.I. 170936511-6



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

---

Guayaquil, 15 de agosto del 2019

**Sr. Ing. Luis Bonilla Abarca, MSc.**  
**DIRECTOR (A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
Ciudad, Guayaquil.

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“Obtención de MasterBatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y Polietileno de baja densidad (LDPE) a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).”** de los estudiantes Acosta Bello Mauro Ernesto y Pincay Andrade Katuska Lucia, indicando que han cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que los estudiantes están aptos para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

---

Ing. Alulema Cuesta Miroslav Gonzalo  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
C.I.170936511-6

## **Dedicatoria**

Este Proyecto de titulación va dedicado a Dios por siempre ser mi guía constante otorgándome amor, sabiduría y perseverancia en mi formación académica, a mis Padres quienes con su amor, esfuerzo, ejemplo y dedicación hoy puedo cumplir esta gran meta. A mi mascota querida que en paz descanse Bola.

A mi familia y amigos que siempre han estado conmigo brindándome cariño y buenos consejos. Y a mi querido amigo Mauro Acosta que ha sido más que eso, por todo el tiempo y momentos que hemos vivido a lo largo de la carrera y de la vida, brindándonos siempre lo mejor de cada uno.

*Katiuska Lucia Pincay Andrade*

## **Agradecimiento**

Culminado este trabajo, de todo corazón me sale un profundo agradecimiento a Dios por darme la oportunidad de ser una profesional y brindarme siempre fuerza y sabiduría para comprender todo lo aprendido a lo largo de la carrera y también expresar mis agradecimientos a toda mi familia que ha estado desde un principio dándome sus apoyos para lograr este objetivo, siempre me han brindado sus buenos consejos y han estado prestos para ayudarme en todo lo que necesitaba en especial a mi madre y a mi padre por demostrarme siempre su apoyo incondicional, su confianza y su amor.

También dándoles las gracias a mi compañero y enamorado Mauro Acosta por su apoyo en este trabajo y a lo largo de toda la carrera, a mi director de tesis el Ing. Miroslav Alulema por depositar la confianza en nosotros para llevar a cabo esta investigación donde nos ha brindado sus conocimientos y su apoyo para culminar este trabajo, por el tiempo, paciencia y esfuerzo que ha sacrificado por guiar y corregir de la mejor manera. A todas las personas que he conocido a lo largo de la carrera, en especial a Katherine Sandoval, que de una u otra manera han ayudado a que todo esto se cumpla en especial a Mauro Acosta por su amor, paciencia y comprensión.

Terminando con profundo agradecimiento a la Universidad de Guayaquil en especial a la Facultad de Ingeniería Química por abrirme las puertas para conocer a grandes personas y profesionales.

***Katiuska Lucia Pincay Andrade.***

## **Dedicatoria**

El proyecto de titulación va dedicado principalmente a Dios, mis padres, familia, amigos que fueron apoyo incondicional de manera directa e indirecta que por medio de sus palabras, momentos y saberes de la vida otorgados a lo largo de mi vida académica hicieron posible la culminación y recuerdo de esta gran etapa.

En especial a mis seres queridos que son pilar fundamental en mi vida mi abuelita Angela Noemí Moreno Córdova que se encuentra en el cielo cuidándome y guiándome y a mi madre Patricia Cecilia Bello Moreno por ser los mejores ejemplos de lucha y constancia que cada día me llenan de una satisfacción al recordar y sentir ese amor que me brindaron y que me brindan en cada instante de vida.

También dedicado a mi más que amiga y compañera Katuska Pincay por ser parte de esta etapa durante más de 5 años y de ser un apoyo incondicional en los momentos pasados durante el transcurso de la carrera y de su cariño y sentimientos brindados.

A mi querida amiga Katuska Pincay no solo por ser mi pareja de tesis si no por ser parte de este gran momento y todos lo que hemos pasado, por su confianza y paciencia y a todas esas personas que han estado presente durante nuestra vida académica gracias totales.

***Mauro Ernesto Acosta Bello.***

## **Agradecimiento**

El mejor agradecimiento que puedo hacer es hacia Dios por ser parte de mi proceso de titulación, por brindarme ese empuje, ese amor, apoyo así también a mis Padre por los consejos brindados, ese amor permanente emitido de varias formas, mi hermano que de cualquier manera me incentivaba a seguir; mi familia por sus grandes deseos. Infinitamente a mi Abuelita por llevarla presente en los buenos y malos momentos y muy satisfecho de haber tenido físicamente una persona como ella.

Agradezco a mi Madre por tener la confianza, la paciencia y varias cosas más puestas en mi durante este proceso de titulación, a mi Padre por los consejos brindados, apoyo y empuje desde el comienzo de la carrera.

También agradezco de todo corazón al Ingeniero Gonzalo Miroslav Alulema Cuesta MSc. por brindarnos la confianza y ser nuestro director de tesis, por ayudarnos e inculcar esa motivación durante nuestra formación y proceso de titulación en la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería Química.

Agradezco también a la Universidad de Guayaquil, a los docentes de la Facultad de Ingeniería Química por haber brindado catedra y estar prestos frente a cualquier duda para un mejor aprendizaje.

*Mauro Ernesto Acosta Bello.*

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**

---

**OBTENCIÓN DE MASTERBATCH DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE) A PARTIR DE LA COCHINILLA (*DACTYLOPIUS COCCUS*).**

**Autores:** Acosta Bello Mauro Ernesto y Pincay Andrade Katuska Lucia

**Tutor:** Ing. Alulema Cuesta Miroslav Gonzalo

**Resumen**

El presente trabajo se basa en la elaboración de concentrados de color (masterbatch) utilizando como pigmento la cochinilla (*Dactylopius coccus*) y empleando como vehículos: el Polietileno de alta (HDPE) y baja densidad (LDPE), el objetivo es ver la compatibilidad de los vehículos con el pigmento obteniendo así una formulación óptima y determinar los costos de producción de estos masterbatch. Estos concentrados de color disminuyen las emisiones al ambiente de material particulado producidas en el proceso de pigmentación de los plásticos, ya que el producto obtenido es en forma de pellets. Se realizaron 3 pruebas de elaboración de masterbatch para el HDPE a las temperaturas de 150°C, 160°C y 170°C y para LDPE a las temperaturas de 120°C, 130°C y 140°C.

Se caracterizó los masterbatches obtenidos mediante: Ensayos de índice de fluidez, Microscopia electrónica de barrido – SEM y colorimetría.

Finalmente, con un masterbatch óptimo se elaboró una placa para los tipos de vehículos la misma que fue sometida a pruebas de colorimetría, examen de calificación de apariencia y resistencia química.

La mejor formulación para los dos tipos de vehículos fue la de 25% de colorante a 120°C para LDPE y a 150°C para HDPE.

Los valores obtenidos para el masterbatch de LDPE son: Índice de fluidez (4.21 g/10 min), Microscopia electrónica de barrido (para Ca: 1.79 Wt%, Ti: 2.54 Wt%) y

colorimetría (rosa purpúrea con coordenadas de  $X=0.34$ ,  $Y=0.27$ , con una longitud de onda de 488 nm en el espacio de color). Y para los valores obtenidos para el masterbatch de HDPE son 3.42 g/10 min, para Ca: 2.92 Wt%, Ti: 3.70 Wt% y purpura rojizo con coordenadas de  $X=0.31$ ,  $Y=0.29$ , con una longitud de onda de 489 nm en el espacio de color, respectivamente.

Los valores obtenidos para la placa de LDPE son: colorimetría (rosa purpúrea con coordenadas de  $X=0.33$ ,  $Y=0.27$ , con una longitud de onda de 488 nm en el espacio de color), examen de apariencia (es aceptable según el anexo B de la norma ISO 18553) y Resistencia química (buena para todas las muestras con excepción del ácido nítrico). Y para la placa de HDPE son: purpura rojizo con coordenadas de  $X=0.32$ ,  $Y=0.29$ , con una longitud de onda de 489 nm en el espacio de color, es aceptable según el anexo B de la norma ISO 18553 y buena para todas las muestras con excepción del ácido nítrico, respectivamente.

**Palabras claves:**

Polietileno, pigmentos, orgánico, extrusión, masterbatch, formulación, vehículo, proceso, densidad, temperatura, concentrados de color, microscopía electrónica, índice de fluidez, colorimetría, resistencia química, examen de apariencia.

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
UNIDAD DE TITULACIÓN**

---

**OBTENCIÓN DE MASTERBATCH DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE) Y POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE) A PARTIR DE LA COCHINILLA (*DACTYLOPIUS COCCUS*).**

**Autores:** Acosta Bello Mauro Ernesto y Pincay Andrade Katuska Lucia

**Tutor:** Ing. Alulema Cuesta Miroslav Gonzalo

**Abstract**

The present work is based on the elaboration of color concentrates (masterbatch) using cochineal pigment (*Dactylopius coccus*) and using as vehicles: high density polyethylene (HDPE) and low density (LDPE), the objective is to see the compatibility of vehicles with the pigment thus obtaining an optimal formulation and determine the production costs of these masterbatch. These color concentrates reduce the emissions to the environment of particulate matter produced in the process of pigmentation of plastics, since the product obtained is in the form of pellets. Three masterbatch manufacturing tests were carried out for HDPE at temperatures of 150°C, 160°C and 170°C and for LDPE at temperatures of 120°C, 130°C and 140°C.

We characterized the masterbatches obtained by: Fluidity Index Assays, Scanning Electron Microscopy - SEM and Colorimetry.

Finally, with an optimal masterbatch, a plate was elaborated for the types of vehicles, which was submitted to Colorimetry, Appearance Qualification and Chemical Resistance tests.

The best formulation for both types of vehicles was 25% dye at 120°C for LDPE and 150°C for HDPE.

The values obtained for the LDPE masterbatch are: Fluidity Index (4.21 g/10 min), Scanning Electron Microscopy (for Ca: 1.79 Wt%, Ti: 2.54 Wt%) and Colorimetry

(purple pink with coordinates of  $X=0.34$ ,  $Y=0.27$ , with a wavelength of 488 nm in the color space). And for the values obtained for the HDPE masterbatch are 3.42 g/10 min, for Ca: 2.92 Wt%, Ti: 3.70 Wt% and reddish purple with coordinates of  $X=0.31$ ,  $Y=0.29$ , with a wavelength of 489 nm in the color space, respectively.

The values obtained for the LDPE plate are: Colorimetry (purple pink with coordinates of  $X=0.33$ ,  $Y=0.27$ , with a wavelength of 488 nm in the color space), Examination of appearance (acceptable according to Annex B of ISO 18553) and Chemical Resistance (good for all samples except nitric acid). And for the HDPE plate are reddish purple with coordinates of  $X=0.32$ ,  $Y=0.29$ , with a wavelength of 489 nm in the color space, acceptable according to Annex B of ISO 18553 and good for all samples except nitric acid, respectively.

**Keywords:**

Polyethylene, pigments, organic, extrusion, masterbatch, formulation, vehicle, process, density, temperature, color concentrates, electron microscopy, flow index, colorimetry, chemical resistance, appearance test.

## Índice

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR .....	V
LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS .....	VI
Dedicatoria .....	IX
Agradecimiento.....	X
Dedicatoria .....	XI
Agradecimiento.....	XII
Resumen .....	XIII
Abstract .....	XV
Índice de Figuras.....	XXI
Índice de Tablas.....	XXIII
Índice de Cuadro.....	XXVI
Índice de Gráficos.....	XXVII
Introducción.....	28
Abreviaturas. ....	29
Capítulo I.....	31
Generalidades de la investigación.....	31
1.1    Planteamiento de problema.....	31
1.2    Formulación y sistematización de la Investigación.....	31
1.2.1    Formulación del problema de investigación .....	31
1.2.2    Sistematización del problema.....	31
1.3    Justificación e importancia .....	32
1.3.1    Justificación Teórica.....	32
1.3.2    Justificación Metodológica .....	32
1.3.3    Justificación Práctica .....	33
1.4    Objetivos de la investigación .....	33
1.4.1    Objetivo General .....	33
1.4.2    Objetivos específicos .....	33
1.5    Delimitación de la investigación .....	34
1.6    Hipótesis .....	34
1.7    Variables .....	34
1.7.1    Variable Independiente .....	34
1.7.2    Variables Dependientes .....	34
1.8    Operacionalización de Variables.....	34

Capítulo II.....	37
2.1  Marco Referencial .....	37
2.1.1  Antecedentes de la investigación.....	37
2.2  Marco Teórico.....	40
2.2.1  ¿Qué es el Masterbatch? .....	40
2.2.1.1  Calidad Del Masterbatch.....	41
2.2.1.2  Concentración Del Masterbatch. ....	41
2.2.1.3  Cuáles Son Las Principales Ventajas Del Masterbatch. ....	41
2.2.1.4  Tipos de aditivos según el Masterbatch a emplearse.....	42
2.2.1.5  Parámetros fisicoquímicos para la caracterización de Masterbatch ..	44
2.2.1.6  Proceso de obtención de masterbatch .....	46
2.2.2  Materias primas aplicadas en el proceso de obtención de Masterbatch .....	46
2.2.2.1  Cochinilla ( <i>Dactylopius Coccus Costa</i> ).....	46
2.2.2.1.1  Clasificación taxonómica Cochinilla ( <i>Dactylopius Coccus Costa</i> )	48
2.2.2.1.2  Propiedades Físicas de la Cochinilla ( <i>Dactylopius Coccus Costa</i> )	49
2.2.2.1.3  Propiedades Químicas de la Cochinilla .....	50
2.2.2.1.4  Proceso de obtención de la cochinilla (diagrama de bloques) .....	51
2.2.2.1.5  Ácido carmínico de la cochinilla.....	51
2.2.2.2  Polietileno de alta densidad (HDPE) .....	52
2.2.2.2.1  Propiedades fisicoquímicas del Polietileno (HDPE).....	54
2.2.2.2.1.1  Propiedades físicas.....	54
2.2.2.2.1.2  Propiedades químicas.....	55
2.2.2.3  Polietileno de Baja Densidad (LDPE) .....	55
2.2.2.4  Aditivos.....	57
2.2.3  Proceso de extrusión del plástico .....	60
2.2.3.1  Métodos de inyección y soplado en la fabricación de objetos plásticos	61
2.2.3.1.1  Método Por Inyección.....	61
2.2.3.1.2  Alimentación de la materia prima .....	62
2.2.3.2  Diferencia entre extrusión e inyección. ....	62
2.2.3.3  Método por inyección y soplado .....	63
2.2.3.4  Proceso de moldeo por soplado.....	64
2.2.3.4.1  Alimentación de la materia prima .....	65
2.2  Marco conceptual .....	65

2.2.1	Pigmentos.....	65
2.2.2	Colorante.....	65
2.2.3	Masterbatch.....	65
2.2.4	Extrusión.....	65
2.2.5	Aditivos y rellenos.....	65
2.2.6	Resina.....	66
2.3	Marco Contextual.....	66
Capítulo III.....		67
Marco metodológico.....		67
3.1	Metodología de la investigación.....	67
3.2	Enfoque metodológico.....	67
3.2.1	Investigativo.....	67
3.2.2	Experimentación.....	68
3.2.2.1	Análisis del punto de fusión de la Cochinilla ( <i>Dactylopius coccus</i> ).....	68
3.2.2.2	Componentes para la obtención del masterbatch.....	69
3.2.2.3	Formulación.....	69
3.2.2.3.1	Formulación general para la obtención de masterbatch.....	69
3.2.2.3.2	Formulación de aditivos para muestras de Polietileno de alta y baja densidad.....	70
3.2.2.4	Pesaje.....	71
3.2.2.5	Premezcla.....	72
3.2.2.6	Preparación del equipo y dosificación de los componentes.....	74
3.2.2.7	Limpieza, incorporación y extrusión en el equipo de mezclado.....	77
3.2.2.7.1	Evaluación para seleccionar la formulación óptima.....	78
3.2.2.8	Compatibilidad en el proceso de extrusión.....	78
3.2.2.9	Obtención de los masterbatch.....	79
3.2.3	Ensayos de caracterización del masterbatch.....	80
3.2.3.1	Ensayo de Índice de Fluidez.....	80
3.2.3.2	Microscopía electrónica de barrido – SEM.....	83
3.2.3.3	Pigmentación de Polietileno de alta y baja densidad virgen con el masterbatch seleccionado en la experimentación.....	84
3.2.3.4	Colorimetría.....	86
3.2.3.4.1	Calibración del equipo.....	87
3.2.3.4.2	Colocación de la muestra.....	87
3.2.3.5	Examen de calificación de la apariencia.....	89
3.2.3.6	Resistencia química.....	90

3.2.3.6.1	Preparación de la solución de Hidróxido de sodio y potasio al 50%	90
3.2.3.6.2	Preparación de muestra.....	90
3.2.3.7	Costos de producción de los masterbatch seleccionados.....	91
Capítulo IV	.....	92
Resultados y Análisis de los resultados	.....	92
4.1	Análisis Térmico DSC de la Cochinilla ( <i>Dactylopius coccus</i> ).....	92
4.2	Selección de la formulación óptima.....	93
4.3	Ensayo de índice de fluidez.....	96
4.4	Prueba de Microscopia Electrónica de Barrido.....	96
4.5	Pigmentación de polietileno de alta y baja densidad con el 3% del masterbatch obtenido.....	98
4.6	Colorimetría – Medidor de color.....	100
4.7	Examen de calificación de apariencia.....	104
4.7.1	Resultado de examen de calificación para placa de Polietileno de Alta densidad al 3%.....	105
4.7.2	Resultado de examen de calificación para placa de Polietileno de Baja densidad al 3%.....	107
4.8	Resistencia Química.....	107
4.9	Costos para la producción de los masterbatch seleccionados con la mejor formulación.....	109
Capítulo V	.....	111
5.1	Conclusiones.....	111
5.2	Recomendaciones.....	113
Bibliografía.....		114
ANEXOS.....		117
GLOSARIO.....		178

## Índice de Figuras.

<b>Figura 1. Concentrados de color.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 2. Dactylopius Coccus Costa. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 3. Diferencias del Ciclo biológico de la Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) entre macho y hembra.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4. Estructura Química del ácido Carmínico contenido en el insecto seco .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 5. Molécula lineal de HDPE .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 6. Molécula ramificada de LDPE.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 7. Esquema de extrusor. ....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 8. Parte interna del extrusor. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 9. Máquina de moldeo por inyección .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 10. Sección transversal simplificada de una maquina inyectora. ....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 11. Esquema de moldeo de plásticos por inyección y soplado.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 12. Método de inyección y soplado.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 13. Funcionamiento del proceso de soplado. ....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 14. Analizador Térmico DSC – Q200 .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 15. Unidad de regulación de temperatura e indicadora (Mezclador Brabender Plastograph EC W 50 EHT) .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 16. Posterior (A), media (B) y anterior (C) - (Mezclador Brabender Plastograph EC Plus W 50 EHT). ....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 17. Mezclador Brabender Plastograph EC Plus.....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 18. M2 – Polietileno de alta densidad con 25% de cochinilla (Dactylopius coccus) – 150°C x 10 min. ....</b>	<b>79</b>

<b>Figura 19. M2 – Polietileno de baja densidad con 25% de cochinilla (<i>Dactylopius coccus</i>) – 120°C x 10 min. ....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 20. Plastómetro XNR 400D .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 21. Plastómetro XNR 400D .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 22. Microscopia electrónica de barrido – SEM .....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 23. Masterbatch y mezcla de polietileno de alta densidad (HDPE). ....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 24. Masterbatch y mezcla de polietileno de baja densidad (LDPE). ....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 25. Equipo Medidor de color Modelo ND – 7B. ....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 26. Software OPEN RGB. ....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 27. Resultados. Analizador Térmico DSC. ....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 28. Resultado. Polietileno de alta densidad (HDPE) al 3%. ....</b>	<b>99</b>
<b>Figura 29. Resultado. Polietileno de baja densidad (LDPE) al 3%. ....</b>	<b>99</b>

## Índice de Tablas.

<b>Tabla 1. Listado de normas de ensayos ISO y ASTM.</b> .....	45
<b>Tabla 2. Clasificación Taxonómica de la Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa)</b> .....	49
<b>Tabla 3. Propiedades Físicas de la Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa)</b> .....	49
<b>Tabla 4. Composición Química de la Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa)</b> ...	50
<b>Tabla 5. Datos técnicos del polietileno de alta densidad (HDPE)</b> .....	54
<b>Tabla 6. Propiedades del LDPE</b> .....	57
<b>Tabla 7. Formulación para la elaboración de Masterbatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE).</b> .....	70
<b>Tabla 8. Formulación de aditivos en base al porcentaje y peso para cada muestra de Polietileno de alta y baja densidad.</b> .....	71
<b>Tabla 9. Materiales, instrumentos y equipos utilizados en el pesaje de los componentes para la mezcla de: Polímeros (HDPE y LDPE), pigmento y aditivos.</b> .....	72
<b>Tabla 10. Tabulación de cada muestra de Polietileno de alta densidad (HDPE) para la obtención del masterbatch.</b> .....	73
<b>Tabla 11. Tabulación de cada muestra de Polietileno de baja densidad (LDPE) para la obtención del masterbatch.</b> .....	73
<b>Tabla 12. Parámetros de mezclado para cada muestra.</b> .....	76
<b>Tabla 13. Descripción del equipo utilizado para la obtención de Masterbatch.</b> ..	77
<b>Tabla 14. Descripción del ensayo de índice de fluidez realizado al Masterbatch de Polietileno de alta y baja densidad.</b> .....	81
<b>Tabla 15. Descripción del equipo utilizado en el Ensayo de Índice de Fluidez ..</b>	82

<b>Tabla 16. Formulación para la elaboración de placas de Polietileno de alta y baja densidad.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 17. Parámetros para la obtención de muestra de Polietileno de alta y baja densidad en el Mezclador Brabender EC Plus W50 EHT.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 18. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 1.....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 19. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 2.....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 20. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 3.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 21. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 1.....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 22. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 2.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 23. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 3.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 24. Resultados del ensayo del índice de fluidez.....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 25. Resultado. Microscopía electrónica de barrido para el masterbatch HDPE.....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 26. Resultado. Microscopía electrónica de barrido para el masterbatch LDPE.....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 27. Resultado. Valores de Microscopía electrónica de barrido con un aumento de 2265x.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 28. Resultados del medidor de color para Masterbatch de alta densidad (HDPE).....</b>	<b>100</b>

<b>Tabla 29. Resultados del medidor de color para Masterbatch de baja densidad (LDPE).....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 30. Resultados del medidor de color para las muestras pigmentadas de polietileno de alta y baja densidad. ....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 31. Resultados. Microfotografías de las placas pigmentadas VS Microfotografías del Anexo B de la norma. ....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 32. Resultados. Microfotografías de las placas pigmentadas VS Microfotografías del Anexo B de la norma. ....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 33. Resultados. Resistencia química del Polietileno de alta densidad pigmentado al 3%. ....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 34. Resultados. Resistencia química del Polietileno de baja densidad pigmentado al 3%. ....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 35. Resultado. Costo de materia prima de formulación seleccionada....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 36. Resultado. Mano de obra para la obtención de los masterbatch.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 37. Costos para la obtención del masterbatch.....</b>	<b>110</b>

## Índice de Cuadro.

<b>Cuadro 1. Proceso de obtención de Masterbatch. ....</b>	<b>46</b>
<b>Cuadro 2. Proceso de obtención de la cochinilla. ....</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 3. Tipos de Aditivos y su respectiva función .....</b>	<b>58</b>
<b>Cuadro 4. Aditivos Seleccionados para la formulación de masterbatch .....</b>	<b>59</b>

## Índice de Gráficos.

<b>Gráfico 1. Resultado de coordenadas (x, y) para polietileno de alta densidad pigmentado al 3%.</b> .....	101
<b>Gráfico 2. Resultado de la zona de color y longitud de onda para x = 0,31 y para y = 0,29.</b> .....	101
<b>Gráfico 3. Resultado de coordenadas (x, y) para polietileno de baja densidad pigmentado al 3%.</b> .....	102
<b>Gráfico 4. Resultado de la zona de color y longitud de onda para x = 0,34 y para y = 0,27.</b> .....	103

## Introducción

Desde el inicio de la industria plástica, los materiales termoplásticos han sido cada vez más demandados por la sociedad debido a su amplio abanico de aplicaciones, especialmente el Polietileno y Polipropileno, por su bajo costo y alta reciclabilidad. (Zambrano, 2007). En Ecuador ha habido un constante crecimiento de las importaciones de Masterbatch debido a su gran uso en la pigmentación de resinas vírgenes, según (BCE, 2017) las importaciones de productos plásticos fueron de 371,07 millones Tm, esto se debe principalmente a la ausencia de industrias petroquímicas. En Ecuador hay pocas industrias dedicadas a la producción de masterbatch con pigmentos inorgánicos y mucho menos industrias dedicadas a la producción de masterbatch con pigmentos orgánicos, según (ASEPLAS, 2017) se reporta solo una industria de fabricación de masterbatch, la importancia de este proyecto es resaltar que el uso de masterbatchs con pigmentos orgánicos será más beneficioso que al usar pigmentos inorgánicos, ya que estos serán de grado alimenticio y servirán para objetos termoformados que estén en contacto con alimentos. (Sánchez, 2013). El propósito de realizar concentrados de color empleando pigmentos orgánicos, es reemplazar los pigmentos inorgánicos que contienen en su mayor parte metales pesados, siendo una alternativa en las industrias plásticas ya que el nivel de toxicidad es bajo, a su vez se verá la compatibilidad física que tiene el pigmento con la resina base empleada. En la actualidad el proceso de pigmentación de plásticos es considerado como uno de los principales contaminantes ambientales, por el material particulado que se emite la industria de los plásticos (Albarrán, 2005), el color aporta una gran contribución al producto terminado, por esta razón se plantea una solución al utilizar pigmentos orgánicos y de uso alimenticio que son amigables con el medio ambiente y dando una alternativa sostenible a los mayores consumidores de estas industrias que están ubicadas en las diferentes provincias del Ecuador.

## Abreviaturas.

- HDPE: Polietileno de alta de densidad.
- LDPE: Polietileno de baja densidad.
- ISO: Organización Internacional de Estandarización.
- ASTM: Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
- °C: Grados centígrados.
- mm: Milímetros.
- g: Gramos.
- Tg: Temperatura de transición vítrea.
- WVTR: Tasa de Transmisión de Vapor de Agua.
- cm: Centímetros.
- In: Pulgadas.
- Atm: Atmosfera.
- m: Metros.
- d: Densidad.
- pH: Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
- μm: Micra.
- Mpa: Mega pascal.
- UV: radiación ultravioleta.
- Kg: Kilogramos.
- g: Gramos
- PVC: Policloruro de vinilo.
- LEMAT: Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales.
- Wt%: Porcentaje de peso.

- At%: Porcentaje atómico.
- nm: Nanómetros.
- W: Watts
- DSC: Colorimetría diferencial de barrido.
- SEM: Microscopia electrónica de barrido.
- EHT: Eléctrica, alta temperatura.
- CIE: Comisión Internacional sobre la Iluminación.

# Capítulo I

## Generalidades de la investigación

### 1.1 Planteamiento de problema

En la actualidad el proceso de pigmentación de plásticos es considerado como uno de los principales contaminantes ambientales, por el material particulado que se emite a la atmósfera en el proceso de coloración o pigmentación y por el grado de toxicidad que tienen estos concentrados de color. Los pigmentos que se emplean son generalmente polvos.

Al elaborar concentrados de color no biodegradables que en su mayoría son tóxicos, este trabajo será alternativa, ya que al realizar masterbatchs a partir de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*) como colorante orgánico para obtener concentrados de color, los cuales servirá para pigmentar objetos de tipo polimérico con bajo nivel de toxicidad, y sobre todo para recipientes que están en contacto con alimentos los cuales se formaran por los métodos de inyección o por soplado.

### 1.2 Formulación y sistematización de la Investigación

#### 1.2.1 Formulación del problema de investigación

¿Qué beneficios tendrán la elaboración de un masterbatch empleando colorantes de origen orgánico como la cochinilla (*Dactylopius Coccus costa*), en lugar de los colorantes o pigmentos sintéticos empleados tradicionalmente?

#### 1.2.2 Sistematización del problema

- ¿Cuál sería la formulación óptima para la elaboración de masterbatch?
- ¿Qué tipo de método se utiliza para obtener concentrados de color?
- ¿Cuáles son las ventajas en la utilización de concentrados de color?

### **1.3 Justificación e importancia**

#### **1.3.1 Justificación Teórica**

Un Masterbatch o concentrado de color es un producto que tiene una concentración de pigmento a resina aproximadamente 10 veces mayor de la necesaria. Es una dispersión de pigmentos en un material plástico. Para fabricar un color concentrado o Masterbatch se requiere una mezcla de resina con pigmento, después la mezcla (pigmento-resina) es llevada a un extrusor en la cual la resina es fundida en el cañón del extrusor y al mismo tiempo los usillos van integrando y dispersando el pigmento a través de un soporte plástico compatible, interna y externamente, para luego pasar por un cortador donde es peletizado. Para la elaboración del masterbatch por medio de la extrusión es necesario saber los puntos de fusión tanto del colorante como el de las resinas.

La cochinilla (*Dactylopius coccus*) tiene un punto de fusión aproximado de 130 °C. (Pazmiño A. A., 2010).

El punto de fusión del polietileno (PE) de media y alta densidad está en un rango de 120 - 130 °C, mientras que el polietileno de baja densidad presenta un rango de 105 - 115 °C. (Mariano, 2012).

Con esta información se justifica en teoría la compatibilidad en el proceso de fusión de los tres componentes básicos del masterbatch. La naturaleza de los tres componentes es de tipo orgánico existiendo afinidad entre ellos para mezclarlos y extruirlos lo que garantiza la afinidad del colorante a la resina o el vehículo.

#### **1.3.2 Justificación Metodológica**

Puesto que el colorante a emplearse es de tipo orgánico y compatible con el vehículo para la fabricación de masterbatch, el método sugerido a emplearse sería: Selección del vehículo y selección de los aditivos, el pesaje de los componentes, mezclado, dosificación de los componentes, incorporación de los componentes al equipo, y finalmente extrusión

obteniendo una especie de fibras de concentrado para luego ser peletizado, dando como resultado un concentrado de color listo para emplearse en procesos de fabricación de objetos mediante las técnicas de inyección o soplado.

### **1.3.3 Justificación Práctica**

En el método a emplearse para la fabricación masterbatch es a nivel de laboratorio el cual permitirá conocer las variables de proceso, presión y temperatura de la extrusora, para posteriormente realizar un escalado a nivel industrial y de esta forma implementar un método para la pigmentación a gran escala de objetos de resinas plásticas ecológicas de menor impacto ambiental al recurso aire.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Obtener masterbatch empleando como colorante la Cochinilla (*Dactylopius coccus*), y como vehículos el polietileno de alta y baja densidad, para pigmentar objetos de resinas plásticas en procesos de extrusión y moldeo.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar el punto de fusión de la cochinilla (*Dactylopius coccus*).
- Seleccionar la materia prima adecuada para la elaboración del masterbatch.
- Determinar la formulación óptima del masterbatch como pigmento la cochinilla (*Dactylopius coccus*), garantizando una buena dispersión del pigmento en el vehículo.
- Caracterizar el masterbatch seleccionado mediante las pruebas de: índice de fluidez, microscopia electrónica de barrido, colorimetría.
- Caracterizar el objeto pigmentado mediante las pruebas de: colorimetría, examen de calificación de apariencia y resistencia química.

- Determinar el costo de producción de la formulación óptima en la elaboración de masterbatch.

### **1.5 Delimitación de la investigación**

Esta investigación se enfoca en el proceso de elaboración de masterbatch empleando colorantes orgánicos como la Cochinilla (*Dactylopius coccus*), utilizando de vehículo el Polietileno de alta y baja densidad, mediante el proceso de extrusión.

### **1.6 Hipótesis**

Será posible obtener un concentrado de color empleando como vehículo el Polietileno de alta y baja densidad y como colorante la Cochinilla (*Dactylopius coccus*), para pigmentar objetos a base de resina plástica manufacturados por procesos de moldeo.

### **1.7 Variables**

#### **1.7.1 Variable Independiente**

Parámetros de procesos de extrusión.

#### **Subvariable Independiente:**

El vehículo, porcentaje de pigmento, los aditivos, la temperatura de la extrusora y la presión de la extrusora.

#### **1.7.2 Variables Dependientes**

Tonalidad del masterbatch.

#### **Subvariable Dependiente:**

Mezclado y extrusión, calorimetría diferencial de barrido, índice de fluidez, examen de calificación de apariencia, microscopía electrónica, moldeo, colorimetría, resistencia química.

### **1.8 Operacionalización de Variables**

<b>Tipos de variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de Subvariable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Equipos</b>	<b>Unidades de Medición</b>	<b>Método</b>
Independiente	Parámetros de proceso de extrusión	Independiente	Vehículo	Se denomina vehículo en plásticos al tipo de resina a utilizar, puede ser PE, PP, PET, PVC, etc.	Balanza	g	N. A
			Porcentaje de Pigmento	Se refiere al peso dado su porcentaje en base al cálculo de formulación	Balanza	g	N. A
			Aditivos	Consiste en compuestos que ayudarán y favorecerán en el proceso de manufactura.	Balanza	g	N. A
			Temperatura de la extrusora	Es una magnitud física que indica la cantidad de calor que contiene un cuerpo.	Paredes eléctricas	°C	N. A
			Presión en la extrusora	Es una magnitud física que indica la fuerza ejercida sobre el objeto.	Barómetro	PSI	N. A
Dependiente	Tonalidad del masterbatch	Dependiente	Mezclado y Extrusión	Es un equipo donde se incorporan las formulaciones para obtener las muestras de plásticos.	Mezclador Brabender EC Plus W50 EHT	°C Rpm. Min.	ASTM D 2538
			Calorimetría diferencial de barrido	Este ensayo sirve para determinar la estabilidad térmica de los materiales, y el comportamiento al disminuir o aumentar la temperatura	Analizador DSC TA Q200	W/g °C	N. A

<b>Tipos de variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de Subvariable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Equipos</b>	<b>Unidades de Medición</b>	<b>Método</b>
Dependiente	Tonalidad del masterbatch	Dependiente	Índice de fluidez	Magnitud que expresa la facilidad de desplazarse.	Plastómetro XNR 400D	g/ 10 min.	ASTM D 1238:13 Método B
			Examen de calificación de apariencia	Indicador de calidad del masterbatch el cual indica la homogeneidad.	Microscopio >70x.	μ	ISO 18553
			Microscopia electrónica de barrido	Muestra por diferencia de contraste los elementos que se encuentran en un área específica. Van a identificas por tonalidades grises dependiendo su número atómico.	Microscopio electrónico de barrido FEI - INSPECT	μm	N. A
			Moldeo	Se produce mediante la aplicación de presión y un calentamiento entre dos superficies sobre la mezcla.	Moldeo por compresión	PSI °C	ASTM D 4703:03
			Colorimetría	Se obtienen coordenadas para determinar la tonalidad en el software OpenRGB.	Medidor de color ND-7B	Y X Z	N. A
			Resistencia química	Se somete el producto a diferentes sustancias químicas y se evalúan si existen cambios en las muestras.	Pipeta Tubo de ensayo	ml	ISO 175 ASTM D 543 – 95

## Capítulo II

### 2.1 Marco Referencial

#### 2.1.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se describen brevemente trabajos que tienen similitud con el tema planteado, detallando el método empleado, resultados obtenidos y las conclusiones relevantes.

La elaboración de concentrados de color tipo masterbatch para polímeros, ha estado ligada a la industria plástica desde sus inicios, evolucionando de manera constante para dar respuesta a las nuevas necesidades y exigencias de los diferentes productos plásticos. La producción de estos materiales, ha evolucionado desde sus aspectos estéticos y visuales, con colores y tonalidades cada vez más llamativos e innovadores, hasta aquellas características más funcionales requeridas por los procesos de fabricación de gran exigencia como películas delgadas y coextruidos multicapas, rafia, hilatura, inyección de pared delgada, entre otros, en donde las nuevas tecnologías de fabricación son de mayor velocidad y en consecuencia demandan cada vez una mayor calidad y consistencia de los componentes que procesan, incluyéndose los concentrados de color. (Hernández, Ortíz, & Gómez, 2019)

Para afrontar los retos que exigen las diferentes aplicaciones, los fabricantes de concentrados de color deben balancear una gran cantidad de variables y requerimientos que superan con creces el hecho de simplemente lograr el tono requerido, aspectos que van desde la elección del tipo de pigmento o colorante a utilizar, el vehículo en el cual se incorporará y la selección de una amplia gama de aditivos que buscan favorecer la dispersión, hasta el tipo de proceso de manufactura a usar, para lo cual existe una amplia variedad de soluciones tecnológicas con sus diferentes variantes. (Gómez, 2019)

El 30 % de los productos plásticos en el mercado se procesan mediante el moldeo por inyección. El método más extendido, simple y económico de colorear y/o modificar las propiedades de los plásticos (80% – 90%), es el uso de colorantes plásticos o masterbatches, que deben ser compatibles con el tipo de plástico matriz. Esto supone unos 12 millones de toneladas de productos plásticos. Un masterbatch consiste en una matriz plástica en la que se integra una alta proporción (entre el 50 y el 80%) de pigmentos, colorantes, agentes dispersantes, y otros aditivos. Los masterbatches, en forma de granza o granulada, se añade al polímero (también en forma de granza) durante el proceso de transformación (moldeo por inyección, extrusión) en una proporción aproximada del 3 % de su peso total. Ello presume unas 360.000 toneladas de consumo anual de masterbatches en el ámbito europeo. (Mastalmond , 2016)

Este método realizaron la obtención de masterbatch de grado alimentación, mediante un proceso de dos fases, la primera es la fase de reformulación y la segunda es la fase de extrusión y ajuste, de modo que en una primera fase se llevó a cabo el proceso de inyección de los pigmentos orgánicos, Amarelo GXT, Amarelo YRR, Laranja SCC y Laranja LFF por separados con la finalidad de observar la tonalidad de cada uno de ellos, posteriormente se inició con las reformulaciones de cada uno de los distintos masterbatch asignados, los verdes (FMB-2686 y FMB-2886), los amarillos (FMB-1682, FMB-1672 y FMB1842) y los naranjas (FMB-1163 y FMB-1393), comenzando por pesar las cantidades de pigmento indicados en la fórmula original sustituyendo únicamente el pigmento amarillo cromo o naranja molibdato, según el caso, por los pigmentos orgánicos anteriormente mencionados, luego se realizaron las respectivas inyecciones empleando una maquina inyectora de la cual se obtiene un chip de polietileno con el que se puede observar la coloración y compararlo con el chip de la fórmula original, es importante resaltar que lo que se desea con este proyecto es obtener los mismo colores de masterbatch

pero empleando pigmento orgánicos en lugar de inorgánicos para que dichos masterbatch sean de grado alimenticio; al hacer estas sustituciones se obtuvieron chips con tonalidades muy distintos a los deseado de modo que fue necesario ajustar las cantidades de los otros pigmentos presentes en cada una de las fórmulas para poder obtener entonces tonos lo más parecido posible a cada uno de los respectivos patrones, estas comparaciones se realizaron no solo de forma visual sino que también se empleó un espectrofotómetro (colorímetro) el cual indica la coincidencia que tiene la reformulación con el patrón en cuanto a tonalidad. (Devis, 2014).

En este proyecto se evalúa la popularidad de los materiales plásticos en diferentes aplicaciones y se atribuye a la incorporación de los aditivos en la matriz polimérica. Los aditivos pueden alterar la estructura molecular fundamental de los polímeros lo que permite modificar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los mismos. El número de aditivos que existen en la actualidad es de miles y sus estructuras químicas a menudo son complejas. El poder seleccionar el aditivo adecuado para una determinada aplicación muchas veces puede ser desconcertante. Los cultivos cubiertos o bajo invernadero logran recrear ambientes y condiciones climáticas favorables para el desarrollo de un cultivo. Entre los diferentes materiales utilizados como cubierta, los materiales plásticos, en especial las películas, ofrecen variadas propiedades y menor costo. La selección del material de cubierta se lo establece mediante sus propiedades mecánicas y ópticas; además del clima, ubicación del invernadero y cultivo. (Pillajo, 2017)

En este proceso la industria del plástico el pigmento es una variable que, como característica principal, dará color y producirá efectos especiales a las distintas resinas utilizadas. Dependiendo de la resina plástica y del producto terminado a fabricar, la selección de un pigmento dependerá no solamente del color y efecto requeridos, sino

también de sus resistencias a la temperatura, a la luz ultravioleta, a las condiciones de intemperie, a los agentes químicos tales como ácidos y bases. (Espinoza, 2008)

Este proyecto se ideó con el fin de desarrollar nuevos colorantes plásticos basados en polímeros biodegradables con cáscara de almendra orientados a las industrias del juguete y el mueble auxiliar; trasladables a otras industrias del mundo de la inyección de plásticos. La puesta en marcha en el mercado de masterbatchs basados en plásticos biodegradables resulta muy pobre fuera del ámbito de los envases y embalajes. Por ello, los polímeros biodegradables en industrias tradicionales como la del juguete o la del mueble auxiliar constituyen un factor de competitividad en el mercado actual respecto a otros mercados emergentes, lo que contribuye además a generar y potenciar un consumo sostenible sin necesidad de realizar inversión adicional para su procesado. (Mastalmond , 2016)

Este documento presentará la caracterización de la formulación seleccionada y las pruebas más usadas en la industria para el desarrollo de nuevos masterbatch y fabricación de estos, sus principales variantes tienen efectos importantes a considerar en cuanto a calidad, productividad y costo, variables a tener en cuenta a la hora de elegir el proceso más adecuado de acuerdo con los requerimientos de la aplicación del plástico al momento de obtener un producto por extrusión y moldeo.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 ¿Qué es el Masterbatch?**

El Masterbatch es conocido comúnmente como master, el cual es una mezcla concentrada de pigmentos y aditivos dispersados dentro de una resina portadora que suele presentarse en forma de pellets. Esta dispersión de pigmento se realiza mediante finísimas partículas incorporadas a un soporte plástico compatible con la resina a colorear. (Terrer, 2009)

En la figura 1 se puede observar diferentes tipos de coloración de Masterbatch.



*Figura 1. Concentrados de color.*

**Fuente:** (Terrer, 2009)

### **2.2.1.1 Calidad del Masterbatch**

La calidad de un Masterbatch se mide por el tamaño de partícula del pigmento incorporado, esto por el grado de dispersión de estos y por la calidad de la resina base y su compatibilidad con la resina a colorear.

Otro factor importante en la calidad de un Masterbatch es la cantidad de cargas minerales incluidas en su composición, por esto el precio es la razón por la que se incorporan estas cargas donde son admitidas por el proceso o por el producto final. (Terrer, 2009)

### **2.2.1.2 Concentración del Masterbatch.**

La concentración pigmentaria del masterbatch oscila entre el 15 al 30% para pigmentos orgánicos y hasta un 60% para pigmentos inorgánicos. Las dosis que se utiliza en el proceso usualmente varían entre 1% a 3.0%. (Terrer, 2009).

### **2.2.1.3 Cuáles Son Las Principales Ventajas Del Masterbatch.**

Según (Terrer, 2009), las principales ventajas del masterbatch son:

- **Limpieza en área de producción.** El masterbatch se diferencia de los pigmentos en polvo porque no posee volatilidad y tampoco mancha, esto permite que el trabajo se realice en un ambiente libre de contaminantes.
- **Gran uniformidad debido a una óptima dispersión del pigmento.** Esto se debe a una buena dispersión del pigmento, ya que dichas partículas tienden a agruparse y formar cohesión, las cuales son difíciles de separar con las máquinas empleadas

en la transformación final por lo que es usual que cuando se utilicen pigmentos en polvo aparezcan puntos o ráfagas de color en el ambiente.

- **Fácil manipulación y pesado.** Como el masterbatch se presenta en forma de pellets facilita la manipulación, ya que al pesarlo será más fácil a diferencias de los que son líquidos o polvos.
- **Dosificación.** Los pellets se dosifican automáticamente ya que no se adhieren a las paredes de la tolva.
- **Reducción de las líneas de flujo en colores perlescentes y metálicos debido a su mejor dispersión.** Se tienden a formar grumos en los pigmentos en polvo, esto ocurre debido a las fuerzas eléctricas y a la absorción de humedad, ya que las líneas de flujo de dichos pigmentos de forma plana son metálicos. El master reduce este defecto sensiblemente.
- **Reducción en la absorción de humedad.** Los pigmentos en polvo son altamente higroscópicos a diferencias de los masterbatch que tienen a poseer una baja absorción de humedad.
- **Rapidez de limpieza.** Al no tener polvo en el proceso, la limpieza de tolvas dosificadores y demás periféricos es prácticamente inmediata.

#### **2.2.1.4 Tipos de aditivos según el Masterbatch a emplearse**

Según (S.A.S, Plastines, 2015) los tipos de aditivos en forma de masterbatch son:

- **Deshidratante.** Está desarrollado para resolver los problemas de humedad. Este puede absorber de forma eficiente la humedad en los procesos de moldeo y extrusión de plásticos.
- **Estabilizador UV.** Reduce o posterga el deterioro de los materiales plásticos por la prolongada exposición a la luz solar.

- **Brillador óptico:** Este masterbatch se usa principalmente para los procesos de reciclaje de plástico, donde provee brillo sobresaliente al material recuperado. Elimina además el tinte amarillento de los materiales reciclados, generando un ligero matiz azulado.
- **Inhibidor de corrosión volátil.** Es un aditivo especial en PE que confiere propiedades anticorrosivas a una película de plástico. Este evita que los metales empacados en una bolsa de polietileno se oxiden.
- **Deslizante – antiblock.** Este masterbatch es fabricado a partir de una mezcla de aditivos. Se utiliza para reducir el coeficiente superficial de fricción de los polímeros, disminuyendo el bloqueo, facilitando la apertura de la boca de las bolsas y mejorando el deslizamiento de la película de plástico en llenadoras automáticas.
- **Antiniebla.** Este previene la formación de niebla en la superficie de las películas plásticas, promoviendo que todas las diminutas gotas generadoras de la niebla se unan entre sí formando una membrana líquida más transparente y clara.
- **Antiestática:** Reduce la estática de los materiales plásticos dando más baja resistencia eléctrica en la superficie impidiendo que el polvo se deposite. La superficie del producto se aprecia más lizo y brillante, debido a que este aditivo tiene una cierta función lubricante.
- **Antioxidante.** Este es fabricado a partir de una mezcla de compuestos químicos que retarda o detiene completamente la degradación del plástico debido a la oxidación. La degradación por oxidación se manifiesta en la decoloración, cambio de viscosidad o resquebrajamiento.
- **Silicona.** Este aditivo elimina el agrietamiento y reduce la acumulación en el cabezal, mejora el llenado del molde y el desmoldeo, mejora la capacidad de

trabajo y la fluidez, reduce el consumo de energía y mejora la eficiencia de producción además extiende la vida útil de los equipos de procesamiento.

- **Adherente (tackifier).** Es un agente de pegajosidad para fabricar películas de stretch.
- **Antibacterial.** Es usado en productos de plástico que son frecuentemente tocados por los seres humanos, como teléfonos, teclados de computador, juguetes, etc. La adición de este producto elimina la proliferación de bacterias en los productos plásticos.

### 2.2.1.5 Parámetros fisicoquímicos para la caracterización de Masterbatch

En la tabla 1 se aprecia el listado de normas de ensayos ISO y ASTM.

PROPIEDAD	ISO	ASTM	UNIDAD SI
Absorción de agua		D-759	cambios registrados
Coefficiente lineal de expansión térmica		D-696	mm/mm/°C
Conductividad térmica		C-177	W/K.m
Constante dieléctrica	1325	D-150	adimensional
Contracción de moldeo	3146	D-955	mm/mm
Deformación de carga		D-621	%
Deformación por compresión	1856	D-395	Pa
Densidad	1183	D-1505	g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente		D-1895	g/cm <sup>3</sup>
Densidad relativa	1183	D-792	adimensional
Dureza			
Durómetro	868	D-2240	dial real
Rockwell	2037/2	D-785	dial real
Barcol		D-2583	dial real
Elongación	R527	D-638	%
Envejecimiento a la intemperie	4582, 4607	D-1435	cambios
Factor de compresión	171	D-1895	adimensional
Fluencia	899	D-2990	Pa
Hinchamiento por disolvente		D-471	J
índice de moldeo		D-731	Pa
índice de oxígeno		D-2863	%
índice de refracción	489	D-542	adimensional
Inflamabilidad	181,87 1,1210	D-635	cm/min y cm/s

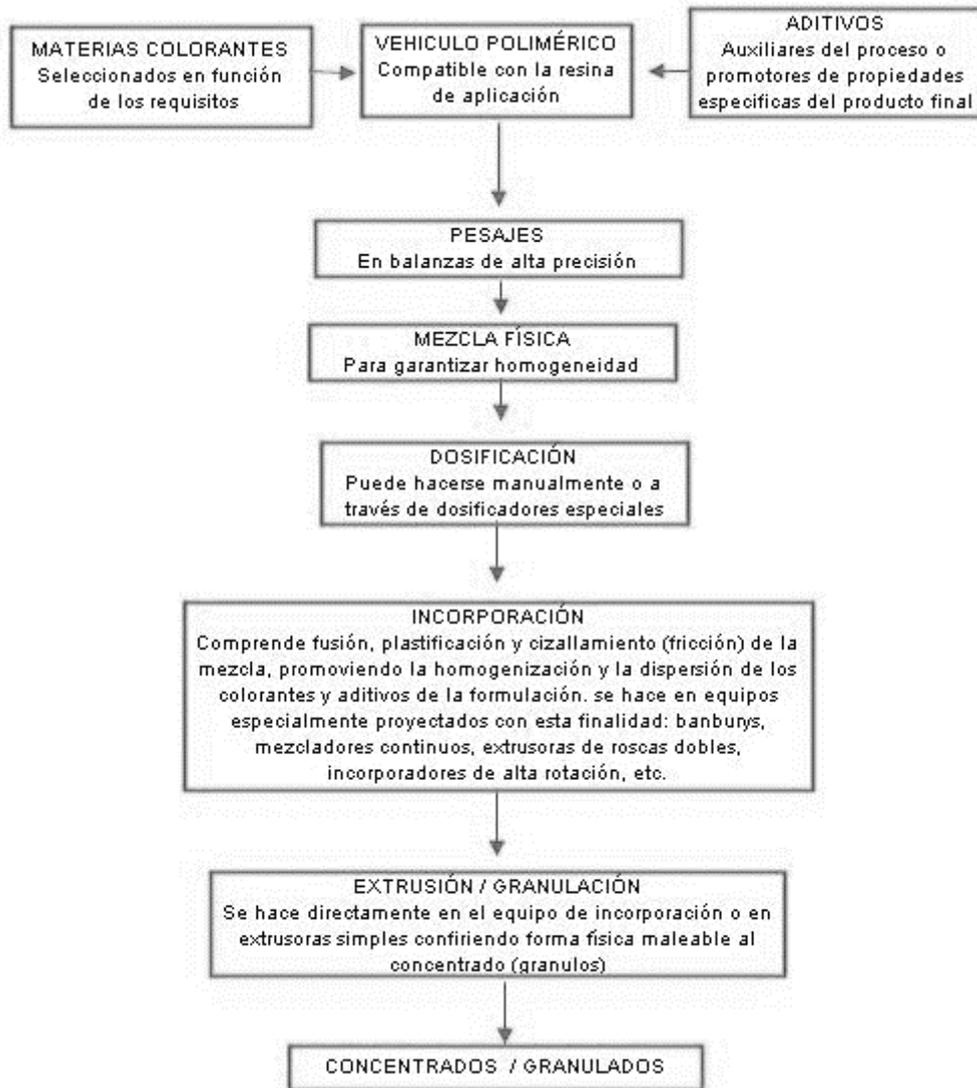
<b>Inmersión 24 horas</b>	62, 585, 960	D-570	%
<b>Módulo de elasticidad</b>			
<b>En compresión</b>	4137	D-695	Pa
<b>En tangente, flexión</b>		D-790	Pa
<b>En tracción</b>		D-638	Pa
<b>Procedimiento acondicionamiento</b>	291	D-618	unidades métricas
<b>Propiedades mecánicas dinámicas</b>		D-2236	adimensional
<b>Decremento logarítmico</b>			
<b>Módulo de elasticidad en cizalla</b>			
<b>Punto de fusión</b>	1218,3 146	D-2117	°C
<b>Punto de reblandecimiento Vicat</b>	306	D-1525	ohm.cm
<b>Resistencia a la abrasión superficial</b>		D-1044	cambios registrados
<b>Resistencia a la cizalla</b>		D-732	Pa
<b>Resistencia a la compresión</b>	604	D-695	Pa
<b>Resistencia a la fatiga</b>	3385	D-671	número de ciclos
<b>Resistencia a la flexión</b>	178	D-790	Pa
<b>Resistencia a la tracción</b>	R527	D-638	Pa
<b>Resistencia al arco</b>	1325	D-746	s
<b>Resistencia al impacto - Dardo</b>		D-1709	Pa @ 50% fallo
<b>-Charpy</b>	179		J/m
<b>-Izod</b>	180	D-256	J/m
<b>Resistencia al rasgado</b>		D-624	Pa
<b>Resistencia dieléctrica</b>	3915	D-149	V/mm
<b>Resistencia química</b>	175	D-543	cambios registrados
<b>Rigidez de flexión</b>		D-747	Pa
<b>Rotura de fluencia</b>		D-2990	Pa
<b>Tamaño de partícula</b>		D-1921	micrómetros
<b>Temperatura de deflexión</b>	75	D-648	°Ca18,85MPa
<b>Temperatura de flujo</b>		D-569	°C
<b>Temperatura de fragilidad</b>	974	D-746	°C a 50%
<b>Transmitancia luminosa, Turbiedad</b>		D-1003	%
<b>Vapor de agua</b>		E-96	g/24h
<b>Veloc. de flujo del fundido, termoplást.</b>	1133	D-1238	g/10min.

*Tabla 1. Listado de normas de ensayos ISO y ASTM.*

Fuente: (Ojeda, 2011)

### 2.2.1.6 Proceso de obtención de masterbatch

En el cuadro 1 se detalla el proceso de obtención de masterbatch.



**Cuadro 1. Proceso de obtención de Masterbatch.**

**Fuente:** (Ojeda, 2011)

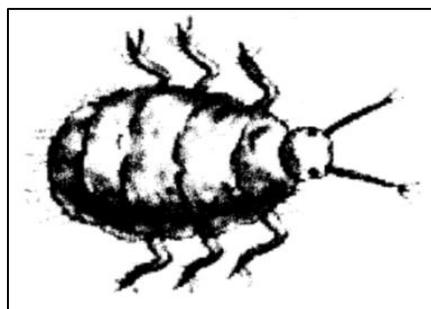
## 2.2.2 Materias primas aplicadas en el proceso de obtención de Masterbatch

### 2.2.2.1 Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*)

La cochinilla es un insecto cuyo nombre científico es *Dactylopius Coccus Costa* perteneciente a la familia *Dactylopiidae* como se observa en la figura 2, este insecto proviene de México y de países andinos como Ecuador, Perú y Bolivia, pertenece a una variedad de plantas que corresponden al género del opuntia y Nopalea. Ecuador posee un ambiente favorable para el crecimiento de los tunales y de la cochinilla y de los cuales

existen cultivos en la provincia de Imbabura (Chota), Chimborazo (Guano), Loja y en Santa Elena. Esta especie es la única que es cultivada para la extracción de pigmentos. (Pazmiño & Abril, 2010).

El ciclo biológico de la cochinilla dura aproximadamente de 90 a 150 días y consta de 6 fases es decir desde el estado de huevo, 2 estados ninfales y el estado adulto. En la fase ninfa I y II tanto las hembras como los machos son similares. En la fase de ninfa I las cochinillas buscan un lugar en la planta donde se pueden alimentar, es decir se nutren de savia por medio de un estilete bucal, cuando se separan de su huésped original, éstas no vuelven adherirse y permanecen sésiles cierto tiempo donde empiezan aparecer filamentos blanquecinos de esa forma se indica que entran a la fase ninfa II, en esta fase se puede notar la diferencia entre macho y hembra y se muestran dimorfismo sexual, luego los huevos de las hembras adultas maduran y esta fase se denomina oviplena (Begazo & Bendita, 2018).

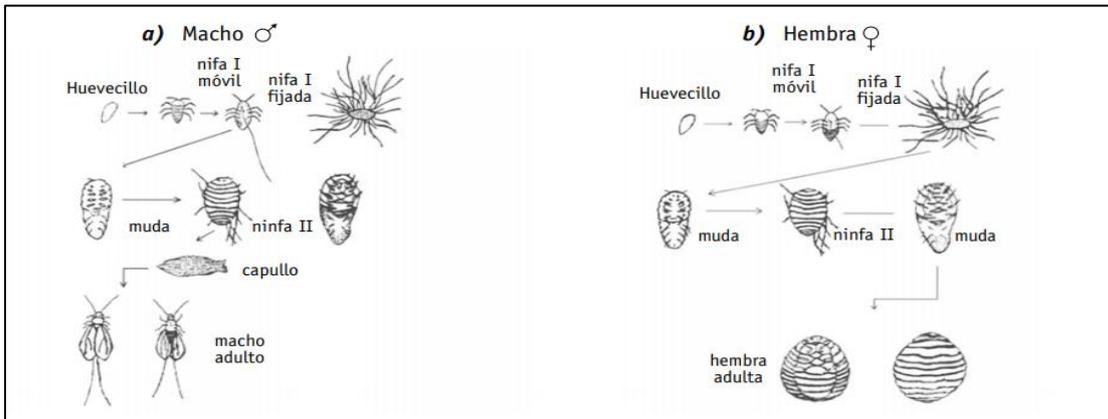


*Figura 2. Dactylopius Coccus Costa.*

**Fuente:** (Pazmiño & Abril, 2010)

Los machos son más pequeños que las hembras en la etapa ninfa II donde forman un capullo que está compuesto por filamentos con las secreciones cerosas. El ciclo de vida depende de los factores ambientales, siendo la temperatura una de las causas que influyen de manera considerable en el ciclo biológico de la cochinilla, su rango va desde 20°C a 32°C y la humedad relativa 40-75%. La fecundación se da todo el año y después de este proceso el macho muere. (Mamani & Huamani , 2015) .

En la figura 3 se observa el ciclo biológico de la cochinilla y las diferencias entre el desarrollo entre (a) y (b).



**Figura 3. Diferencias del Ciclo biológico de la Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*) entre macho y hembra.**

**Fuente:** (Hernández, García, Del Rio, & Lanz, 2005)

Según (Abril & Pazmiño, 2010) de las hembras de la cochinilla se obtiene el ácido carmínico, el cual al moler de los insectos secos se extrae el principal pigmento, ya sea con agua o con solventes como el etanol, de este ácido se produce un colorante (antraquinona) natural llamado carmín que es empleado como materia prima en diferentes industrias tales como: la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética e incluso es empleado en la tinción textil. El pigmento quinónico se encuentra localizado en toda la cavidad interior del cuerpo y está formado por una antraquinona hidroxilada.

#### **2.2.2.1.1 Clasificación taxonómica Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*)**

La cochinilla es un insecto del reino animalia el cual se aprovechan sus jugos biológicos para la obtención de colorantes, la gran ventaja de estos es que son biodegradables. (Mamani & Huamani, 2015)

En la tabla 2 se muestra la clasificación de los grupos taxonómicos del insecto (*Dactylopius Coccus Costa*).

<b>Taxonomía del Insecto Cochinilla</b>	
Phyllis	Arthropoda
Clase	Insecto
Reino	Animalia
Orden	Heteróptera
Sub-orden	Homóptera
Familia	Dactylopiidae
Genero	Dactylopius
Especie	Dactylopius coccus costa

**Tabla 2. Clasificación Taxonómica de la Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*)**

**Fuente:** (Mamani & Huamani , 2015)

#### **2.2.2.1.2 Propiedades Físicas de la Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*)**

Las propiedades físicas y organolépticas de la cochinilla se detallan en la tabla 3.

<b>Propiedades Físicas de la Cochinilla</b>	
<b>Color</b>	Rojo oscuro
<b>Forma</b>	Ovalada
<b>Sabor</b>	Agrio
<b>Peso</b>	0.006gr.
<b>Tamaño</b>	5mm
<b>Alimentación</b>	La savia de sus pecas
<b>Clima</b>	Seco y cálido
<b>Textura</b>	Suave
<b>Ciclo Biológico</b>	120 días aproximadamente

**Tabla 3. Propiedades Físicas de la Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*)**

**Fuente:** (Mamani & Huamani , 2015)

### 2.2.2.1.3 Propiedades Químicas de la Cochinilla

La composición química de la Cochinilla se muestra en la Tabla 4.

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE (%)
Ácido Carmínico	10-12
Proteínas	40-45
Grasa	10-12
Carbohidratos	10-12
Humedad	10-12
Ceras	2-3
Cenizas	3-5

*Tabla 4. Composición Química de la Cochinilla (Dactylopius Coccus Costa)*

**Fuente:** (Mamani & Huamani , 2015)

Según (Matamoros , Torres López , Vázquez , Tenopala, & Torres , 2017) las industrias demandantes de cochinilla que la adquieren como materia prima se encuentra en el mercado internacional distribuida de forma que para la industria cosmética el 15%, la alimenticia el 75% y para las industrias Farmacéutica y textil es el 10%. La cochinilla requiere cumplir algunas características para poder realizar el proceso de extracción de ácido carmínico tales como:

- Humedad relativa 14 a 27%
- Altitud 800 a 2600 msnm
- Velocidad de viento 3m/s
- Precipitación pluvial 400 a 800 mm/año

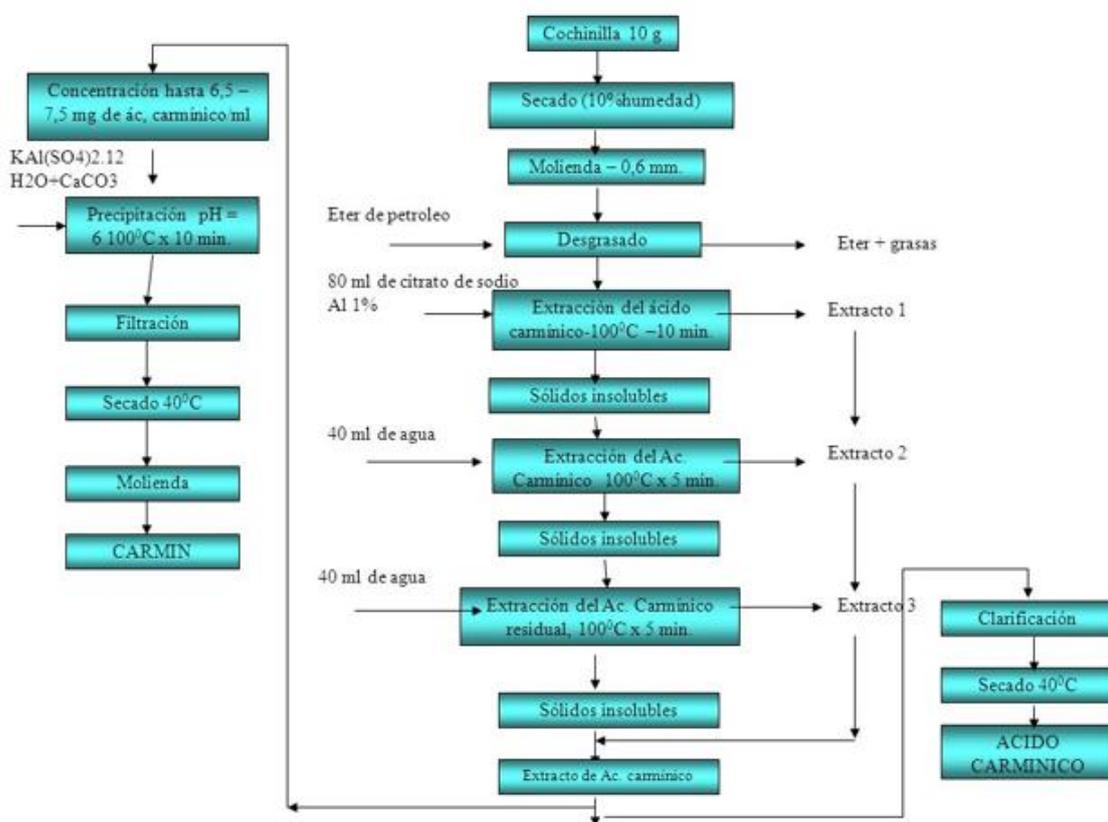
Y su composición óptima después de la muerte y secado del animal deben ser:

- Ácido carmínico 9 a 20%

- Ceras 0.5 a 2%
- Minerales 15 a 30%
- Sustancias nitrogenadas de 15 a 30 %
- Solubilidad en mezclas de alcohol y agua

#### 2.2.2.1.4 Proceso de obtención de la cochinilla (diagrama de bloques)

En el cuadro 2 se detalla el método Carré modificado para la obtención de ácido carmínico y carmín.



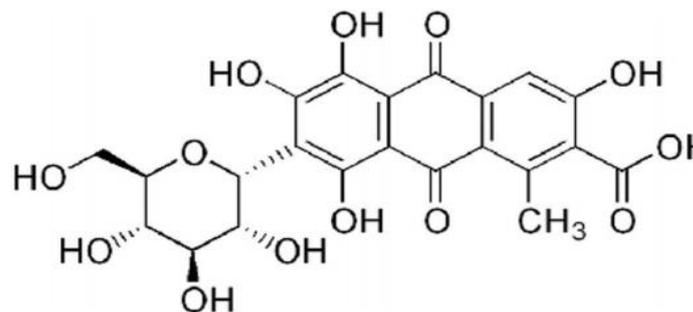
Cuadro 2. Proceso de obtención de la cochinilla.

Fuente: (Moreno, 2014)

#### 2.2.2.1.5 Ácido carmínico de la cochinilla

A partir de la cochinilla hembra (*Dactylopius Coccus Costa*) se obtiene el ácido carmínico la cual es una sustancia polar soluble en agua, en etanol y a bajas concentraciones de ácido clorhídrico, este ácido presenta una coloración roja la cual puede variar hasta púrpura cuando el pH aumenta y su fórmula molecular es  $C_{22}H_{20}O_{13}$  la cual se

descompone a 120 °C y su punto de fusión es de 136°C, este a su vez tiene mayor resistencia a la oxidación química y al calor a diferencia de los colorantes sintéticos, el nombre químico es Acido 7-β-D-glucopiranosil-3,5,6,8-tetrahidroxi-1metil-9,10-dioxoantraceno-2-carboxilico y es un producto estable y soluble en medios alcalinos, agua o alcohol. Los cambios de colores del ácido carmínico varían según su pH para un color anaranjado el pH será de 3, para un color rojo el pH será de 5.5 y para un color purpura el pH será de 7 (Agreda Rodriguez, 2009). En la figura 4 muestra la estructura de ácido carmín a partir del insecto llamado cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*).



**Figura 4. Estructura Química del ácido Carmínico contenido en el insecto seco**

**Fuente:** (Arroyo, Ruiz, Vargas, & González, 2010)

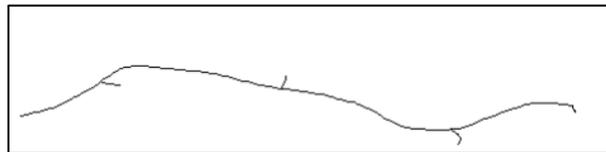
#### 2.2.2.2 Polietileno de alta densidad (HDPE)

Según (Zambrano, 2007) el polietileno es químicamente el polímero más simple, el polietileno de alta densidad es un termoplástico no polar lineal, el cual tiene un aspecto blanquinoso, con un rango de densidades entre 0.94 a 0.965 g/cm<sup>3</sup> y con un punto de fusión entre 128-138°C, es uno de los polímeros más versátiles, y el segundo de mayor uso en la industria del empaque plástico.

El HDPE es un material termo plástico parcialmente amorfo y cristalino. El grado de cristalinidad depende del peso moléculas, de la cantidad de comonomero presente y del tratamiento térmico aplicado.

La cristalinidad de una resina de HDPE determinada puede variar dentro de una amplia gama debido a la tasa de enfriamiento de la masa fundida, entre más lenta es la tasa de enfriamiento más cristalino se vuelve el material. El intervalo de cristalinidad del HDPE normalmente abarca de un 50 a un 80%. Debido a que el grado de cristalinidad de HDPE es variable, este puede considerarse como un polímero amorfo con una cantidad variable de carga cristalina. (Zambrano, 2007)

Las cadenas moleculares de los homopolímeros HDPE son largas y rectas con muy pequeñas ramificaciones, como se aprecia en la figura 5:



*Figura 5. Molécula lineal de HDPE*

**Fuente:** (Zambrano, 2007)

Se trata de un plástico barato que puede modelarse a casi cualquier forma, el cual se extruye para hacer fibras o también puede soplar para formar películas delgadas. A continuación, se indican las aplicaciones para estos:

- Extrusión: Películas, cables, hilos, tuberías.
- Moldeo por inyección: Partes en tercera dimensión con formas complicadas.
- Inyección y soplado: Botellas de diferentes tamaños.
- Extrusión y soplado: Bolsas o tubos de calibre delgado.
- Roto moldeo: Depósitos y formas huevas de grandes dimensiones.

Su resistencia al impacto es bastante alta y se mantiene a temperaturas bajas. Posee baja densidad con respecto a metales u otros materiales. Es un material impermeable, inerte y de baja reactividad. (Zambrano, 2007)

En la tabla 5 se muestran los datos técnicos del polietileno de alta densidad (HDPE) según (CASIOPEA, 2015 ):

UNIDAD	VALORES
Densidad g/cm <sup>3</sup> ISO 1183	0,95
Resistencia a la tracción n/mm <sup>2</sup> DIN EN ISO 527	28
Resistencia al alargamiento % DIN EN ISO 527	+8
Alargamiento de la rotura %	300
Módulo-E MPa DIN EN ISO 527	850
Resistencia al impacto KJ/m <sup>2</sup> DIN EN ISO 179	Sin rotura
Resistencia al impacto en probeta KJ/m <sup>2</sup> DIN EN ISO 179	50
Dureza superficial n/mm <sup>2</sup> DIN EN ISO 2039-1	45
Dureza shore D ISO 868	66
Expansión lineal coeficiente K-1 DIN 53752	1,8.10 <sup>-4</sup>
Conductividad térmica W/m-K DIN 52612	0.38
Comportamiento ante el fuego	Normal inflamable
Rigidez dieléctrica KV/mm VDE 0303-21	44
Resistencia superficial Ohm DIN IEC 167	10 <sup>14</sup>
Rango de temperatura °C	-100 hasta +80
Resistencia a los productos químicos	Alta resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes
Aceptable fisiológicamente	Si
Soldadura	Si
Refuerzo fibra de vidrio	-
Laqueado, impresión	-
Moldeado en caliente	Posible

*Tabla 5. Datos técnicos del polietileno de alta densidad (HDPE)*

**Fuente:** (CASIOPEA, 2015 )

#### **2.2.2.2.1 Propiedades fisicoquímicas del Polietileno (HDPE)**

##### **2.2.2.2.1.1 Propiedades físicas**

Según (Plastiductos S.A, 2015) las propiedades físicas del polietileno de alta densidad son:

- Su densidad es de 0.941 - 0.965 g/cm<sup>3</sup>.
- Tiene un punto de fusión entre 120 °C y 136 °C mayor que el PEBD.

- La absorción de agua en 24h su porcentaje es menor a 0,01.
- La resistencia a la radiación es aceptable, mientras que su resistencia al ultravioleta es mala.
- Su porcentaje de cristalinidad es de entre 60 – 80 %.
- Su índice refractario es de 1,54.

#### **2.2.2.2.1.2 Propiedades químicas**

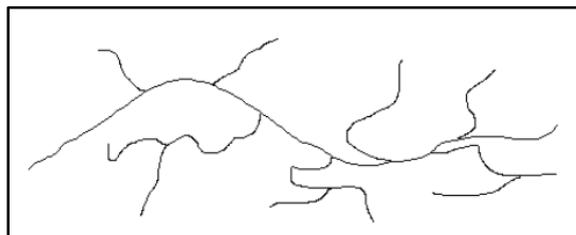
Según (Rodríguez, 2012) las propiedades químicas de polietileno de alta densidad (HDPE) son:

- Material opaco y de aspecto ceroso.
- Buenas propiedades mecánicas, buena resistencia al impacto y a la abrasión.
- El punto de fusión es de entre 120°C y 136°C.
- Resistencia a sustancias químicas.

#### **2.2.2.3 Polietileno de Baja Densidad (LDPE)**

Según (Zambrano, 2007) el polietileno de baja densidad tiene una estructura ramificada la cual es parcialmente cristalina, estos son fabricados bajo altas condiciones de presión y temperatura mediante un proceso de polimerización por radical libre.

La polimerización del etileno bajo estas condiciones produce un polímero ramificado que es en realidad una mezcla de largas moléculas con columnas vertebrales de diferentes longitudes y cadena ramificada a los lados. (Zambrano, 2007). En la figura 6 se muestra la molécula ramificada del LDPE.



*Figura 6. Molécula ramificada de LDPE*

**Fuente:** (Zambrano, 2007)

La presencia de cadenas ramificadas en la estructura limita la formación de cristales de polietileno introduciendo así irregularidades en la estructura.

El LDPE tiene una baja cristalinidad que es entre 40 a 60% y consecuentemente una baja densidad que es entre 0.91 a 0.94 g/cm<sup>3</sup>.

Las ramificaciones de las cadenas en el homopolímero de LDPE le brinda características deseables tales como la claridad, flexibilidad, sellabilidad y fácil procesado. El valor real de todas estas propiedades depende del balance entre su peso molecular, su distribución del peso molecular y ramificaciones. (Zambrano, 2007)

- El LDPE es muy versátil, se adapta a todo tipo de procesamiento de extrusión, inyección, etc.; siendo su mayor aplicación y el más utilizado en la producción de películas para empaques, bolsas, fundas, etc.
- El LDPE se caracteriza por su excelente flexibilidad, buena resistencia al impacto, maquinabilidad, resistencia a aceites, resistencia a químicos, sellabilidad al calor, y bajo costo (cerca de \$1.6/Kg).

Un listado de las propiedades del LDPE, son presentados en la tabla 6:

<b>Propiedades del LDPE</b>	
Densidad	0.91 a 0.925 g/cm
Tg	-120°C
Temperatura de fusión	105 – 115°C
Módulo de tensión	172 – 517 Mpa (24900 – 75000 psi)
Elongación	100 – 965%
Resistencia al rasgado	200 – 300 g/25µm
WVTR	375-500 g µm/m <sup>2</sup> d a 37.8°C, 90% HR
Permeabilidad al O <sub>2</sub> , 25°C	0.95-1.3 g mil/100 in <sup>2</sup> d a 95°F, 90% HR
	163000-213000 cm <sup>3</sup> µm / m <sup>2</sup> d atm
Permeabilidad al CO <sub>2</sub> , 25°C	400-540 cm <sup>3</sup> mil / 100 in <sup>2</sup> d atm
	750000-1060000 cm <sup>3</sup> µm / m <sup>2</sup> d atm
Absorción del agua	1900-2700 cm <sup>3</sup> mil / 100 in <sup>2</sup> d atm
	<0.01%

**Tabla 6. Propiedades del LDPE**

**Fuente:** (Zambrano, 2007)

#### **2.2.2.4 Aditivos**

Se consideran aditivos a los materiales que van dispersos físicamente en una matriz polimérica, sin afectar a su estructura molecular. Debido a que todas las propiedades del producto final, en la medida en que dependan de la estructura molecular, vienen ya determinadas, se intenta durante la transformación del polímero y según sean las necesidades de su aplicación hacerlas variar entre ciertos límites mediante la incorporación de aditivos diversos cuya compatibilidad ha sido estudiada previamente. (Sordo, 2014)

En el momento de ser empleados todos los aditivos deben cumplir una serie de requisitos técnicos que deben ser altamente eficaces, para esto se debe tener en cuenta que la dosificación sea la correcta, que se obtenga una dispersión homogénea, que los aditivos sean compatibles con los polímeros a fin de evitar interacciones, estos no deben ser volátiles en las condiciones del proceso de fabricación, no deben exudar durante su vida en servicio y, por último, un aditivo no debe ser tóxico ni perjudicial para la salud del personal que lo manipule ni tampoco para los usuarios. (Sordo, 2014)

En el cuadro 3 se especifican los aditivos comúnmente utilizados, así como la función que desempeñan.

<b>Tipo</b>	<b>Función</b>
Estabilizantes	Facilitan el procesado
Lubricantes	
Pigmentos	Mejorar el aspecto del producto manufacturado
Colorantes	
Blanqueadores ópticos	Modifican las propiedades ópticas
Agentes de nucleación	
Absorbentes de rayos ultravioletas	Proteger al polímero de la degradación progresiva por exposición a la luz solar
Fungicidas	
Estabilizantes térmicos	Disminuir la sensibilidad al calor
Antioxidantes	Proteger de la degradación producida por el oxígeno
Cargas reforzantes	Mejorar las propiedades mecánicas
Plastificantes	
Modificadores de impacto	Disminuir costes de las formulaciones
Cargas	
Diluyentes y extendedores	Modificar propiedades superficiales
Agentes antiestáticos	
Aditivos antideslizamiento	
Aditivos antidesgaste	
Promotores de adhesión	

**Cuadro 3. Tipos de Aditivos y su respectiva función**

**Fuente:** (Sordo, 2014)

En el cuadro 4 se aprecia la función que cumplen los aditivos seleccionados para la elaboración de masterbatch de Polietileno de alta y baja densidad a partir de la cochinilla (*Dactylopius coccus*).

<b>Aditivos</b>	<b>Función</b>
<b>Carbonato de Calcio</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Buen poder cubriente.</li> <li>2) Mejorará el proceso de producción.</li> <li>3) Mejora la resistencia al impacto.</li> <li>4) Reduce costos de formulación.</li> </ol>
<i>Fuente: (Mendoza, 2011)</i>	
<b>Estearato de Magnesio</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lubricante interno.</li> <li>2) Reduce la fricción de las moléculas.</li> <li>3) Disminuye la viscosidad del fundido.</li> <li>4) Facilita el movimiento de las cadenas poliméricas.</li> </ol>
<b>Fuente:</b> <i>(Ortiz, 2011)</i>	
<b>Cera Polietilénica</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lubricante externo.</li> <li>2) Reduce la fricción entre el polímero y las partes del equipo de proceso.</li> <li>3) Contribuyen a la anti-adherencia y no pegajosidad</li> </ol>
<b>Fuente:</b> <i>(Ortiz, 2011)</i>	
<b>Dióxido de Titanio</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mejora la dispersión del pigmento</li> <li>2) Reduce la pérdida de color</li> <li>3) Aumenta la resistencia al impacto</li> <li>4) Protección contra los rayos UV</li> </ol>

**Cuadro 4. Aditivos Seleccionados para la formulación de masterbatch**

**Elaborado por:** Autores.

**Nota.** Estos aditivos están seleccionados de acuerdo con su disponibilidad y costo en el mercado para este proyecto, por ende, van a tener características similares enfocados en efectos de anti-adherencia como dispersión del pigmento de la cochinilla (*Dactylopius coccus*).

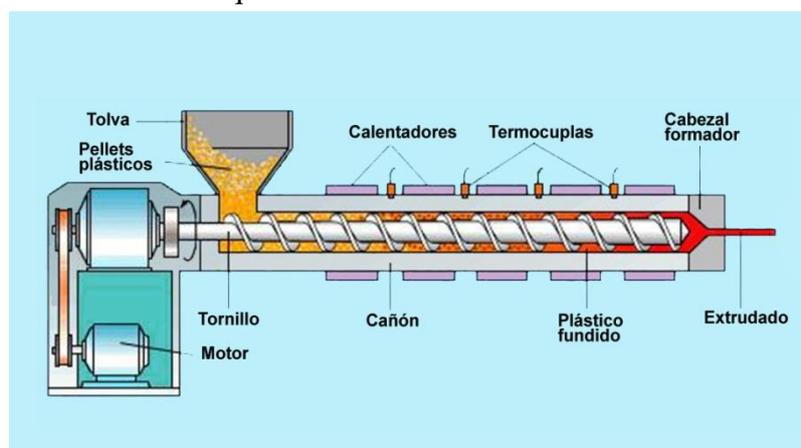
### 2.2.3 Proceso de extrusión del plástico

La extrusión consiste en hacer pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con forma más o menos compleja (hiler), de manera tal, y continua, que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio. En la extrusión de termoplásticos el proceso no es tan simple, ya que, durante el mismo, el polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente, enfriado en una calandria, Este proceso de extrusión tiene por objetivos:

- Homogenizar la mezcla.
- Garantizar la dispersión del colorante en el vehículo.

El proceso de extrusión es empleado para la fabricación de: perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas. (Ojeda, 2011)

En la figura 7 se observa el esquema del extrusor.



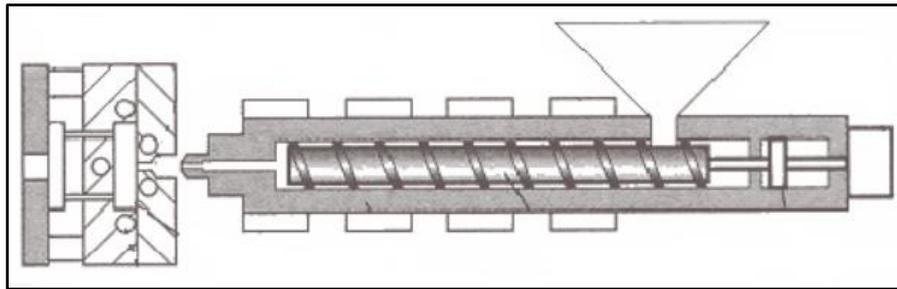
**Figura 7.** Esquema de extrusor.

**Fuente:** (Ojeda, 2011)

## 2.2.3.1 Métodos de inyección y soplado en la fabricación de objetos plásticos

### 2.2.3.1.1 Método Por Inyección

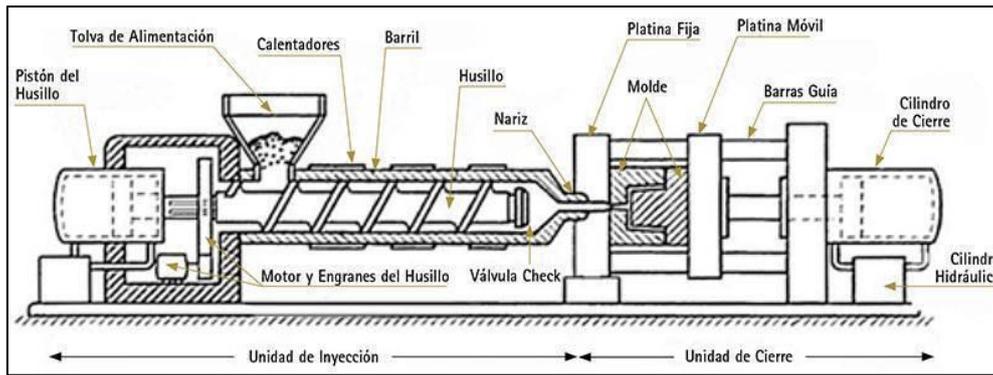
La inyección es un proceso discontinuo de producción de piezas complejas mediante la introducción por presión de un polímero fundido en el hueco de un molde. En la figura 8 se observa la parte interna del extrusor. (Márquez, 2015)



*Figura 8. Parte interna del extrusor.*

**Fuente:** (Márquez, 2015)

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi-cristalino. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada. (Mérida, 2005) Las máquinas de inyección constan de distintas etapas en su labor, determinadas por sus partes básicas mostradas en la figura 9, como lo son: tolva de alimentación de la resina sólida, barril de calentamiento, boquilla, guarda de seguridad, molde, sistema de cierre y el tablero de control.



**Figura 9. Máquina de moldeo por inyección**

**Fuente:** (Mariano, 2012)

### 2.2.3.1.2 Alimentación de la materia prima

Maggie Paul C.A., utiliza polietileno de alta densidad y polipropileno, conocidas como PEAD 2710 y PP J700, respectivamente; y se trabaja entre una temperatura de 190 y 250°C, mezclándose en algunos casos con colorantes (conocidos en la planta como masterbatch), para la producción de sus tapas. La alimentación de esta materia a las máquinas en la mayoría de los casos es manual, solo en una de las máquinas el colorante es alimentado automáticamente. Por lo tanto, el operario es el encargado de transportar los sacos de 25 kg de la resina hasta la tolva de la máquina. (Djukich & Sandoval, 2010)

### 2.2.3.2 Diferencia entre extrusión e inyección.

Es un proceso industrial mediante el cual se puede moldear el material de diversas formas, ya sea lavatorios, baldes, tazas, juguetes o accesorios de PVC (codos, tees, uniones, etc.), a diferencia de la extrusión utilizada para moldear productos de sección constante.

El plástico es colocado dentro de la inyectora, en forma de polvo, pequeños gránulos o “cargas” en forma similar al proceso de extrusión. Primero es fundido en una cámara de calor y luego se le hace entrar al molde perforado con un pistón o émbolo. Las grandes máquinas inyectoras tienen una estructura similar a las extrusoras, a través de un tornillo transportan el material plástico caliente y lo inyectan en un molde. Luego se hace circular agua fría por el molde y el plástico adquiere la forma de éste a medida que se enfría.

Posteriormente, el molde se abre y el objeto plástico es expelido. El molde se cierra nuevamente y el proceso se repite. En la figura 10 se aprecia la sección transversal simplificada de una maquina inyectora.

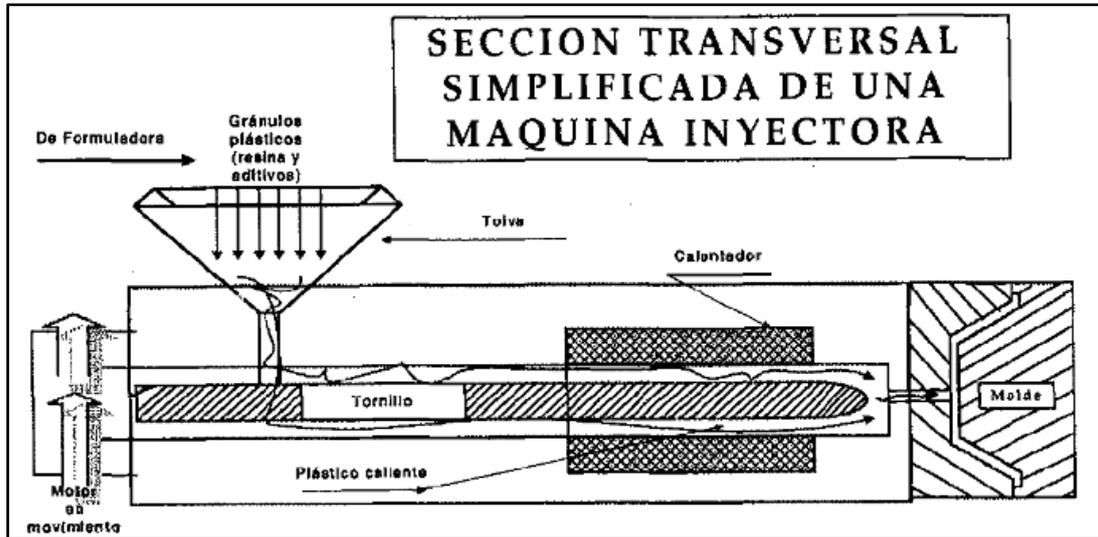


Figura 10. Sección transversal simplificada de una maquina inyectora.

### 2.2.3.3 Método por inyección y soplado

Muchos materiales plásticos, se pueden formar como piezas huecas por medio de la presión de aire cuando se calienta una lámina del material y se encuentra en una forma suave y plegable. Para obtener esto, la lámina se sujeta a la superficie superior de un recipiente de vacío o presión y se absorbe o sopla en una forma que se aproxima a una sección de una esfera. A ciertos plásticos, se les puede dar la forma de botellas o recipientes huecos de manera similar a los métodos que se usan para fabricar botellas de vidrio, como se muestra en la figura 11.

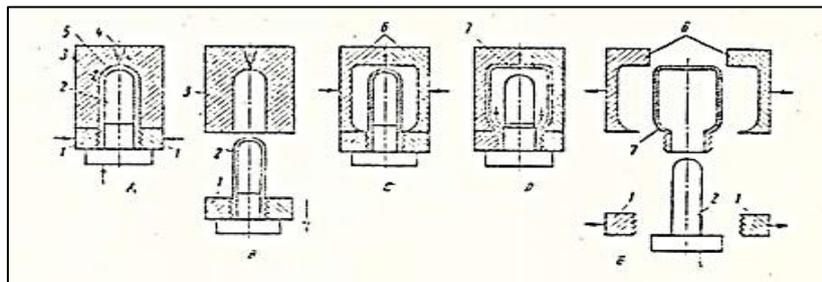
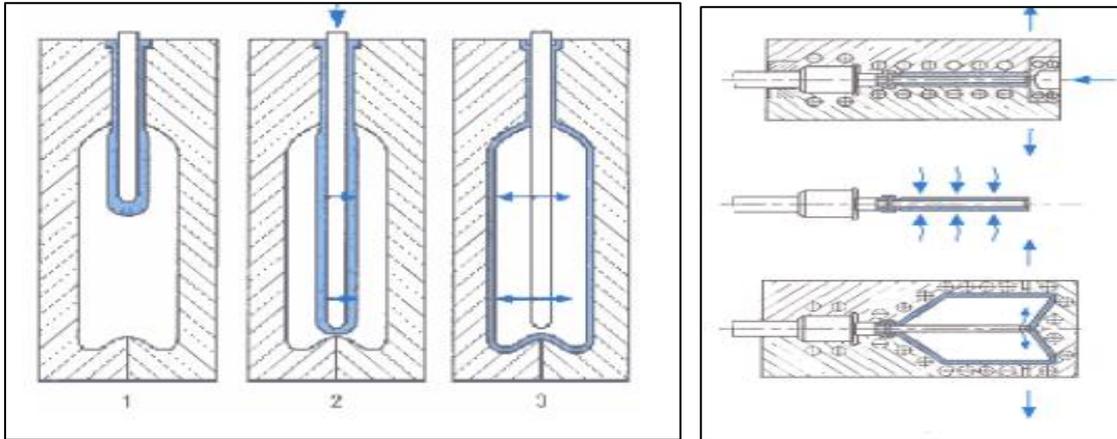


Figura 11. Esquema de moldeo de plásticos por inyección y soplado.

El soplado es una técnica de fabricación que obtiene piezas huecas a partir de la expansión de una preforma caliente en estado semirrígida mediante la introducción de aire a presión.

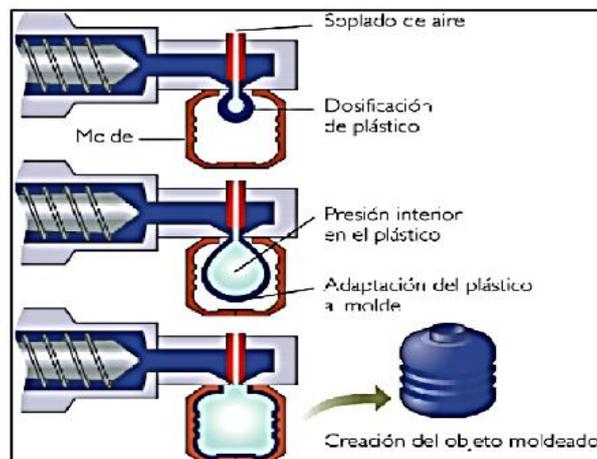
En la figura 12 se aprecia el método de inyección y soplado.



*Figura 12. Método de inyección y soplado.*

#### **2.2.3.4 Proceso de moldeo por soplado**

En ingeniería, el moldeo por soplado es un proceso por medio del cual se producen objetos de plástico huecos, como botellas. Es un proceso semicontinuo que incluye dos pasos, la extrusión del polímero fundido a través de un dado especial con un perfil tubular llamado párison y el inflado de este tubo en un molde, del cual toma la forma final el polímero extruido. En la figura 13 se muestra el funcionamiento del proceso de soplado que consta de las siguientes etapas: soplado de aire, dosificación de plástico, adaptación del plástico al molde y creación del objeto moldeado.



*Figura 13. Funcionamiento del proceso de soplado.*

#### **2.2.3.4.1 Alimentación de la materia prima**

En las máquinas de soplado la materia prima utilizada es sólo polietileno de alta densidad (PEAD), en dos presentaciones PEAD 6200 y PEAD 3200, trabajando entre un rango de temperatura de 175 °C a 220°C. Dependiendo del envase que se vaya a fabricar, se usa un colorante, por cada 25 kg de la presentación de la resina se le dosifica un porcentaje de pigmentación para obtener el color deseado en la pieza. La alimentación de este material se realiza en la mayoría de los casos de forma automática, el operador solo coloca en tambores los sacos de resina virgen y en otro tambor se encuentra el remolido de la máquina, usando como alimentación 60% de resina virgen y 40% de remolido.

### **2.2 Marco conceptual**

**2.2.1 Pigmentos.** - Es la sustancia que se emplea para colorear una pintura, un barniz, un esmalte, etc. Su acción se produce al modificar el color de la luminosidad reflejada, ya que absorbe parcialmente dicha tonalidad e irradia otra.

**2.2.2 Colorante.** - Son sustancias con color, las cuales presentan la característica de ser solubles en agua o disolventes orgánicos y tener grupos reactivos capaces de fijarse a los diversos sustratos, a los cuales se unen de una cierta forma química, comunicándoles color.

**2.2.3 Masterbatch.** - Es una mezcla concentrada de pigmentos o aditivos dispersados dentro de una resina portadora que se presenta en forma de granza.

**2.2.4 Extrusión.** - La palabra extrusión proviene del latín "*extrudere*" que significa forzar un material a través de un orificio.

**2.2.5 Aditivos y rellenos.** - Son los materiales que se incluyen en la formulación de los polímeros para modificar y mejorar sus propiedades físicas, mecánicas

y de proceso. La mayor parte de los polímeros contienen aditivos, que les proporcionan características especiales.

**2.2.6 Resina.** - Sustancia orgánica de consistencia pastosa, pegajosa, transparente o translúcida, que se solidifica en contacto con el aire; es de origen vegetal o se obtiene artificialmente mediante reacciones de polimerización.

### **2.3 Marco Contextual**

La producción de un concentrado de color a partir de un pigmento orgánico en el Ecuador contribuye a la disminución del impacto ambiental. Esta propuesta beneficia a las industrias de plásticos, ya que la mayoría de estas organizaciones utilizan colorantes sintéticos en polvo, causando contaminación aérea. Reemplazando estos colorantes por concentrados de color se contribuye con el medio ambiente al no existir material particulado en el aire, con niveles bajos de toxicidad en la obtención de objetos poliméricos. Esta investigación se realiza a favor del progreso del desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente en el país, que impulsa la evolución del país a todo nivel y en todos los aspectos.

## Capítulo III

### Marco metodológico.

#### 3.1 Metodología de la investigación.

El proyecto de titulación estará enfocado en los análisis cuantitativos tales como: fluidez, microscopia EDS y colorimetría. También se realizará análisis cualitativos como son: compatibilidad del pigmento en polietileno de alta y baja densidad, observación de la mejor formulación al momento de obtener el masterbatch de polietileno de alta y baja densidad, selección de las muestras según su comportamiento en el proceso de extrusión y resistencia a solventes. El compuesto de origen natural presente es la cochinilla (*Dactylopius coccus*), también se utilizará compuestos denominados aditivos como son: carbonato de calcio, estearato de magnesio, cera polietilénica (Licowax PE520) y dióxido de titanio. Estos componentes son de carácter inerte en el medio para la obtención de masterbatch de alta y baja densidad, el proceso de obtención y los análisis se realizarán en los laboratorios de investigación: LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales) de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la Producción de la ESPOL (Escuela Politécnica del Litoral) y en Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

#### 3.2 Enfoque metodológico.

##### 3.2.1 Investigativo.

La compatibilidad de un pigmento de origen natural en resinas plásticas buscando el reemplazo de pigmentos inorgánicos utilizados en industrias plásticas en los procesos de manufactura de objetos termoformados.

### 3.2.2 Experimentación.

En este proyecto se va a obtener dos tipos de muestras de masterbatch en los cuales se va a observar y analizar la compatibilidad del colorante de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) en polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE).

#### 3.2.2.1 Análisis del punto de fusión de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).

Como base principal se partirá de una muestra de cochinilla (*Dactylopius coccus*) para poder obtener el punto de fusión, dado que de ese valor dependerá algunas variables en el proceso de experimentación tanto para la formulación y obtención del masterbatch de polietileno de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LDPE) como también al momento de ser incorporadas las muestras en el mezclador dado que este funcionará con las temperaturas seleccionadas para cada muestra y conservando una temperatura conveniente para evitar la carbonización del pigmento orgánico. Para el análisis del punto de fusión de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) se utilizará un Analizador Térmico DSC Q200 marca TA como se muestra en la figura 14.



*Figura 14. Analizador Térmico DSC – Q200*

**Fuente.** Autores – Laboratorio de plásticos del LEMAT

### **3.2.2.2 Componentes para la obtención del masterbatch.**

En esta parte se seleccionará los componentes para la obtención del masterbatch, los cuales van a ser compuestos básicos pero indispensables para obtener un masterbatch. Estos compuestos van a ir variando en su concentración de acuerdo con el pigmento utilizado, costo, disponibilidad del compuesto, reactividad, afinidad, etc. Los aditivos utilizados se encuentran en estado sólido y su presentación se encuentra en forma de partículas finas (polvos), estos aditivos cumplen con características similares pero cada uno varía en disponibilidad y costo por lo que en la formulación estos van a variar en sus porcentajes/pesos tomando en cuenta el porcentaje/peso que se utilizará en cada muestra de cochinilla (*Dactylopius coccus*) dado que esta va a ir aumentando en las tres muestras para cada tipo de polietileno. En el cuadro 4 descrito anteriormente, se aprecian los aditivos y la función que va a desempeñar.

### **3.2.2.3 Formulación**

#### **3.2.2.3.1 Formulación general para la obtención de masterbatch.**

En la etapa de formulación se va a realizar variaciones en los porcentajes de la concentración del colorante de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) los cuales son: 20, 25 y 30 % para las tres muestras que se van a obtener de Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE), manteniendo constante el porcentaje de concentración del vehículo (HDPE y LDPE). En la tabla 7 se observa los valores de porcentaje/peso que se utilizara para cada muestra de polietileno de alta y baja densidad.

<i>COMPONENTES</i>	<b>MUESTRA 1</b>		<b>MUESTRA 2</b>		<b>MUESTRA 3</b>	
	%	<b>Peso (g)</b>	%	<b>Peso (g)</b>	%	<b>Peso (g)</b>
<i>VEHÍCULO</i>	50	<b>40</b>	50	<b>40</b>	50	<b>40</b>
<i>PIGMENTO</i>	20	<b>16</b>	25	<b>20</b>	30	<b>24</b>
<i>ADITIVOS</i>	30	<b>24</b>	25	<b>20</b>	20	<b>16</b>
<i>TOTAL</i>	100	<b>80</b>	100	<b>80</b>	100	<b>80</b>

**Tabla 7. Formulación para la elaboración de Masterbatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE).**

**Elaborado por:** Autores.

**Nota.** Las tres diferentes muestras serán calculadas en una base de 80 g tanto para el polietileno de alta densidad como de baja densidad. Se mantiene constante el vehículo (HDPE y LDPE) y se aumenta la concentración de cochinilla (*Dactylopius coccus*), los aditivos serán el producto de la diferencia de los dos.

### **3.2.2.3.2 Formulación de aditivos para muestras de Polietileno de alta y baja densidad.**

En esta etapa para la formulación del porcentaje/peso de aditivos para cada muestra se realizará en base al peso de aditivos obtenidos en la tabla anterior, donde los porcentajes de los aditivos son evaluados en base al porcentaje de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) para determinar el porcentaje/peso final de cada uno de los aditivos que se va a utilizar. Los siguientes componentes están seleccionados como aditivos base para la elaboración de un masterbatch y estos son: carbonato de calcio, estearato de magnesio, cera polietilénica (Licowax PE520), dióxido de titanio. En la tabla 8 se observa los valores establecidos como resultado de una evaluación en función de las propiedades de cada aditivo y los que se van a utilizar para la obtención del masterbatch del polietileno de alta y baja densidad.

<b>ADITIVOS PARA CADA MUESTRA DE HDPE Y LDPE</b>						
<b>ADITIVOS</b>	<b>MUESTRA 1</b>		<b>MUESTRA 2</b>		<b>MUESTRA 3</b>	
	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>CARBONATO DE CALCIO</b>	30	<b>7.2</b>	30	<b>6</b>	30	<b>4.8</b>
<b>ESTEARATO DE MAGNESIO</b>	30	<b>7.2</b>	30	<b>6</b>	30	<b>4.8</b>
<b>CERA PE520</b>	30	<b>7.2</b>	20	<b>4</b>	15	<b>2.4</b>
<b>DIOXIDO DE TITANIO</b>	10	<b>2.4</b>	20	<b>4</b>	25	<b>4</b>
<b>TOTAL</b>	100	<b>24</b>	100	<b>20</b>	100	<b>16</b>

*Tabla 8. Formulación de aditivos en base al porcentaje y peso para cada muestra de Polietileno de alta y baja densidad.*

**Elaborado por:** Autores.

**Nota.** Se determinará el porcentaje/peso de cada uno de los aditivos para cada muestra en base a las propiedades y características que le brindaran cada uno de estos aditivos tanto en el proceso de extrusión como en la obtención del masterbatch.

#### **3.2.2.4 Pesaje.**

En la etapa de pesado se partirá de una base de 80 g del Polietileno de alta densidad (HDPE) o de baja densidad (LDPE), dado que el equipo utilizado es un Mezclador Brabender - Plastograph EC Plus el cual solo permite muestras de hasta 40 g se procede a dividir entre dos cada muestra para cada tipo de muestra de Polietileno de alta y baja densidad que se utilizará. En esta parte las cantidades a pesar para cada muestra se encuentran en las tablas anteriormente descritas en el literal de Formulación. En la tabla 9 se aprecian los materiales, instrumentos y equipos utilizados.

	<i>Materiales</i>	<i>Características</i>
<i>1</i>	<i>Balanza analítica</i>	<i>Marca: BOECO</i> <i>Capacidad: 0 – 210 g</i> <i>Marca: Pyrex</i>
<i>2</i>	<i>Placa Petri</i>	<i>Diámetro: 80 mm</i> <i>Altura: 20 mm</i>
<i>3</i>	<i>Espátula doble filo</i>	<i>Tipo: Acero Inoxidable</i>
<i>4</i>	<i>Vaso Plástico</i>	<i>Tipo: Polipropileno</i> <i>Capacidad: 200 ml</i>
<i>5</i>	<i>Papel aluminio</i>	<i>Marca: Diamond</i>
<i>6</i>	<i>Guantes negros de nitrilo</i>	<i>Marca: Top Glove</i>

*Tabla 9. Materiales, instrumentos y equipos utilizados en el pesaje de los componentes para la mezcla de: Polímeros (HDPE y LDPE), pigmento y aditivos.*

**Elaborado por:** Autores.

### **3.2.2.5 Premezcla.**

Todos los compuestos como: el vehículo (HDPE y LDPE), el pigmento (Cochinilla) y aditivos (Carbonato de calcio, estearato de magnesio, cera polietilénica y dióxido de titanio) a medida que van a ir siendo pesados, se van a ir incorporados en su respectiva formulación de muestra y posteriormente tabulados especificando el tipo de polietileno de alta o baja densidad y la muestra de la siguiente manera; en la tabla 10 se muestra la tabulación de cada muestra para el polietileno de alta densidad:

<b>Tabulación de cada muestra de Polietileno de alta densidad (HDPE)</b>		
Muestra 1	Muestra2	Muestra 3
<b>(Peso = 80g)</b>	<b>(Peso = 80g)</b>	<b>(Peso = 80g)</b>
<b>Cochinilla</b>	<b>Cochinilla</b>	<b>Cochinilla</b>
<b>20 %</b>	<b>25 %</b>	<b>30 %</b>
M1A_Alta	M2A_ Alta	M3A_ Alta
M1B_ Alta	M2B_ Alta	M3B_ Alta

*Tabla 10. Tabulación de cada muestra de Polietileno de alta densidad (HDPE) para la obtención del masterbatch.*

**Elaborado por:** Autores.

En la tabla 11 se muestra la tabulación de cada muestra para el polietileno de baja densidad.

<b>Tabulación de cada muestra de Polietileno de baja densidad (LDPE)</b>		
<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra2</b>	<b>Muestra 3</b>
<b>(Peso = 80g)</b>	<b>(Peso = 80g)</b>	<b>(Peso = 80g)</b>
<b>Cochinilla</b>	<b>Cochinilla</b>	<b>Cochinilla</b>
<b>20 %</b>	<b>25 %</b>	<b>30 %</b>
M1A_Baja	M2A_ Baja	M3A_ Baja
M1B_ Baja	M2B_ Baja	M3B_ Baja

*Tabla 11. Tabulación de cada muestra de Polietileno de baja densidad (LDPE) para la obtención del masterbatch.*

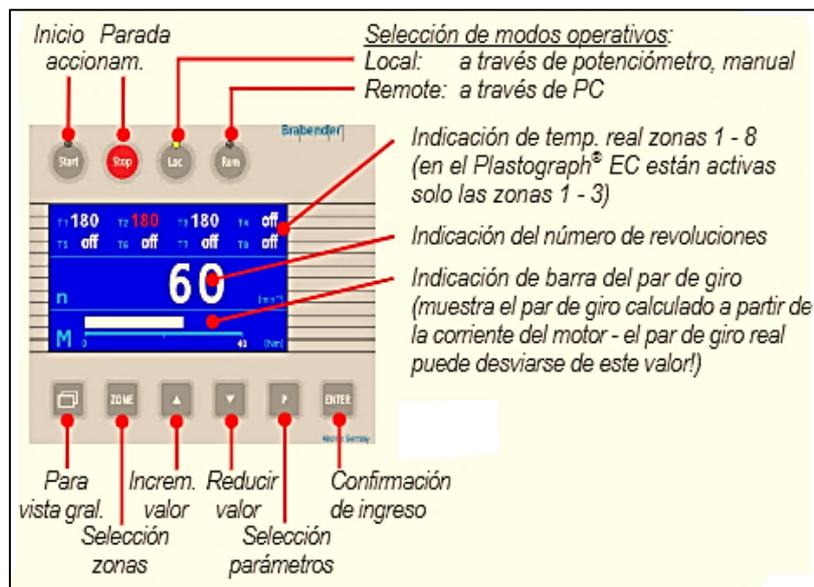
**Elaborado por:** Autores.

**Nota.** M 1,2,3 = M1,2,3A + M1,2,3B; Se realizará dicha tabulación dado que se partirá de una base de 80 g por cada muestra y esta excede la capacidad del equipo utilizado (Mezclador Brabender Plastograph EC Plus), por ende, se realizó dos muestras (A y B) cada una en base de 40 g, lo cual equivalente a una Muestra en base a 80 g.

Las muestras obtenidas serán colocadas en un vaso de polipropileno con una capacidad de 200 ml donde la boca del vaso fue cubierta con papel aluminio como medida de aislamiento y protección del medio evitando alguna contaminación en cada muestra hasta ser colocadas en el equipo de mezclado y extrusión.

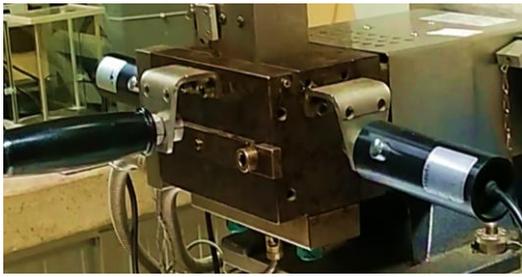
### 3.2.2.6 Preparación del equipo y dosificación de los componentes.

Se utilizará un Mezclador Brabender – Plastograph EC Plus tipo W50 EHT, como paso esencial se procederá a la calibración del equipo, este equipo comprende de tres paredes donde se establecerá la temperatura de estas de manera individual mediante una pantalla digital ubicada en el monitor del equipo como se observa en la figura 15.



**Figura 15. Unidad de regulación de temperatura e indicadora (Mezclador Brabender Plastograph EC W 50 EHT)**

**Fuente.** (Brabender GmbH & Co., 2013)



A



B



C

**Figura 16. Posterior (A), media (B) y anterior (C) - (Mezclador Brabender Plastograph EC Plus W 50 EHT).**

**Fuente.** Autores – Laboratorios de plásticos LEMAT.

Se comenzará a realizar la dosificación de la muestra en el equipo cuando “la unidad de regulación de temperatura e indicadora” o “lado de control” registra las temperaturas programadas, en la tabla 12 se observan los parámetros del proceso de mezclado y extrusión para cada muestra.

<b>PARÁMETROS DE MEZCLADO PARA CADA MUESTRA</b>				
<i>Tipo de polímero</i>	<i>Número de muestra</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Revoluciones (RPM)</i>	<i>Tiempo (min)</i>
<i>Polietileno de alta densidad</i>	<i>M1, M2, M3</i>	<i>150</i>	<i>60</i>	<i>10</i>
	<i>(A y B alta)</i>	<i>160</i>		
		<i>170</i>		
<i>Polietileno de baja densidad</i>	<i>M1, M2, M3</i>	<i>120</i>		
	<i>(A y B baja)</i>	<i>130</i>		
		<i>140</i>		

**Tabla 12. Parámetros de mezclado para cada muestra.**

**Elaborado por:** Autores.

Como objetivo principal en la etapa de dosificación de los componentes es de incorporar cada una de las muestras a diferente temperatura variando la dosificación en el equipo. Las temperaturas que se utilizarán para el Polietileno de alta densidad (HDPE) son: 150, 160 y 170 °C, mientras que para el Polietileno de baja densidad (LDPE) son: 120, 130 y 140°C, respectivamente para cada muestra de cada tipo de Polietileno sea este de alta o de baja densidad. En la figura 17 se puede observar el equipo utilizado Mezclador Brabender Plastograph EC Plus W50 EHT.



**Figura 17. Mezclador Brabender Plastograph EC Plus.**

**Fuente:** Autores. - Laboratorio de plásticos del LEMAT.

En la tabla 13 se describe el equipo utilizado para la obtención del masterbatch.

<b>MEZCLADOR BRABENDER PLASTOGRAPH EC PLUS.</b>	
<i><b>ESPECIFICACIONES</b></i>	<i><b>CARACTERISTICAS</b></i>
<i><b>Marca</b></i>	<i>Brabender</i>
<i><b>Modelo</b></i>	Plastograph EC Plus
<i><b>Tipo</b></i>	W 50 EHT
<i><b>Descripción</b></i>	Mezclador de torque
<i><b>Refrigeración/Calentamiento</b></i>	Eléctrico con refrigeración por aire
<i><b>Motor</b></i>	Motor inversor de 3.8 KW
<i><b>Volumen del recipiente del mezclador</b></i>	55 cm <sup>3</sup>
<i><b>Peso de muestra</b></i>	40 – 70 g
<i><b>Tipo de mezclador</b></i>	Rodillo
<i><b>Torque máximo</b></i>	0 – 200 Nm
<i><b>Temperatura máxima</b></i>	300/500 °C
<i><b>Dimensiones W x H x D</b></i>	550 x 200 x 450 mm
<i><b>Software</b></i>	WinMix

***Tabla 13. Descripción del equipo utilizado para la obtención de Masterbatch.***

**Elaborado por:** Autores.

### **3.2.2.7 Limpieza, incorporación y extrusión en el equipo de mezclado.**

Se verificarán varias observaciones durante estas fases, dado que se realizarán pruebas a tres temperaturas diferentes su dosificación, incorporación y extrusión en el equipo de mezclado es de tres diferentes proporciones en el proceso por lo que habrá que limpiar y regular la temperatura el equipo cada vez que se vaya a dosificar e incorporar cada muestra para evitar errores entre las muestras. Al terminar los 10 minutos de proceso para cada muestra se evaluará la mezcla obtenida por el equipo de manera visual, observaciones que serán evaluadas de manera visual y objetiva según la formulación para

cada muestra de polietileno ya sea de alta o baja densidad para las cuales se evaluará varios aspectos:

- a) Compatibilidad de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) con el vehículo (HDPE y LDPE) y los aditivos a simple vista.
- b) Incorporación de los componentes de manera macro.
- c) Obtención de muestra con una buena apariencia.
- d) Anti-adherencia y fácil limpieza en la cámara de mezclado y en rodillos.

#### **3.2.2.7.1 Evaluación para seleccionar la formulación óptima**

Las muestras obtenidas después del proceso de mezclado y extrusión serán calificadas mediante una tabla de evaluación cualitativa de los parámetros: compatibilidad de los componentes, incorporación de los componentes de manera macro, obtención de muestra con una buena apariencia y anti-adherencia y fácil limpieza en la cámara de mezclado y en rodillos. Para lo cual se tomará en cuenta los valores de: 1 es pésimo, 2 malo, 3 bueno, 4 muy bueno y 5 excelente. Posteriormente se sumará y se seleccionará el de mayor valor tanto para el masterbatch de HDPE, como el masterbatch de LDPE. Los valores cualitativos que se obtendrán serán el promedio aritmético de la calificación de tres personas.

#### **3.2.2.8 Compatibilidad en el proceso de extrusión.**

Durante y después del proceso de extrusión se verificará de manera visual la compatibilidad de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) y de una buena homogenización de sus componentes al obtenerse las diferentes muestras de Polietileno de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LDPE) tomando en cuenta los aspectos evaluados en el literal anterior. De todas las formulaciones realizadas se seleccionará la mejor muestra de polietileno de alta densidad (HDPE) y también la mejor muestra de polietileno baja

densidad (LDPE) que cumplirán con todos los aspectos ya mencionados. La formulación óptima seleccionada se puede observar en las siguientes figuras 18 y 19.



**Figura 18. M2 – Polietileno de alta densidad con 25% de cochinilla (*Dactylopius coccus*) – 150°C x 10 min.**



**Figura 19. M2 – Polietileno de baja densidad con 25% de cochinilla (*Dactylopius coccus*) – 120°C x 10 min.**

### **3.2.2.9 Obtención de los masterbatch.**

Finalmente, para la obtención de masterbatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE) las dos mejores muestras seleccionadas serán insertadas cada una por separado en el equipo Plastómetro XNR 400D (EM-093) que será configurado para la elaboración de filamentos poliméricos puesto que el objetivo de este equipo es realizar ensayos de índice de fluidez. Posteriormente se obtendrá un filamento de 2mm de diámetro el cual fue cortado de manera manual con un rango de corte entre 3 – 6 mm. En figura 20 se puede observar el equipo utilizado para la obtención del masterbatch.



**Figura 20. Plastómetro XNR 400D**

**Fuente.** Autores – LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales)

### **3.2.3 Ensayos de caracterización del masterbatch.**

Las pruebas que se realizarán son indispensables en la fabricación de los plásticos y masterbatch, ya que estas van a determinar la calidad de los resultados de la formulación y del mezclado de los componentes para la obtención tanto del masterbatch pigmentado con la cochinilla (*Dactylopius coccus*) como del plástico virgen coloreado con este masterbatch. Las pruebas para realizarse son: ensayo de índice de fluidez, microscopía electrónica de barrido – SEM, para el masterbatch obtenido. A su vez se realizará un mezclado de polietileno virgen con el masterbatch el cual será para cada tipo de vehículo. Estas pruebas se realizarán en los laboratorios del LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales) de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción de la ESPOL, mientras que las pruebas como: examen de calificación de la apariencia, resistencia química y colorimetría se realizarán en los Laboratorios de Microbiología e Instituto de Investigaciones respectivamente de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

#### **3.2.3.1 Ensayo de Índice de Fluidez.**

Se realizará el ensayo de índice de fluidez para determinar la viscosidad de cada muestra de HDPE y LDPE que juega un papel importante al momento de extrusión para la manufactura de objetos plásticos esto a nivel industrial para obtener una referencia con

los masterbatch utilizados generalmente, y se determinará si el masterbatch de polietileno de alta densidad (HDPE) o de baja densidad (LDPE) obtenidos en la experimentación son aceptables o no según su índice de fluidez donde posteriormente será evaluado y categorizado según la norma ASTM 1238:13. La tabla 14 muestra las especificaciones del equipo, aspectos, y parámetros tomados en cuenta de cómo se realizó este ensayo.

<b><i>ENSAYO DE INDICE DE FLUIDEZ</i></b>	
<b><i>NORMA DE ENSAYO</i></b>	
<b><i>Norma:</i></b>	ASTM D 1238:13
<b><i>Método:</i></b>	B – Volumétrico/MVR (Tasa de volumen de fusión)
<b><i>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</i></b>	
<b><i>Muestra:</i></b>	HDPE – LDPE (Masterbatch)
<b><i>Equipo:</i></b>	Plastómetro XNR 400D
<b><i>INFORMACIÓN DEL ENSAYO</i></b>	
<b><i>Temperatura de ensayo:</i></b>	190 °C
<b><i>Intervalo de corte:</i></b>	6.35 mm
<b><i>CONDICIONES AMBIENTALES</i></b>	
<b><i>Temperatura (máx./min.):</i></b>	23.4 °C / 22.4°C
<b><i>Humedad (máx./min.):</i></b>	60.7% / 57.8%

***Tabla 14. Descripción del ensayo de índice de fluidez realizado al Masterbatch de Polietileno de alta y baja densidad.***

**Elaborado por:** Autores.

Para realizar el ensayo de índice de fluidez se utilizará un equipo llamado Plastómetro XNR 400D en el cual se colocarán las muestras del masterbatch de polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE) y serán evaluados respectivamente. Previamente se encenderá el equipo hasta obtener una temperatura de 190 °C como indica

en la norma ASTM D 1238:13 para ir colocando la muestra del masterbatch dentro del equipo, donde se obtendrán los resultados del ensayo del índice de fluidez para el masterbatch de HDPE y masterbatch de LDPE. En la tabla 15 se describen las características del equipo utilizado.

<b>Descripción del equipo utilizado en el Ensayo de Índice de Fluidez</b>	
<i>Descripción</i>	<i>Especificaciones</i>
<b>Equipo:</b>	Plastómetro
<b>Modelo:</b>	XNR 400D (EM-093)
<b>Norma:</b>	ISO 1133, ASTM 1238
<b>Métodos:</b>	A (MFR), B (MVR)
<b>Rango de medición</b>	1.0g-100g/10min ; 0.01-350cm <sup>3</sup> /10min
<b>Rango de trabajo de temperatura:</b>	120 – 450 °C
<b>Tiempo de subida de temperatura:</b>	<30min
<b>Temperatura de fluctuación:</b>	± 0.5 °C
<b>Error en visualización de temperatura:</b>	± 0.2 °C
<b>Intervalo de tiempo de corte:</b>	1 – 180000 s
<b>Sistema de peso abordo:</b>	0.325 / 1.2 / 2.16 / 3.8 / 5 / 10 / 21.6 Kg
<b>Precisión de peso:</b>	0.5 %
<b>Precisión del desplazamiento del pistón:</b>	0.002 mm
<b>Resolución del desplazamiento del pistón:</b>	0.005 mm
<b>Alimentación eléctrica:</b>	220 V – 50 Hz
<b>Dimensiones:</b>	690×630×1500 mm (altura) Rh
<b>Software:</b>	Interfaz directo a PC integrado con puerto RS232 para adquisición de resultados, ahorro, exportación e impresión de parámetros de prueba y resultados.

**Tabla 15. Descripción del equipo utilizado en el Ensayo de Índice de Fluidez**

**Fuente:** (Physical Test Solutions, 2011)



**Figura 21. Plastómetro XNR 400D**

**Fuente:** Autores – Laboratorio de Evaluación de Materiales

### **3.2.3.2 Microscopía electrónica de barrido – SEM.**

El objetivo principal de esta prueba es de evaluar el resultado obtenido de los componentes en las muestras de masterbatch de polietileno de alta densidad y de baja densidad seleccionados para verificar de manera visual el mezclado de los componentes y determinar si son aceptables o no como masterbatch. Se producirá un barrido en cada una de las muestras para observar mediante aumentos de: 250x, 500x, 1000x, 2500x y 5000x los componentes presentes en las muestras y de qué manera se encuentran dispersos en el masterbatch. Dado que el ensayo de microscopía electrónica de barrido – SEM arrojará imágenes por diferencia de contraste dependiendo del número atómico del elemento se obtendrá imágenes de varias tonalidades en grises claras como oscuras así los elementos de mayor número atómico reflejan un gris claro mientras los de menos número atómico presentan un gris oscuro. En la figura 22 se muestra el equipo utilizado para evaluar la dispersión de los elementos según los compuestos utilizados en el masterbatch de polietileno de alta y baja densidad.



**Figura 22. Microscopia electrónica de barrido – SEM**

**Fuente.** Autores – Laboratorio de ensayo de materiales

### **3.2.3.3 Pigmentación de Polietileno de alta y baja densidad virgen con el masterbatch seleccionado en la experimentación.**

En esta prueba básicamente se utilizó el masterbatch de cada tipo de polietileno para el respectivo tipo de polietileno virgen ya sea este de alta densidad (HDPE) o baja densidad (LDPE) usando una concentración del 3% para cada muestra de pigmentación. El procedimiento que se siguió para la elaboración de las placas para los dos tipos de polietileno en esta prueba fue:

- a) Con una base de 40 g equivalente al 100 % se procedió a pesar 3% de masterbatch y 97% del polietileno virgen.
- b) Calibrar el equipo de mezclado y extrusión (Mezclador Brabender EC Plus W50 EHT) donde posteriormente se incorporó la muestra con los mismos parámetros establecidos en la obtención del masterbatch utilizado.
- c) Previamente se calentó una prensa para la elaboración de las placas para facilitar el moldeo de la mezcla obtenida del mezclador.
- d) Pasado los 10 minutos en el mezclador se retiró la mezcla y se la colocó en la prensa para obtener la placa.

- e) Colocada la muestra en la prensa por compresión se comenzó a ejercer presión sobre esta para obtener una placa de un espesor aproximado de 3mm el cual se rige a la norma ASTM D 4703:03. Standard Practice for Compression Molding Thermoplastic Materials into Test Specimens, Plaques, or Sheets.

Nota: Una vez realizado el mezclado y prensado de la muestra se limpió adecuadamente los equipos para evitar contagio cruzado de muestras.

En la tabla 16 podemos observar la formulación para la elaboración de cada placa.

<b>FORMULACION PARA LAS PLACAS</b>	
<b><i>Polietileno virgen:</i></b>	<b>97 % (38.8 g)</b>
<b><i>Masterbatch:</i></b>	<b>3 % (1.2 g)</b>

***Tabla 16. Formulación para la elaboración de placas de Polietileno de alta y baja densidad.***

**Elaborado por:** Autores.

En la tabla 17 se describe los parámetros para la elaboración de cada placa.

<b>PARÁMETROS PARA LA ELABORACIÓN DE CADA PLACA</b>			
<b><i>Polietileno</i></b>	<b><i>Temperatura (°C)</i></b>	<b><i>Revoluciones (rpm)</i></b>	<b><i>Tiempo (min)</i></b>
<b><i>Alta densidad</i></b>	150	60	10
<b><i>Baja densidad</i></b>	120		

***Tabla 17. Parámetros para la obtención de muestra de Polietileno de alta y baja densidad en el Mezclador Brabender EC Plus W50 EHT.***

**Elaborado por:** Autores.

En las figuras 23 y 24 se observa el masterbatch de cada tipo de polietileno y la muestra obtenida después del pesado de las muestras.



*Figura 23. Masterbatch y mezcla de polietileno de alta densidad (HDPE).*

**Fuente:** LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales).



*Figura 24. Masterbatch y mezcla de polietileno de baja densidad (LDPE).*

**Fuente.** LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales).

#### **3.2.3.4 Colorimetría.**

Esta prueba se realizará empleando el equipo de medición de color modelo ND – 7B el cual tiene como objetivo cumplir la prueba de colorimetría en donde se van a obtener valores en los tres ejes o dimensiones Y, X, Z. Dado que a simple vista los masterbatch son de colores similares en la percepción del ojo humano se requiere este equipo donde se determinará el color exacto de cada uno. Para obtener los valores de Y, X, Z se requiere de una calibración para cada muestra para esto se sigue los siguientes pasos para el uso correcto del equipo.

#### 3.2.3.4.1 Calibración del equipo

- a) Encender el equipo para un previo calentamiento de la luz.
- b) Colocar el peso de calibración el cual conste de un recuadro blanco, este se colocará en la luz y se verificara su correcta posición.
- c) Existen botones dispuestos en la consola principal los cuales tienen que estar presionado antes de colocar los valores de calibración y estos son: El sistema en el cual se va a trabajar en este caso (Y, X Z), Yellow (+), Red (+) y el botón OFF.
- d) En la consola principal del medidor de color existen tres botones reguladores en los cuales se van a colocar los valores de calibración para Sólidos.
- e) Para cada eje Y, X o Z se encuentran dispuestos unos botones para cada uno los cuales aislarán el eje seleccionado para su calibración.
- f) Una vez aislado el eje a calibrar se verificará que se encuentre en 0 (cero) en el galvanómetro electrónico, se procederá a presionar el botón LOW en el galvanómetro electrónico se determinará si está encerado si la pluma se encuentra cerca del cero se presiona el botón HIGH y se procederá a manipular con el botón regulador dispuesto en la consola de calibración hasta que este se encuentre encerado.
- g) Para cada eje se realiza el anterior paso descrito.

#### 3.2.3.4.2 Colocación de la muestra

- a) Calibrado el equipo se retirará la muestra de calibración y se colocará la muestra la cual tiene que cubrir el foco de luz y encima de la muestra se colocará un peso para evitar la salida de luz.
- b) Para la obtención de los valores para cada eje se aislará el eje con el que se va a trabajar como dato importante se comienza con el eje Y seguido de X y Z, aislado el eje se presiona el botón **LOW** en el Galvanómetro electrónico va a ver una

variación la cual va a ser mejorada acercándola al cero para presionar el botón **HIGH** para que quede en cero, una vez obtenido el valor se registrará y presionar el botón **OFF** para seguir con el mismo procedimiento para cada eje.

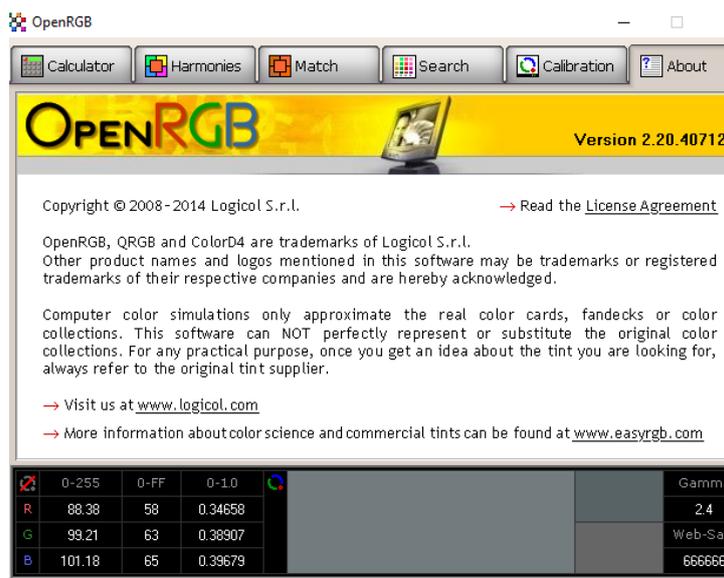
- c) Obtenidos los valores de Y, X, Z realizar el cálculo de fraccionamiento para obtener los valores  $y$  y  $x$  para ser registrados al momento de ser ingresado en el **SOFTWARE** de **OpenRGB** para determinar el color de la muestra colocada.
- d) Al momento de realizar otra muestra de colorimetría repetir los pasos de calibración de equipo detallado anteriormente.

Se va a realizar esta prueba con tres muestras diferentes del masterbatch de polietileno de alta y de baja densidad para evaluar la variación de color que existen entre los dos tipos de masterbatch, que van a ser comparados una vez obtenidos los valores de los tres ejes Y, X, Z donde estos valores serán ingresados en el software Open RGB para determinar el color exacto de la muestra del masterbatch de polietileno tanto de alta como de baja densidad. En las figuras 25 y 26 se observan el equipo utilizado y el software empleado en la prueba de colorimetría.



*Figura 25. Equipo Medidor de color Modelo ND – 7B.*

**Fuente.** Autores – Instituto de investigaciones de la Universidad de Guayaquil



**Figura 26. Software OPEN RGB.**

**Fuente.** Autores – Instituto de Investigaciones de la Universidad de Guayaquil

### **3.2.3.5 Examen de calificación de la apariencia.**

Este examen se basará en la norma ISO 18553 donde los resultados obtenidos se van a comparar con las fotografías que se encuentran en el ANEXO B.

#### **a) Preparación de muestra.**

Para la preparación de las muestras se procederá a colocar el masterbatch de alta o baja densidad entre dos láminas de papel de cera para proceder a ejercer presión entre las dos láminas por medio de una superficie en calentamiento para obtener unos films que tendrán un espesor casi despreciable ( $60 \text{ micras} \pm 20 \text{ micras}$ ).

#### **b) Procedimiento para la evaluación.**

Se procederá a colocar la muestra en un portaobjetos de vidrio para ser colocado en la plataforma del microscopio y posteriormente ser identificada la muestra con un aumento de 100x. Para registrar la imagen la cual va a ser comparada con las microfotografías del anexo B dispuesto en la norma ISO 18553.

### **3.2.3.6 Resistencia química.**

Se realizará la prueba de resistencia química al polietileno pigmentado del 3% esta prueba se realizará tomando como referencia la lista de reactivos dispuestas en la norma ISO 175 y ASTM D 543 -95, los componentes con los que se van a realizar son:

- Hidróxido de Sodio al 50%
- Hidróxido de Potasio al 50%
- Ácido Clorhídrico al 36%
- Ácido Nítrico Puro
- Acetona.

#### **3.2.3.6.1 Preparación de la solución de Hidróxido de sodio y potasio al 50%**

- a) Se pesa 50 gramos de la solución a preparar en una balanza analítica.
- b) En un vaso de precipitación se mide 100 ml de agua destilada.
- c) Se colocan las dos sustancias en un matraz y se somete a una agitación constante hasta lograr una solución homogénea.

#### **3.2.3.6.2 Preparación de muestra.**

- a) Se procederá a cortar muestras con un rango de corte de 5mm x 5mm con espesor de 3mm.
- b) Previamente se ordenan los tubos d ensayos que serán tabulados con el nombre del reactivo y tipo de polietileno.
- c) Para la preparación final se colocan las muestras dentro de los tubos y con la ayuda de una pipeta se incorporan las sustancias químicas.
- d) Estas muestras se dejan reposar por un tiempo de 24 horas para obtener sus resultados finales.

### **3.2.3.7 Costos de producción de los masterbatch seleccionados.**

Para determinar los costos de producción de los masterbatch de polietileno de alta y de baja densidad se tendrán en cuenta las siguientes variables como: materia prima, mano de obra, máquina, con estos valores de manera cuantitativa se obtendrá los costos de producción de acuerdo con la experimentación para la obtención de los masterbatch.

Los valores para determinar la materia prima van a estar ligados a los componentes utilizados para la formulación seleccionada para cada tipo de masterbatch, los valores de mano de obra van a ser el tiempo invertido en la obtención del masterbatch y por último el costo de máquina para la producción de la mezcla.

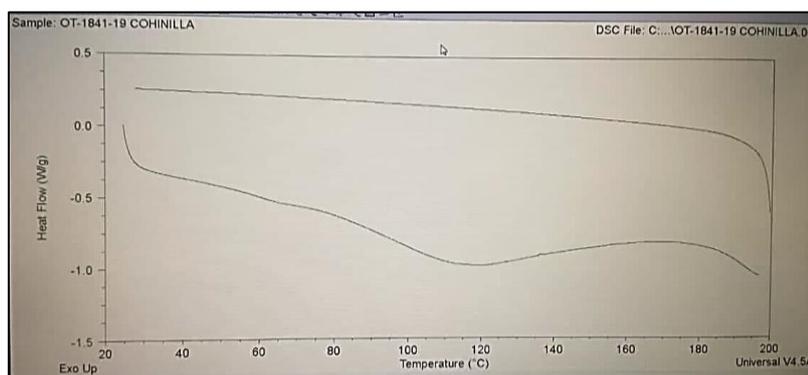
## Capítulo IV

### Resultados y Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos en las pruebas al que fue sometido el masterbatch y las mezclas son determinados en los laboratorios acreditado de: LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales) de la ESPOL y en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química los cuales fueron: Laboratorio de Microbiología e Instituto de investigaciones de la Universidad de Guayaquil, cuyos resultados fueron establecidos en el Anexo 1 y 2.

#### 4.1 Análisis Térmico DSC de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*).

Los resultados obtenidos se encuentran descritos en la figura 27 de Punto de Fusión



**Figura 27. Resultados. Analizador Térmico DSC.**

**Fuente.** LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales).

Los resultados según la gráfica obtenida en el análisis térmico DSC describen que la cochinilla (*Dactylopius coccus*) tiene un punto de fusión inicial desde una temperatura de 120 °C mostrando una respuesta positiva a un rango de temperatura entre 120 – 180 °C. Por otro lado, se muestra una pendiente negativa la cual va a tener un decremento brusco a una temperatura de 195 °C lo que significa que el pigmento va a carbonizarse de una manera drástica a esa temperatura, por lo que podemos decir que la temperatura va a afectar al pigmento cuando alcance una temperatura de 195 °C.

## 4.2 Selección de la formulación óptima

La evaluación realizada a cada mezcla obtenida en el proceso de mezclado y extrusión se realizó mediante tablas cualitativas y los resultados se muestran en las tablas 18, 19, 20, 21, 22 y 23.

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 1</b>			
	<b>150 °C</b>	<b>160°C</b>	<b>170°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	5	5
Incorporación de los componentes de manera macro	5	5	5
Obtención de muestra con buena apariencia	3	2	3
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	2	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>15</b>

**Tabla 18. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 1.**

*Elaborado por: Autores.*

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 2</b>			
	<b>150 °C</b>	<b>160°C</b>	<b>170°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	5	5
Incorporación de los componentes de manera macro	5	4	4
Obtención de muestra con buena apariencia	5	3	2
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	5	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>13</b>

**Tabla 19. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 2.**

*Elaborado por: Autores.*

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 3</b>			
<b>Temperatura</b>	<b>150 °C</b>	<b>160°C</b>	<b>170°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	5	5
Incorporación de los componentes de manera macro	5	4	4
Obtención de muestra con buena apariencia	2	3	2
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	3	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>

**Tabla 20. Resultados de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (HDPE) – Muestra 3.**

Evaluado los aspectos descritos en la tablas 18, 19 y 20 se obtuvo la calificación más elevada en la tabla 19 con un resultado de 20 teniendo esta parámetros de proceso de extrusión de: una temperatura de 150 °C, agitación de 60 rpm y tiempo de mezclado y extrusión de 10 min y su formulación con 50% de vehículo, 25% de pigmento y 25% de aditivos, resultó la formulación más óptima, la cual será caracterizada por medio de pruebas como: ensayo de índice de fluidez, microscopía electrónica de barrido, colorimetría y a su vez va a elaborar una placa que estará pigmentada al 3% con esta formulación que será obtenida mediante el proceso de extrusión y moldeo para ser caracterizada mediante las pruebas de colorimetría, examen de calificación de apariencia y resistencia química.

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (LDPE) – Muestra 1</b>			
	<b>120 °C</b>	<b>130°C</b>	<b>140°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	5	5
Incorporación de los componentes de manera macro	3	4	4
Obtención de muestra con buena apariencia	2	3	3
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	2	2	3
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>18</b>

**Tabla 21. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 1.**

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (LDPE) – Muestra 2</b>			
	<b>120 °C</b>	<b>130°C</b>	<b>140°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	5	5
Incorporación de los componentes de manera macro	5	5	4
Obtención de muestra con buena apariencia	5	3	4
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	5	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>15</b>

**Tabla 22. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 2.**

*Elaborado por: Autores.*

<b>Evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de alta densidad (LDPE) – Muestra 3</b>			
	<b>120 °C</b>	<b>130°C</b>	<b>140°C</b>
Compatibilidad de los componentes	5	4	4
Incorporación de los componentes de manera macro	4	4	4
Obtención de muestra con buena apariencia	4	3	2
Anti-adherencia y limpieza en la cámara de mezclado y rodillos	3	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>12</b>

**Tabla 23. Resultado de calificación de la evaluación para la selección de la formulación óptima para el Polietileno de baja densidad (LDPE) – Muestra 3.**

*Elaborado por: Autores.*

Evaluado los aspectos descritos en la tablas 21, 22 y 23 se obtuvo la calificación más elevada en la tabla 22 con un resultado de 20 teniendo esta parámetros de proceso de extrusión de: una temperatura de 120 °C, agitación de 60 rpm y tiempo de mezclado y extrusión de 10 min y su formulación con 50% de vehículo, 25% de pigmento y 25% de aditivos, resultó la formulación más óptima, la cual será caracterizada por medio de pruebas como: ensayo de índice de fluidez, microscopía electrónica de barrido, colorimetría y a su vez se va elaborar una placa que estará pigmentada al 3% con esta formulación que será obtenida mediante el proceso de extrusión y moldeo para ser

caracterizada mediante las pruebas de colorimetría, examen de calificación de apariencia y resistencia química.

#### **4.3 Ensayo de índice de fluidez.**

Los resultados obtenidos en la siguiente tabla fueron obtenidos bajo la norma ASTM D 1238:13, donde los parámetros establecidos para este ensayo se encuentran descritos en la tabla dispuesta en el literal 3.2.3.1. ensayo de fluidez. En la tabla 24 observamos los resultados.

<b>RESULTADOS DEL ENSAYO DEL INDICE DE FLUIDEZ</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Peso Utilizado (Kg)</b>	<b>Índice de fluidez (g/10 min)</b>	<b>Desviación estándar</b>
<b>Pigmento Base HDPE</b>	5.00	3.42	0.003
<b>Pigmento Base LDPE</b>	2.16	4.21	0.003

**Tabla 24. Resultados del ensayo del índice de fluidez.**

**Elaborado por:** Autores.

#### **4.4 Prueba de Microscopia Electrónica de Barrido.**

La microscopia es una prueba que nos permitió comparar la mezcla obtenida en el masterbatch de polietileno de alta densidad (HDPE) con el masterbatch de polietileno de baja densidad (LDPE), donde se observó los porcentajes de los componentes de las mezclas con aumentos de 250x, 500x, 1000x, 2265x (ÁREA - PUNTOS), 2500x, 4531x y 5000x. En las tablas 25 y 26 se van a expresar los valores obtenidos en la prueba con un aumento de 2265x.

---

**EDS RESULTADOS CUANTITATIVOS – MB\_HDPE**

---

<i>Elemento</i>	Wt %	At %
<i>CK</i>	86.46	92.85
<i>OK</i>	5.72	4.61
<i>NaK</i>	0.33	0.18
<i>MgK</i>	0.52	0.28
<i>AlK</i>	0.06	0.03
<i>SiK</i>	0.16	0.07
<i>KK</i>	0.13	0.04
<i>CaK</i>	2.92	0.94
<i>TiK</i>	3.70	1.00
<b>TOTAL</b>	100	100

**Tabla 25. Resultado. Microscopía electrónica de barrido para el masterbatch HDPE.**

**Elaborado por:** Autores.

---

**EDS RESULTADOS CUANTITATIVOS – MB\_LDPE**

---

<i>Elemento</i>	Wt %	At %
<i>CK</i>	87.70	92.68
<i>OK</i>	7.16	5.68
<i>NaK</i>	0.12	0.06
<i>MgK</i>	0.35	0.18
<i>AlK</i>	0.19	0.09
<i>SiK</i>	0.12	0.05
<i>KK</i>	0.04	0.01
<i>CaK</i>	1.79	0.57
<i>TiK</i>	2.54	0.67
<b>TOTAL</b>	100	100

**Tabla 26. Resultado. Microscopía electrónica de barrido para el masterbatch LDPE.**

**Elaborado por:** Autores.

A continuación, se detalla en tabla 27 los valores que fueron determinados en diferentes puntos en el área seleccionada anteriormente.

<i>Resultados Cuantitativos con aumento de 2265x</i>									
<i>Puntos de HDPE</i>					<i>Puntos de LDPE</i>				
<i>Punto 1</i>			<i>Punto 2</i>		<i>Punto 1</i>			<i>Punto 2</i>	
<i>Elemts.</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>	<i>Elemts.</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>	<i>Wt%</i>	<i>At%</i>
<i>CK</i>	42.89	61.15	79.28	90.27	<i>CK</i>	59.47	77.01	27.59	45.30
<i>OK</i>	22.36	23.93	6.70	5.73	<i>OK</i>	13.94	13.55	25.75	31.74
<i>NaK</i>					<i>NaK</i>	0.81	0.55		
<i>MgK</i>	1.14	0.80			<i>MgK</i>	0.59	0.38		
<i>AlK</i>					<i>AlK</i>	0.33	0.19		
<i>SiK</i>	0.43	0.26			<i>SiK</i>	0.38	0.21		
<i>KK</i>					<i>KK</i>	0.97	0.39		
<i>CaK</i>	28.61	12.22			<i>CaK</i>	1.52	0.59	46.66	22.96
<i>TiK</i>	4.57	1.63	14.01	4.00	<i>TiK</i>	21.99	7.14		
<i>TOTAL</i>	<i>100</i>		<i>100</i>		<i>TOTAL</i>	<i>100</i>		<i>100</i>	

*Tabla 27. Resultado. Valores de Microscopía electrónica de barrido con un aumento de 2265x.*

**Elaborado por:** Autores.

#### **4.5 Pigmentación de polietileno de alta y baja densidad con el 3% del masterbatch obtenido.**

Esta prueba se la evalúa de manera objetiva dado que es una prueba para verificar de manera visual cómo se comporta el masterbatch cuando se mezcla y se somete a extrusión con los mismos parámetros del masterbatch utilizado, como resultado se obtuvo una placa con un espesor de 3mm la cual está basada en la norma ASTM D 4703:03 (Standard

Practice for Compression Molding Thermoplastic Materials into Test Specimens, Plaques, or Sheets).

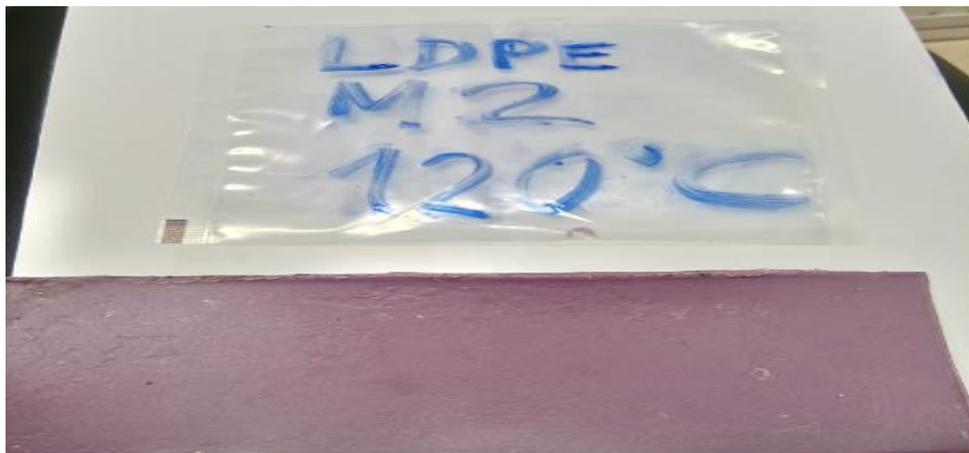
En las figuras 28 y 29 observamos el Polietileno de alta y baja densidad respectivamente con una concentración del 3% del pigmento (Masterbatch).



**Figura 28. Resultado. Polietileno de alta densidad (HDPE) al 3%.**

**Fuente.** Autores - Laboratorio de plásticos (LEMAT).

Como resultado de la figura 28 se determinó un mezclado homogéneo, buena dispersión del pigmento, buena apariencia de manera visual, poca adherencia en el proceso de mezclado y extrusión, dureza significativa, color fuerte e intenso.



**Figura 29. Resultado. Polietileno de baja densidad (LDPE) al 3%.**

**Fuente.** Autores - Laboratorio de plásticos (LEMAT).

Como resultado de la figura 29 se determinó de manera visual un mezclado homogéneo, una buena dispersión del pigmento y una buena apariencia, en el proceso de mezclado y extrusión menor adherencia en el equipo, dureza significativa y un color más suave per intenso

#### 4.6 Colorimetría – Medidor de color

Se encontraron los valores para los diferentes ejes Y, X, Z en el medidor de color para la determinación del color en cada muestra tomada para los masterbatchs de polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE). En la tabla 28 se detallan los resultados del medidos de color para masterbatch de alta densidad (HDPE).

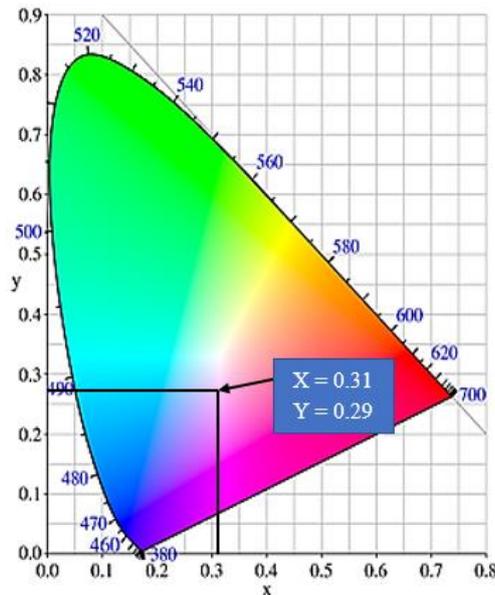
<i>Masterbatch de polietileno de alta densidad (HDPE).</i>			
<i>EJES</i>	<i>AREA 1</i>	<i>AREA 2</i>	<i>AREA 3</i>
<i>Y</i>	<i>10.1</i>	<i>10.2</i>	<i>9.7</i>
<i>X</i>	<i>11.8</i>	<i>11.4</i>	<i>8.9</i>
<i>Z</i>	<i>13.6</i>	<i>13.00</i>	<i>12.3</i>

**Tabla 28. Resultados del medidor de color para Masterbatch de alta densidad (HDPE).**

**Elaborado por:** Autores.

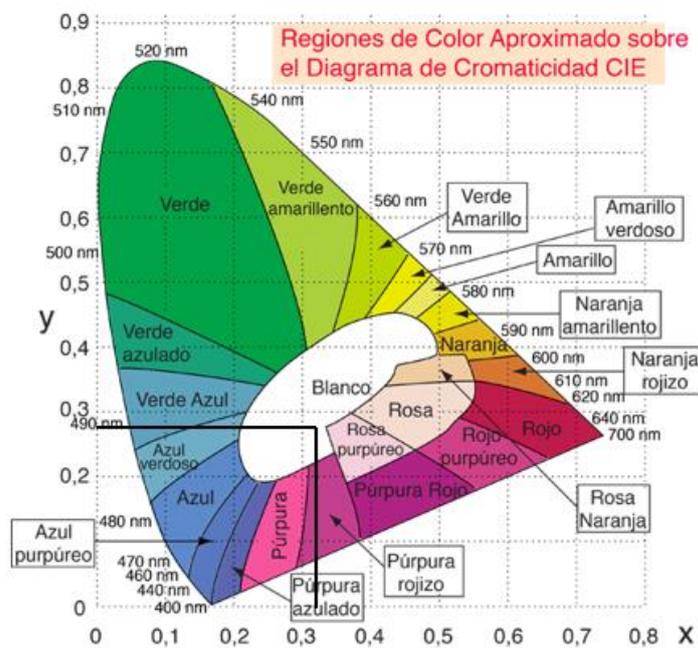
Con los resultados obtenidos de variables triestímulo (Y, X y Z) se estableció una media entre las tres áreas tomadas, dando como resultado para Y una luminosidad de 10, X = 10,7 y Z = 12,96 para establecer valores fraccionarios para  $y = 0.29$ ,  $x = 0.31$  que con la ayuda del Diagrama de Cromaticidad del CIE se establece la longitud de onda y se ubica la tonalidad en la que se encuentra.

A continuación, en la Gráfica 1 y 2 se determina el resultado ubicando los ejes de (x, y).



**Gráfico 1. Resultado de coordenadas (x, y) para polietileno de alta densidad pigmentado al 3%.**

**Elaborado por:** Autores.



**Gráfico 2. Resultado de la zona de color y longitud de onda para  $x = 0,31$  y para  $y = 0,29$ .**

**Elaborado por:** Autores.

Nota: Con ayuda del diagrama de cromaticidad CIE y con los valores de  $x = 0,31$  y de  $y = 0,29$  ubicándolo en los colores púrpura rojizo con una longitud de onda de 489 nm en

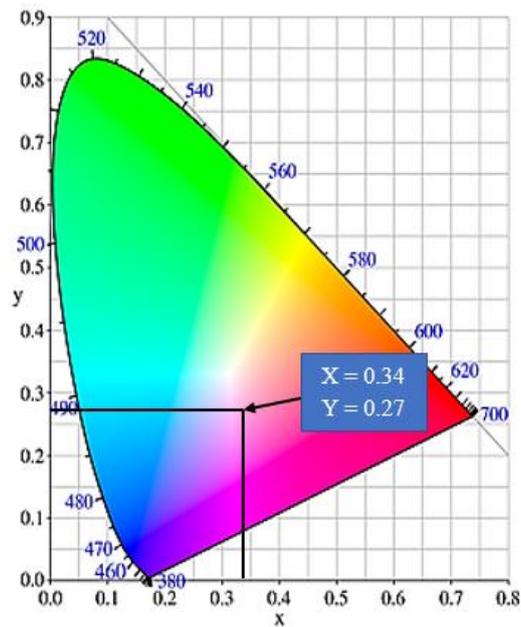
el espacio de color. En la tabla 29 se detallan los resultados del medidor de color para el masterbatch de baja densidad.

<i>Masterbatch de polietileno de baja densidad (LDPE).</i>			
<i>EJES</i>	<i>AREA 1</i>	<i>AREA 2</i>	<i>AREA 3</i>
<i>Y</i>	9.00	9.7	7.4
<i>X</i>	11.2	12.2	9.00
<i>Z</i>	12.1	13.40	10.7

*Tabla 29. Resultados del medidor de color para Masterbatch de baja densidad (LDPE).*

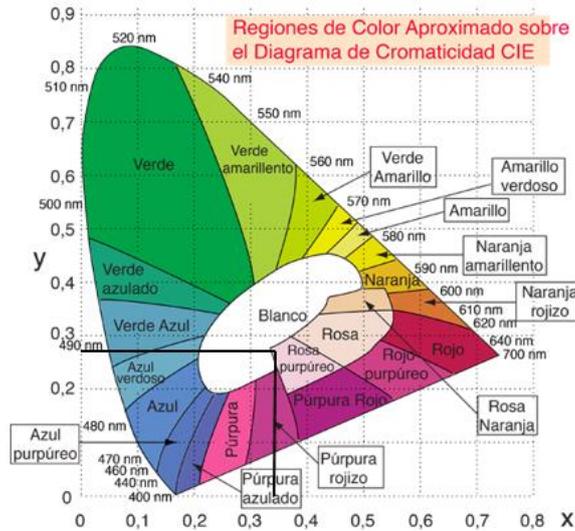
**Elaborado por:** Autores.

A continuación, en la Gráfica 3 y 4 se determina el resultado ubicando los ejes de (x, y).



*Gráfico 3. Resultado de coordenadas (x, y) para polietileno de baja densidad pigmentado al 3%.*

**Elaborado por:** Autores.



**Gráfico 4. Resultado de la zona de color y longitud de onda para  $x = 0,34$  y para  $y = 0,27$ .**

**Elaborado por:** Autores.

Nota: Con ayuda del diagrama de cromaticidad CIE y con los valores de  $x = 0.34$  y de  $y = 0.27$  ubicándolo en los colores rosa púrpuro con una longitud de onda de 488 nm en el espacio de color.

En la tabla 30 se detallan los valores obtenidos del medidor de color para la muestra al 3% el cual es el polietileno de alta y baja densidad pigmentado con el masterbatch cada uno con el tipo de polietileno correspondiente.

***Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE) pigmentado al 3%.***

<b><i>EJES</i></b>	<b><i>MUESTRA 2- MB de HDPE Pigmentado</i></b>	<b><i>MUESTRA 2- MB de LDPE Pigmentado</i></b>
<b><i>Y</i></b>	10.9	12.5
<b><i>X</i></b>	12	14.9
<b><i>Z</i></b>	14.1	17.4

***Tabla 30. Resultados del medidor de color para las muestras pigmentadas de polietileno de alta y baja densidad.***

**Elaborado por:** Autores.

#### **4.7 Examen de calificación de apariencia.**

Esta prueba se realizó de acuerdo con la norma ISO 18553 - Método para evaluación del grado de pigmento o dispersión de negro de carbono en las tuberías de poliolefinas, herrajes y compuestos. Donde se identificó según las muestras que se obtuvieron de la placa pigmentada al 3% con el masterbatch que nuestro masterbatch es aceptable según un examen de calificación de apariencia. El cual realizó con la ayuda de un microscopio con un aumento  $> 70x$  descrito en el literal examen de calificación de apariencia de la norma antes mencionada para ser exacto con un aumento de 100x.

Las microimágenes obtenidas sirvieron para ser comparadas con las microfotografías que se encuentra en el Anexo B de la norma ISO 18553.

Observaciones: Como observación principal tenemos que no se pueden descargar las imágenes del microscopio en una base de datos por lo que las imágenes que fueron tomadas presentan un aspecto poco visible, por parte del microscopio la luna presentaba algunas complicaciones que dificultaban la buena visibilidad de las muestras.

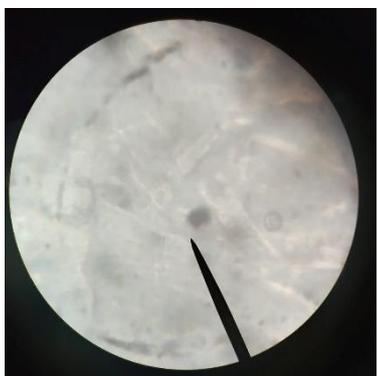
En la tabla 31 se realizó una comparación entre las microimágenes obtenidas Vs las microfotografías del Anexo B de la norma ISO 18553.

---

#### **Muestra de Placa de polietileno de alta densidad (HDPE) pigmentado al 3%.**

---

##### **MUESTRA #1**



A2

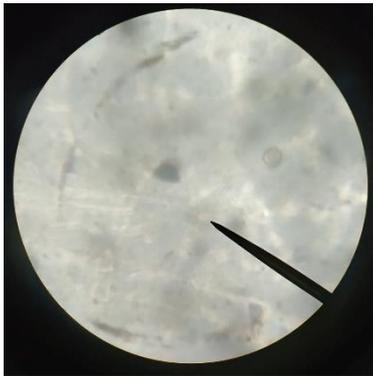
---

**MUESTRA #2**



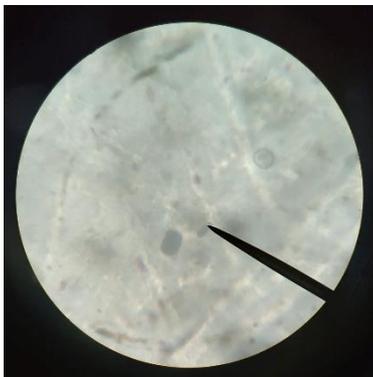
A3

**MUESTRA #3**



A2

**MUESTRA #4**



A2

---

*Tabla 31. Resultados. Microfotografías de las placas pigmentadas VS Microfotografías del Anexo B de la norma.*

**Elaborado por:** Autores.

**4.7.1 Resultado de examen de calificación para placa de Polietileno de Alta densidad al 3%**

Como resultado se obtuvo que para las muestras de las placas de Polietileno de Alta densidad (HDPE) pigmentados al 3% con el masterbatch del mismo tipo de polietileno según la comparación y tomando en cuenta las observaciones antes mencionada se logra

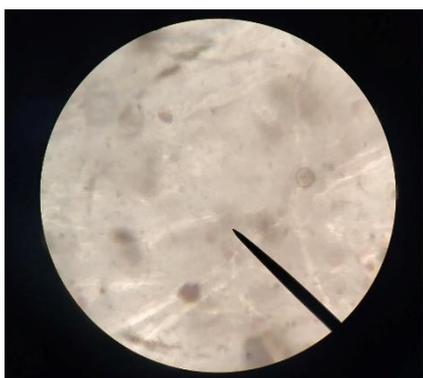
apreciar una buena apariencia del pigmento de la Cochinilla (*Dactylopius coccus*) con la mezcla de polietileno virgen al ser pigmentados ya que este presenta pocas aglomeraciones de sus partículas resultando una mezcla aceptable y con buena homogeneidad.

---

**Muestra de Placa de polietileno de baja densidad (LDPE) pigmentado al 3%.**

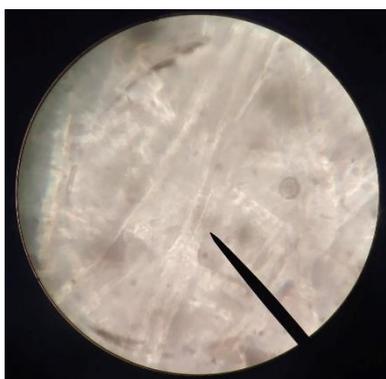
---

**MUESTRA #1**



A3

**MUESTRA #2**



A3

**MUESTRA #3**



A2

---

#### MUESTRA #4



A2

---

**Tabla 32. Resultados. Microfotografías de las placas pigmentadas VS Microfotografías del Anexo B de la norma.**

**Elaborado por:** Katuska Pincay y Mauro Acosta.

#### **4.7.2 Resultado de examen de calificación para placa de Polietileno de Baja densidad al 3%**

Como se puede observar en las microimágenes obtenidas la cuales comparadas con el Anexo B de la norma ISO 18553 podemos dar una calificación de aceptable respecto a las microfotografías de la norma, objetando que se produce una mezcla aceptable en termino de homogeneidad y que el pigmento no se encuentra aglomerado de manera excesiva como podemos observar en las microimágenes.

#### **4.8 Resistencia Química.**

Esta prueba se realizó basándonos en la norma ISO 175 y ASTM D 543 – 95, estas normas se basan en realizar pruebas con diferentes reactivos como alcoholes, ácidos, bases, cetonas, esterres, etc. Para determinar el comportamiento de los plásticos y evaluarlos en las diferentes sustancias.

Basándonos en estas normas y realizando la experimentación adecuada podemos determinar que el polietileno de alta densidad y de baja densidad pigmentado presento una decoloración para ambos tipos de polietileno pigmentado, también se aprecia agrietamiento con el ácido nítrico en el polietileno de alta densidad, acompañado de una

decoloración no tan apreciable al ser sometido a esta sustancia con un alto grado de pureza.

Respecto a la masa y las dimensiones de los fragmentos iniciales respecto a los finales no se observaron cambios bruscos en estos manteniendo a simple vista iguales.

Se seleccionó estas sustancias dado que son las principales en demostrar un comportamiento agresivo en los algunos plásticos y por disposición del laboratorio.

En las tablas 33 y 34 podemos observar los valores según la caracterización obtenida al final de la prueba para los dos tipos de polietileno.

<b>Resistencia química del Polietileno de alta densidad pigmentado al 3%</b>				
	Masa	Dimensiones	Color	Aspecto
Ácido clorhídrico al 37%	1	1	1	1
Ácido nítrico puro	1	1	2	2
Hidróxido de sodio al 50 %	1	1	2	1
Hidróxido de potasio al 50%	1	1	1	1
Acetona	1	1	1	1

**Tabla 33. Resultados. Resistencia química del Polietileno de alta densidad pigmentado al 3%.**

**Elaborado por:** Autores.

*1 = Sin variación (Excelente); 2 = Poca variación (Pasable); 3 = Variación brusca (Descartar)*

<b>Resistencia química del Polietileno de baja densidad pigmentado al 3%</b>				
	Masa	Dimensiones	Color	Aspecto
Ácido clorhídrico al 37%	1	1	1	1
Ácido nítrico puro	1	1	2	1
Hidróxido de sodio al 50 %	1	1	2	1
Hidróxido de potasio al 50%	1	1	1	1
Acetona	1	1	1	1

**Tabla 34. Resultados. Resistencia química del Polietileno de baja densidad pigmentado al 3%.**

**Elaborado por:** Autores.

*1 = Sin variación (Excelente); 2 = Poca variación (Pasable); 3 = Variación brusca (Descartar)*

Como se observa en las tablas 33 y 34, se puede determinar que tanto para el polietileno de alta densidad como el de baja densidad ambos pigmentados al 3% van a presentar una leve variación respecto al color y aspecto para el ácido nítrico por estar en un grado elevado pureza para lo cual como observación principal se determina que los dos se muestran de manera aceptable a las sustancias sometidas.

#### **4.9 Costos para la producción de los masterbatch seleccionados con la mejor formulación.**

Los costos fueron determinados de acuerdo con la mejor formulación para cada tipo de masterbatch de polietileno de alta y de baja densidad, esta formulación va a constar de los precios de los componentes para la Muestra 2 los cuales vendrán a ser la materia prima, en la tabla 35 se mostrarán los valores para determinar el costo de materia prima cada una de los masterbatch seleccionado.

<b>Costo de materia prima de formulación seleccionada.</b>			
<b>Componentes Formulación M2</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>COSTO (\$)</b>	
		<b>Polietileno de alta densidad (HDPE)</b>	<b>Polietileno de baja densidad (LDPE)</b>
Vehículo	40	0,068	0,068
Pigmento	20	7,68	7,68
Carbonato de calcio	6	0,03	0,03
Estearato de magnesio	6	0,09	0,09
Cera PE 520	4	0,28	0,28
Dióxido de titanio	4	0,096	0,096
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>8,24</b>	<b>8,24</b>

*Tabla 35. Resultado. Costo de materia prima de formulación seleccionada.*

**Elaborado por:** Autores.

En la tabla 36 se reflejan los valores de mano de obra requerida para la elaboración de cada tipo de masterbatch de polietileno de alta y de baja densidad. Para la producción del masterbatch se tiene que tomar en cuenta el índice de fluidez de cada muestra de pigmento

siendo estos 3.42 g/10 min para el concentrado de color con base de polietileno de alta densidad y 4.21 para el polietileno de baja densidad.

<b>Mano de obra de los procesos para la obtención de los masterbatch</b>		
	<b>Tiempo (h)</b>	
	<b>Polietileno de alta densidad (HDPE)</b>	<b>Polietileno de baja densidad (LDPE)</b>
Mezclado y extrusión	0,33	0,33
Obtención de masterbatch	3,83	3,16
<b>TOTAL</b>	<b>4,16</b>	<b>3,49</b>

*Tabla 36. Resultado. Mano de obra para la obtención de los masterbatch.*

**Elaborado por:** Autores.

El costo de maquina es fijado de acuerdo con la muestra que se realizó en el laboratorio del LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales) de la ESPOL siendo este valor de \$200 por muestra.

En la tabla 37 se establece los valores para la obtención final del costo para el desarrollo para el masterbatch de polietileno de alta densidad y el de baja densidad.

<b>Costos para la obtención 80 g de masterbatch</b>		
	<b>Masterbatch</b>	
	<b>HDPE</b>	<b>LDPE</b>
Materia prima (\$)	8,24	8,24
Mano de obra (\$)	10,4	9,55
Máquina (\$)	200	200
Total	218,64	217,79
(\$/g)	2,73	2,72

*Tabla 37. Costos para la obtención del masterbatch.*

**Elaborado por:** Autores.

Como resultado se obtuvo que la producción de 80 g de masterbatch de HDPE refleja un costo de \$2,73 y para el masterbatch de LDPE el costo de \$2,72; el costo influye en el tiempo de producción dado que el masterbatch de LDPE tiene un índice de fluidez más elevado. Cabe recalcar que refleja un costo elevado por lo esté comprende el desarrollo del masterbatch a nivel de laboratorio con mucha diferencia en el desarrollo de este a nivel industrial.

## Capítulo V

### 5.1 Conclusiones.

- Se determinó el punto de fusión de la cochinilla (*Dactylopius coccus*) el cual tuvo como resultado un valor entre 120°C y 125°C.
- Se seleccionó la materia prima adecuada según el punto de fusión de la cochinilla (*Dactylopius coccus*), ya que, al obtener un punto de fusión entre 120°C y 125°C teóricamente habrá compatibilidad física con los vehículos y aditivos escogidos.
- La conclusión referente a la formulación óptima, compatibilidad de los componentes, mezclado y extrusión correspondió, tanto para el polietileno de alta y de baja densidad es la Muestra 2 (Vehículo: 50%, Pigmento: 25% y Aditivos: 25%) con las temperaturas de 150°C y 120°C respectivamente.
- En relación con el índice de fluidez la mezcla del masterbatch de polietileno de baja densidad presenta el valor más elevado, siendo este valor de 4.21 g/10 min en comparación con el valor de 3.42 g/10 min del masterbatch del polietileno de alta densidad, lo que indica que puede fluir de manera más rápida en los procesos de extrusión comercial, disminuyendo los tiempos de manufactura de objetos plásticos.
- Respecto a las pruebas de microscopía electrónica de barrido se concluye que la mejor composición del pigmento se presentó en la Muestra 2 (vehículo: 50%, pigmento: 25% y aditivos: 25%) correspondiendo un porcentaje de calcio del 2,92% y de titanio del 3,70% para el vehículo de HDPE y un porcentaje de calcio del 1,79% y de titanio del 2,54% para el vehículo de LDPE. Se debe considerar que en la selección de los componentes se tomará solo el calcio y el titanio, porque son los responsables del poder cubriente, al momento de utilizar el concentrado en la pigmentación de objetos.

- Los componentes de las dos mezclas de masterbatch para cada tipo de polietileno se encuentran dispersas, la cuales presentaban a nivel microscópico con aumentos de 5000x aglomeraciones y altos relieves sobre la muestra de HDPE y una buena homogeneidad en la muestra de LDPE. De manera general los dos son aceptables para ser utilizados como masterbatch puesto que esta semidispersión de los componentes va a ser distribuida de una manera más uniforme al momento de pigmentar resinas vírgenes.
- Con respecto a los ensayos de colorimetría para el masterbatch las coordenadas Y, X y Z obtenidas, guardan una similitud entre ellas por lo que en la gráfica del Diagrama de Cromaticidad del CIE ambos corresponden a las zonas de los purpuras. Las coordenadas para el HDPE son para  $x = 0.31$  y para  $y = 0.29$  ubicándolo en la zona de púrpura rojizo con una longitud de onda de 489 nm, mientras que con coordenadas para el LDPE son para  $x = 0.34$  y para  $y = 0.27$  ubicándolo en la zona de rosa púrpura con una longitud de onda de 488 nm.
- Las tonalidades del objeto pigmentado al 3% con el respectivo masterbatch para cada vehículo mantienen su color dado y las coordenadas en los ejes  $Y = 10.9$ ,  $X = 12$  y  $Z = 14.1$  para el HDPE y las coordenadas en los ejes  $Y = 12.5$ ,  $X = 14.9$  y  $Z = 17.4$  para el LDPE.
- Con respecto al examen de calificación de apariencia del objeto pigmentado con polietileno de alta y baja con el 3% de masterbatch para cada tipo de polietileno se concluyó que la apariencia es aceptable, al comparar las microimágenes obtenidas de las muestras de acuerdo con la norma ISO 18553 observándose que tienen similitud entre sí con las de la norma en mención.
- Para la caracterización de los fragmentos de las placas pigmentadas por medio de la prueba de resistencias química de acuerdo con las normas ISO 175 y ASTM D

543 – 95 se verifico que no presentaron cambios bruscos con las sustancias utilizadas, con excepción del ácido nítrico que provocó poca variación en el color y aspecto tanto del polietileno de alta como el de baja densidad. Se debe recalcar se realizó las pruebas con las sustancias puestas a disposición en el laboratorio de microbiología de la facultad de Ingeniería Química, donde los fragmentos fueros sometidos a las concentraciones más elevadas y puras para evaluaciones más rigurosas.

- El costo de producción es de \$ 2,73 por cada 80g para el masterbatch con vehículo HDPE y \$ 2,72 por cada 80g para el masterbatch con vehículo LDPE. A nivel industrial los costos obtenidos disminuirán drásticamente por el desarrollo de las economías de escala (producción en gran cantidad, en donde se disminuye el costo de la mano de obra y el uso de la maquina).

## **5.2 Recomendaciones**

- Disminuir las concentraciones del pigmento y a su vez aumentar las concentraciones de los aditivos.
- Realizar más formulaciones con diferentes condiciones de trabajo del equipo para ver la compatibilidad que tiene el vehículo con el pigmento que es la cochinilla (*Dactylopius coccus*).
- Realizar pruebas variando el pH del pigmento que es la cochinilla (*Dactylopius coccus*), ya que el color varía según el pH, para un pH de 3 el color será anaranjado, para un pH de 5.5 el color será rojo y para un pH de 7 el color será purpura.
- Realizar un estudio de biodegradabilidad de los colorantes naturales empleados.

## Bibliografía

- Abril, R., & Pazmiño, A. (2010). *Estudio y diseño experimental en la determinación del porcentaje de Ácido Carmínico en la Cochinilla (COCCUS CACTI ) Provincia de Santa Elena*. Guayaquil: Repositorio Educación Superior.
- Agreda Rodríguez, M. A. (2009). *Evaluación de 6 métodos para la extracción de ácido carmínico a partir de la cochinilla (Dactylopius coccus costa )según condiciones de laboratorio de la Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala : Repositorio Universidad de San Carlos de Guatemala .
- Albarrán, D. d. (Junio de 2005). *Impacto ambiental de la apertura de una fábrica de plásticos en la ciudad de Morelia, Michoacán*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/510/51001506.pdf>
- Alonso, L. (1 de Enero de 2006). *PLásticos ALSER S.L*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Documents/Proy\\_Titulacion/FICHA\\_SEG\\_PP\\_ref\\_1002.pdf](file:///C:/Users/pc/Documents/Proy_Titulacion/FICHA_SEG_PP_ref_1002.pdf)
- Arroyo, F. G., Ruiz, A. G., Vargas, R. L., & González, S. G. (2010). Aplicación de productos derivados del insecto *Dactylopius coccus Costa* (Homóptera, Dactylopiidae). *UAEM readalyc.org*, 20(3), 2.
- Ascanio Química. (2016). *ascanioquimica.com*. Obtenido de <https://ascanioquimica.com/wp/download/.../presentacion-aditivos-para-plasticos.pdf>
- ASEPLAS, A. e. (2017). *Guía de la industria plástica del Ecuador*. Obtenido de [https://issuu.com/aseplasasococuaplasticos/docs/guia\\_de\\_la\\_industria\\_\\_aseplas](https://issuu.com/aseplasasococuaplasticos/docs/guia_de_la_industria__aseplas)
- BCE, B. c. (Agosto de 2017). *Ficha sectorial manufactura de plásticos*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/12/Ficha-Sectorial-Manufacturas-de-Pla%CC%81stico-dic-2017.pdf>
- Begazo, M., & Bendita, J. (2018). *Determinación de los parámetros óptimos en la extracción del colorante rojo carmin mediante el empleo de edta como estabilizante*. Arequipa-Perú: Repositorio Universidad Nacional de San Agustín.
- Branbender GmbH & Co. (2013). *Plastograph EC. Manual de Instrucciones*, 35.
- CASIOPEA. (2015 ). *Clase Construcción y Estructura Náutica*. Obtenido de [https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/d4/Clase\\_3\\_construcci%C3%B3n\\_1\\_n%C3%A1utica\\_2015\\_HDPE.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/d/d4/Clase_3_construcci%C3%B3n_1_n%C3%A1utica_2015_HDPE.pdf)
- Devis, S. (Febrero de 2014). *Implementación de pigmentos orgánicos en la fabricación de masterbatch de grado alimenticio*. Obtenido de <http://portal.facyt.uc.edu.ve/pasantias/informes/P74114725.pdf>
- Djukich, M., & Sandoval, E. (Octubre de 2010). *Propuesta para el mejoramiento del sistema cerrado del agua de enfriamiento utilizada en las máquinas de inyección y soplado de plásticos de la empresa MAGGIE PAUL, C.A*. Obtenido de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5604/mdjukich.pdf?sequence=1>
- Espinoza, H. (2008). *Pigmentos orgánicos e inorgánicos utilizados en las industrias de pinturas o recubrimientos y del plástico*. Obtenido de [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/espinoza\\_h/sources/espinoza\\_h.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/espinoza_h/sources/espinoza_h.pdf)

- Gómez, M. (Marzo de 2019). *Fabricación de Plástico*. Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/Tecnologias-para-la-elaboracion-de-concentrados-de-color+129650>
- Hernández, A., Ortíz, J., & Gómez, M. (marzo de 2019). *Tecnología del plástico*. Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/Tecnologias-para-la-elaboracion-de-concentrados-de-color+129650>
- Hernández, H. F., García, G. d., Del Rio, D. I., & Lanz, M. H. (2005). La cohinilla fina del nopal, Colorante mexicano para el mundo. *Revistaciencia*, 3.
- Hubei Co-Formula Material Tech Co. (12 de Febrero de 2019). *cfmats.com*. Obtenido de <http://es.cfmats.com/about-co-formula/main-function-of-coupling-agent.html>
- Mamani, G., & Huamani, I. (2015). *Evaluación comparativa de los métodos Thorpe y Francés para la obtención de carmin a partir de la cochinilla (Dactylopius Coccus Costa) en el Distrito de la Joya*. Arequipa: Repositorio.Unasa.
- Mariano, O. (16 de Julio de 2012). *Tecnologías de los plásticos*. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>
- Márquez, S. J. (2015). *Introducción a los procesos de transformación de materiales plásticos*. Obtenido de [http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/a/ae/01Introd1405\\_08.pdf](http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/a/ae/01Introd1405_08.pdf)
- Mastalmond. (2016). *Nuevos masterbatches biodegradables basados en cáscara de almendra para sectores tradicionales*. Obtenido de [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE08\\_ENV\\_E\\_000513\\_LAYMAN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE08_ENV_E_000513_LAYMAN.pdf)
- Matamoros, K., Torres López, A., Vázquez, S., Tenopala, C., & Torres, A. (2017). Diseño de planta industrial para la obtención de ácido carmínico. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2.
- Mendoza, Á. (2011). *Evaluación de compuestos de polipropileno y carbonato de calcio para aplicaciones industriales*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90443/D-79522.pdf>
- Moreno, R. C. (2014). *tecnología de pigmentos naturales*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/1112876/>
- Ojeda, M. (15 de Marzo de 2011). *Extrusión de materiales plásticos*. Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/extrusion-de-materiales-plasticos.html>
- Ortiz, L. E. (2011). *Estudio del efecto de la modificación superficial de cargas nanométricas sobre las propiedades físico - mecánicas y estabilidad térmica de nanocompuestos de PVC Entrecruzados*. SALTILLO: Centro de investigación en química aplicada.
- Pazmiño, A. A. (11 de Noviembre de 2010). Obtenido de Estudio y diseño experimental en la determinación del porcentaje de ácido carmínico en la cochinilla (Coccus cacti) provincia de Santa Elena : <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/3430/1/Tesis%20Estudio%20y%20Dise%C3%B1o%20experimental%20en%20la%20determinacion%20del%20porcentaje%20de%20acido%20carminico%20en%20la%20cochinilla%20%28Coccus%20Cacti%29.pdf>

- Pazmiño, A., & Abril, R. (2010). *Estudio y diseño experimental en la determinación de porcentaje de ácido carmínico en la cochinilla (coccus catus) Proviencia de Santa Elena*. Guayaquil: Repositorio Universidad de Guayaquil.
- Physical Test Solutions. (05 de Agosto de 2011). *cientec*. Obtenido de *cientec*: [http://www.cientec.com.mx/uploads/files/20110805-826e7\\_PTS\\_Polymer\\_Test\\_Equipment\\_catalog\\_2010-.pdf](http://www.cientec.com.mx/uploads/files/20110805-826e7_PTS_Polymer_Test_Equipment_catalog_2010-.pdf)
- Pillajo, J. (Noviembre de 2017). *Evaluación de la incorporación de un masterbatch con efecto antitérmico en las propiedades de películas sopladas de polietileno de baja densidad*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18968/1/CD-8366.pdf>
- Plastiductos S.A. (2015). *plastiductos*. Obtenido de <https://plastiductos.com.mx/specs/tabla-de-resistencias-mecanicas.pdf>
- Plastines. (2016). *Plastines*. Obtenido de [https://www.plastines.com/es\\_ES/productos/masterbatch-aditivos/](https://www.plastines.com/es_ES/productos/masterbatch-aditivos/)
- QuimiNet. (20 de Septiembre de 2011). *QuimiNet.com*. Obtenido de QuimiNet.com: <https://www.quiminet.com/articulos/el-carbonato-de-calcio-en-la-fabricacion-de-plasticos-2576716.htm>
- Rodriguez, A. M. (26 de Abril de 2012). *Materiales y procesos industriales*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/miguelangelrdz/polietileno-12696088>
- S.A.S, Plastines. (27 de Octubre de 2015). *plastines.com*. Obtenido de aditivos en forma de masterbatch: [https://www.plastines.com/es\\_ES/aditivos-en-forma-de-masterbatch/](https://www.plastines.com/es_ES/aditivos-en-forma-de-masterbatch/)
- Sánchez, J. R. (Diciembre de 2013). *La química del color en los alimentos*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
- Sordo, L. (8 de Enero de 2014). *"Proceso de fabricación de un masterbatch biodegradable"*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Documents/Proy\\_Titulacion/abuelita\\_Pe/Sordo\\_Laura\\_TFG.pdf](file:///C:/Users/pc/Documents/Proy_Titulacion/abuelita_Pe/Sordo_Laura_TFG.pdf)
- Terrer, C. (2009). *Puromaster*. Obtenido de <http://www.puromaster.com/que-es-masterbatch/>
- Zambrano, R. (2007). *Evaluación de las propiedades de los compuestos de polietileno y carbonato de calcio*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10690/1/D-37833.pdf>

## ANEXOS.

### ANEXO A.

#### OBTENCIÓN DE LOS MASTERBATCHS.

Anexo A. Materia prima para la elaboración de muestras para masterbatch.

---

#### A.1. Componentes base para la elaboración de Masterbatch.

---

##### VEHÍCULOS.

Polietileno de alta densidad (HDPE).



Polietileno de baja densidad (LDPE).



##### PIGMENTO.

Cochinilla (*Dactylopius coccus*).



##### ADITIVOS.

Carbonato de calcio

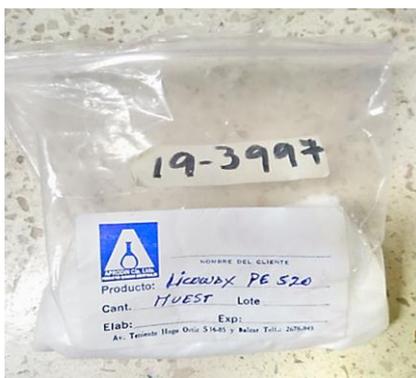


Estearato de Magnesio



---

### Cera PE520 - Licowax



### Dióxido de titanio



Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.

## Formulación general para la obtención de masterbatch.

**A.2. Cálculos para determinar el peso de los componentes de la mezcla para la elaboración de las muestras de polietileno de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LDPE).**

*Anexo A.2.1. Formulación para la elaboración de Masterbatch de Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE).*

---

	<b>MUESTRA 1</b>		<b>MUESTRA 2</b>		<b>MUESTRA 3</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>VEHÍCULO</b>	50	40	50	40	50	40
<b>PIGMENTO</b>	20	16	25	20	30	24
<b>ADITIVOS</b>	30	24	25	20	20	16
<b>TOTAL</b>	100	80	100	80	100	80

---

Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.

*Nota. Partimos de una base de 80 g para la formulación de cada muestra.*

- **Cálculo para determinar el peso del vehículo de la Muestra 1, 2 y 3.**

El vehículo es el polietileno virgen de alta densidad y de baja densidad que se utilizó para realizar las muestras de resina pigmentada sometidas a varias temperaturas. El vehículo se va a mantener constante para las 6 muestras.

$$\text{Vehículo}_{1,2,3} (g) = \frac{80g \times 50}{100} = 40 g$$

- **Calculo para determinar el peso del pigmento de las Muestras 1, 2 y 3.**

El porcentaje del pigmento utilizado Cochinilla (*Dactylopius coccus*) va ir en aumento de 20, 25 y 30 % para la Muestra 1, 2 y 3 respectivamente para cada tipo de Polietileno.

**Muestra 1.** 20% de Pigmento para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Pigmento1} (g) = \frac{80g \times 20}{100} = 16 g$$

**Muestra 2.** 25% de Pigmento para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Pigmento2} (g) = \frac{80g \times 25}{100} = 20 g$$

**Muestra 3.** 30% de Pigmento para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Pigmento3} (g) = \frac{80g \times 30}{100} = 24 g$$

- **Calculo para determinar el peso de los aditivos de las Muestras 1, 2 y 3.**

Este cálculo es el peso total de los aditivos utilizados para cada muestra de cada tipo de polietileno. Partimos del peso que se obtuvo para luego determinar el porcentaje y peso que se va a utilizar de cada aditivo específicamente en cada muestra.

#### **MUESTRA 1.**

**Muestra 1.** 30% de Total de aditivos para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Aditivo1} (g) = \frac{80g \times 30}{100} = 24 g$$

#### **MUESTRA 2.**

**Muestra 2.** 25% de Total de aditivos para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Aditivo2} (g) = \frac{80g \times 25}{100} = 20 g$$

#### **MUESTRA 3.**

**Muestra 3.** 20% de Total de aditivos para Polietileno de alta densidad (HDPE) y baja densidad (LDPE)

$$\text{Aditivo3 (g)} = \frac{80g \times 20}{100} = 16 g$$

### Formulación de aditivos para muestras de Polietileno de alta y baja densidad.

**A.3. Cálculos para determinar el peso de cada aditivo presente en la mezcla para la elaboración de las muestras de Polietileno de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LDPE).**

En esta tabla se expresan los porcentajes/pesos de cada aditivo para cada muestra este peso está referido al peso obtenido anteriormente en el Anexo A.1. de formulación general para la obtención del masterbatch.

*Anexo 2.3.1. Formulación de aditivos en base al porcentaje y peso para cada muestra de Polietileno de alta y baja densidad.*

<b>ADITIVOS PARA CADA MUESTRA DE HDPE Y LDPE</b>						
<b>ADITIVOS</b>	<b>MUESTRA 1</b>		<b>MUESTRA 2</b>		<b>MUESTRA 3</b>	
	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>%</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>CARBONATO DE CALCIO</b>	30	7.2	30	6	30	4.8
<b>ESTEARATO DE MAGNESIO</b>	30	7.2	30	6	30	4.8
<b>CERA PE520</b>	30	7.2	20	4	15	2.4
<b>DIOXIDO DE TITANIO</b>	10	2.4	20	4	25	4
<b>TOTAL</b>	100	24	100	20	100	16

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

Los porcentajes descritos anteriormente son valores seleccionados de acuerdo con la disponibilidad, costo y función del aditivo, dado estos aspectos los porcentajes fueron variados ya que algunos cumplían funciones similares y complementaban entre sí.

**MUESTRA 1.**

**Muestra 1.** 30% de Carbonato de calcio, Estearato de magnesio, Cera PE520.

$$30\% = \frac{24 \times 30}{100} = 7,2 \text{ g}$$

**Muestra 1.** 10% de Dióxido de Titanio.

$$10\% = \frac{24 \times 10}{100} = 2,4 \text{ g}$$

**MUESTRA 2.**

**Muestra 2.** 30% de Carbonato de calcio, Estearato de magnesio.

$$30\% = \frac{20 \times 30}{100} = 6 \text{ g}$$

**Muestra 2.** 20% de Carbonato de calcio, Estearato de magnesio.

$$20\% = \frac{20 \times 20}{100} = 4 \text{ g}$$

**MUESTRA 3.**

**Muestra 3.** 30% de Carbonato de calcio, Estearato de magnesio.

$$30\% = \frac{16 \times 30}{100} = 4,8 \text{ g}$$

**Muestra 3.** 15% de Cera PE520.

$$15\% = \frac{16 \times 15}{100} = 2,4 \text{ g}$$

**Muestra 3.** 25% de Cera PE520.

$$25\% = \frac{16 \times 25}{100} = 4 \text{ g}$$

## A.4. Pesaje de cada uno de los componentes para la elaboración de muestras.

Anexo 4.1. Preparación de la Muestra 1 para Polietileno de alta densidad (HDPE).

### A.4.1. Componentes para la elaboración de la Muestra 1

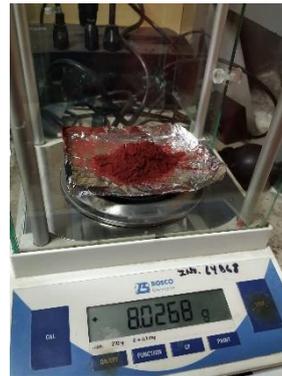
#### VEHÍCULO.

Polietileno de alta densidad (HDPE).



#### PIGMENTO.

Cochinilla (Dactylopius coccus).



#### ADITIVOS.

Carbonato de calcio



---

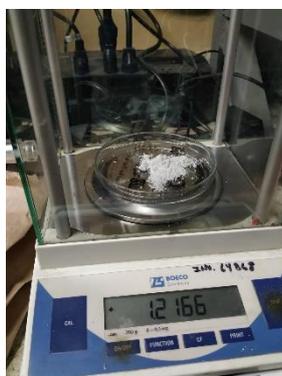
### Estearato de Magnesio



### Cera PE520 - Licowax



### Dióxido de titanio



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

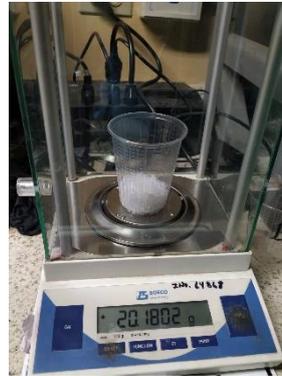
---

### A.4.2. Componentes para la elaboración de la Muestra 1

---

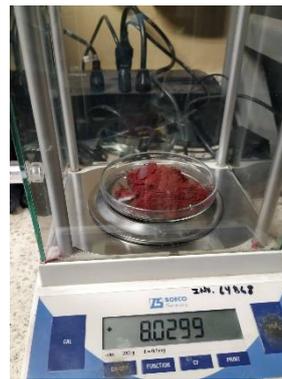
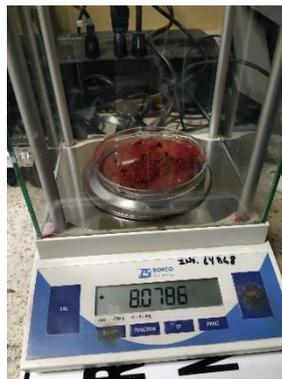
#### VEHÍCULO.

##### Polietileno de alta densidad (HDPE).



#### PIGMENTO.

##### Cochinilla (Dactylopius coccus).



#### ADITIVOS.

##### Carbonato de calcio

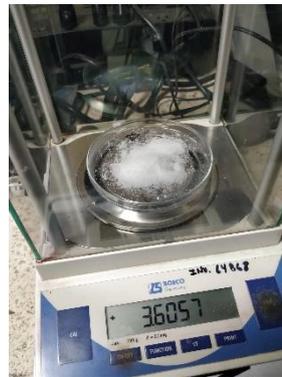
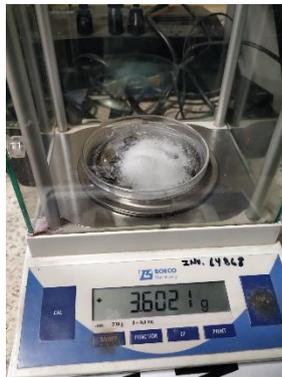


---

### Estearato de Magnesio



### Cera PE520 - Licowax



### Dióxido de titanio



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

#### **A 5. Tabulación de muestras.**

Como el equipo tiene una capacidad de 40 g y tenemos un base de 80 g se procedió dividir la muestra entre dos partes iguales y proceder a tabular las muestras como A y B e identificándolas si son de alta densidad o de baja densidad en el recipiente.

**A.5.1. Muestras con Base de Polietileno de alta densidad (HDPE).**

---

**Muestra 1 con 20% de Cochinilla (Dactylopius coccus).**



**Muestra 2 con 25% de Cochinilla (Dactylopius coccus).**



**Muestra 3 con 30% de Cochinilla (Dactylopius coccus).**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

---

**A.5.2. Muestras con Base de Polietileno de baja densidad (LDPE).**

---

**Muestra 1 con 20% de Cochinilla (*Dactylopius coccus*).**



**Muestra 2 con 25% de Cochinilla (*Dactylopius coccus*).**



**Muestra 3 con 30% de Cochinilla (*Dactylopius coccus*).**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

**A6. Incorporación de muestras**

El equipo que se utilizó para el mezclado y extrusión de las muestras es el equipo de Mezclado Brabender Plastograph EC Plus W50 EHT.

Finalmente, con cada muestra se decidió someter cada una de estas a diferentes temperaturas para observar el comportamiento del pigmento a diferentes temperaturas, mezcla de los componentes, adherencia de las mezclas concluido el tiempo de mezclado y extrusión, apariencia de la muestra al final del proceso.

Fueron tres las temperaturas escogidas para las muestras de polietileno de alta densidad (HDPE) siendo estas sometidas a 150, 160 y 170 °C, y las temperaturas para las muestras de polietileno de baja densidad (LDPE) son de 120, 130 y 140 °C.

*Anexo 6.1. Mezclador Brabender Plastograph EC Plus W50 EHT.*

---

### **A 6.1. Proceso de elaboración de muestras de Polietileno de alta y de baja densidad**

---

#### **Selección De Temperaturas.**



#### **Incorporación De Mezcla**



#### **Peso De Empuje De Mezcla**



#### **Retiro De Mezcla Incorporada Y Extruida (10 Min)**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

---

**A.5.1. Muestras con Base de Polietileno de alta densidad (HDPE).**

---

**Muestra 1**

**150 °C**



**160 °C**



**170 °C**



**Muestra 2**

**150 °C**



**160 °C**



**170 °C**



**Muestra 3**

**150 °C**



**160 °C**



**170 °C**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

---

**A.5.1. Muestras con Base de Polietileno de baja densidad (LDPE).**

---

**Muestra 1**

**120 °C**



**130 °C**

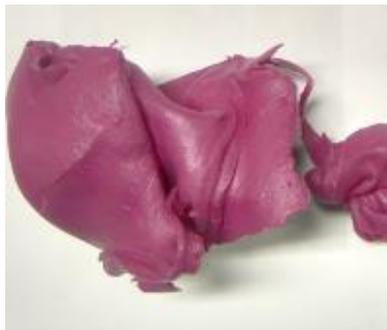


**140 °C**



**Muestra 2**

**120 °C**



**130 °C**



**140 °C**



**Muestra 3**

**120 °C**



**130 °C**



**140 °C**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

**A 7. Selección de las mejores muestras obtenidas en el proceso de Mezclado y Extrusión del Mezclador Brabender Plastograph EC Plus W50 EHT.**

Las muestras a continuación fueron escogidas según los criterios y aspectos de manera visual durante el proceso de obtención de cada muestra. Para ello cabe recalcar que los

aspectos tomados en cuenta se encuentran en el punto 3.2.2.7. Limpieza, Incorporación y extrusión en el equipo de mezclado.

*Anexo 7. Muestra de Polietileno seleccionadas para la elaboración de masterbatch.*

---

### **A 7.1. Mejores muestras tomadas en cuenta para la elaboración del Masterbatch**

#### **Muestra 2. Polietileno de alta densidad (HDPE) - 150°C – 60 RPM – 10 Minutos**



#### **Muestra 2. Polietileno de baja densidad (LDPE) - 120°C – 60 RPM – 10 Minutos**



---

*Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.*

### **A 8. Elaboración del Masterbatch con las muestras seleccionadas**

La elaboración del masterbatch para cada polietileno seleccionado se produjo en un equipo Plastómetro XNR 400Dacondicionado en el LEMAT (Laboratorio de Ensayo Metrológicos y de Materiales) de la ESPOL el cual con las mismas condiciones de la elaboración de cada muestra procede a elaborar filamentos para ser cortados de manera manual posteriormente.

Anexo 8. Plastómetro XNR – 400D.



Anexo 8. Obtención de masterbatch de Polietileno.

---

**A 8. Mejores muestras tomadas en cuenta para la elaboración del Masterbatch**  
**Muestra 2. Polietileno de alta densidad (HDPE) - 150°C – 60 RPM – 10 Minutos**

---



**Muestra 2. Polietileno de baja densidad (LDPE) - 120°C – 60 RPM – 10 Minutos**



## ANEXO B.

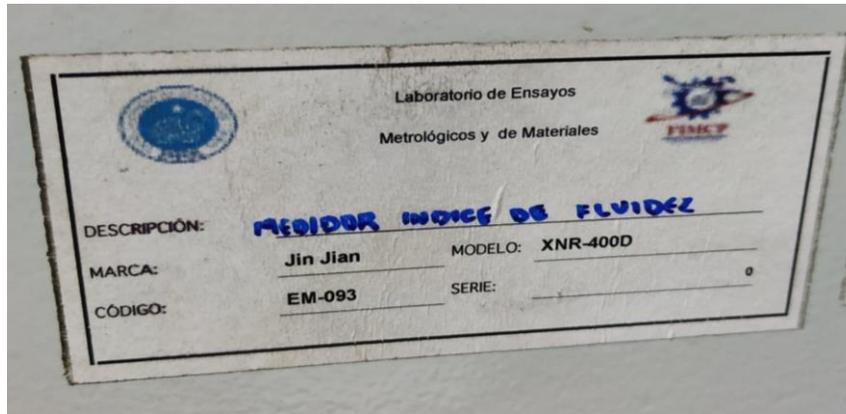
### EQUIPOS UTILIZADOS PARA LAS PRUEBAS REALIZADAS.

#### B 1. Análisis de fluidez

**Equipo:** Medidor de fluidez

**Marca:** Jin Jian

**Modelo:** XNR – 400D



*Figura. Etiqueta. Medidor de fluidez.*

*Fuente. LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metroológicos y de Materiales)*



*Figura. Medidor de fluidez XNR – 400D*

*Fuente. LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metroológicos y de Materiales)*

#### B 2. Microscopio electrónico de barrido – SEM

**Equipo:** Microscopio electrónico de barrido - SEM

**Marca:** FEI

**Modelo:** INSPECT



*Figura. Etiqueta. Microscopio electrónico de barrido.*

*Fuente. LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales).*



*Figura. Microscopio electrónico de barrido – SEM*

*Fuente. LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales).*

**B 3. Pigmentación de Polietileno virgen de alta y de baja densidad cada uno con el masterbatch de su propio tipo de polietileno.**

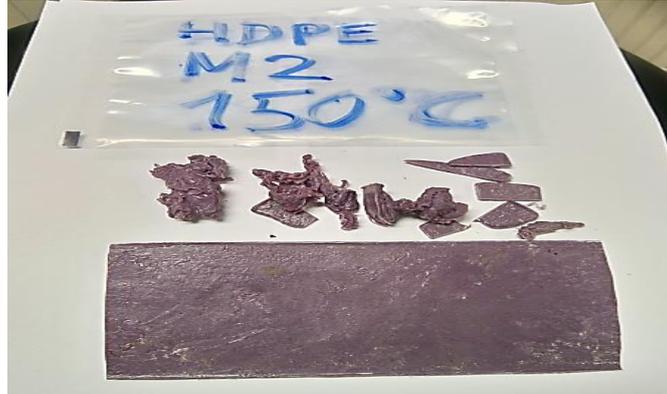
*Anexo B 3. Pigmentación de polietileno con el masterbatch*

---

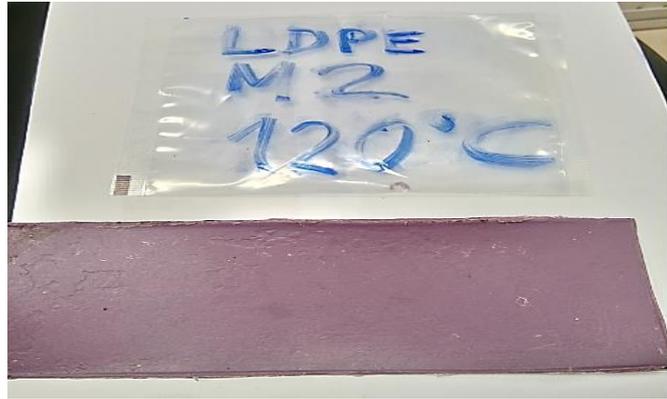
**B 3. Pigmentación de polietileno virgen con masterbatch**

---

**97% Polietileno virgen de alta densidad con 3% de Masterbatch de HDPE**



**97% Polietileno virgen de baja densidad con 3% de Masterbatch de LDPE**



## B 4. Elaboración de placa.

Se procede a elaborar las placas de polietileno de alta y de baja densidad bajo la norma ASTM D4703:03 Standard Practice for Compression Molding Thermoplastic Materials into Test Specimens, Plaques, or Sheets.

*Anexo B 4. Elaboración de placa por moldeo por compresión*

---

### B 4. Elaboración de placas de Polietileno Pigmentado al 3%

---

**Muestra a pigmentar  
3%.**



**Molde de placa con  
calentamiento eléctrico.**



**Mezclador Brabender.**



**Barómetro (4000 PSI).**



**Prensa por compresión.**



**Enfriamiento y obtención  
de placas**

**HDPE**



**LDPE**



## B 5. Prueba de colorimetría.

Prueba de colorimetría: Placas de masterbatches.

Anexo B 5.1. Coordenadas obtenidas para las muestras de masterbatch

### B 5.1. Coordenadas Y, X y Z para verificación del color en el Software OpenRGB

Masterbatch - Polietileno de alta densidad (HDPE).

Prueba 1.

Y 10,1 X 11,8 Z 13,6

Prueba 2.

Y 10,2 X 11,4 Z 13

### Prueba 3

**Y**  
9,7

**X**  
8,9

**Z**  
12,3

Calculator | Harmonies | Match | Search | Calibration | About

0-255 sRGB 0-1.0 HSL HSV CMY CMYK

R 95.70 < > 0.37528 H 199 C 0.62472 C 0.00432

G 78.94 < > 0.30957 S 24 M 0.69043 M 0.17867

B 96.11 < > 0.37691 L 82 Y 0.62309 Y 0

# 604F60 Gamma test 2.4 (sRGB) Range 0-240 Range 0-1.0 K 0.62309

L\*ab L\*ch L\*uv Hunter-Lab XYZ (LRV=Y) Yxy

L\* 35.791 L\* 35.791 L\* 35.791 L 29.833 X 9.7 Y 8.900

a\* 10.421 C\* 12.774 u\* 8.187 a 5.831 Y 8.9 x 0.31392

b\* -7.387 H° 324.669 v\* -10.973 b -3.562 Z 12.3 y 0.28803

Illuminant: D65 (Daylight) Observer: 2° (1931)

0-255	0-FF	0-1.0	Gamma
95.70	60	0.37528	2.4
78.94	4F	0.30957	Web-Safe
96.11	60	0.37691	666666

**Masterbatch - Polietileno de alta densidad (HDPE).**

### Prueba 1.

**Y**  
9

**X**  
11,2

**Z**  
12,1

OpenRGB

Calculator | Harmonies | Match | Search | Calibration | About

0-255 sRGB 0-1.0 HSL HSV CMY CMYK

R 68.79 < > 0.26978 H 111 C 0.73022 C 0.31327

G 100.18 < > 0.39285 S 45 M 0.60715 M 0

B 93.24 < > 0.36566 L 80 Y 0.63434 Y 0.06920

# 45645D Gamma test 2.4 (sRGB) Range 0-240 Range 0-1.0 K 0.60715

L\*ab L\*ch L\*uv Hunter-Lab XYZ (LRV=Y) Yxy

L\* 39.915 L\* 39.915 L\* 39.915 L 33.466 X 9 Y 11.200

a\* -13.118 C\* 13.120 u\* -15.081 a -10.563 Y 11.2 x 0.27864

b\* 0.251 H° 178.905 v\* 2.199 b 1.990 Z 12.1 y 0.34675

Illuminant: D65 (Daylight) Observer: 2° (1931)

0-255	0-FF	0-1.0	Gamma
68.79	45	0.26978	2.4
100.18	64	0.39285	Web-Safe
93.24	5D	0.36566	336666

### Prueba 2.

**Y**  
9,7

**X**  
12,2

**Z**  
13,4

	0-255	0-FF	0-1.0		Gamma
R	69.28	45	0.27167		2.4
G	104.71	69	0.41061		Web-Safe
B	98.00	62	0.38433		336666

### Prueba 3

**Y**  
7,4

**X**  
9

**Z**  
10,7

	0-255	0-FF	0-1.0		Gamma
R	61.96	3E	0.24297		2.4
G	89.71	5A	0.35181		Web-Safe
B	88.55	59	0.34727		336666

Elaborado por: Mauro Acosta y Katuska Pincay.

## Cálculos para determinación de los valores para las coordenadas (x, y).

*Anexo B 5.2. Cálculos para obtener las variables triestímulo (Y, X, Z).*

### Cálculos para masterbatch de alta densidad.

Para Y.

$$Y_{M\_HDPE} = 10.1 + 10.2 + 9.7$$

$$Y_{M\_HDPE} = 30/3$$

$$Y_{M\_HDPE} = 10$$

Para X.

$$X_{M\_HDPE} = 11.8 + 11.4 + 8.9$$

$$X_{M\_HDPE} = 32.1/3$$

$$X_{M\_HDPE} = 10.7$$

Para Z.

$$Z_{M\_HDPE} = 13.6 + 13 + 12.3$$

$$Z_{M\_HDPE} = 38.9/3$$

$$Z_{M\_HDPE} = 12.96$$

Sumatoria

$$\sum_{(Y,X,Z)} = 10 + 10.7 + 12.96$$

$$\sum_{(Y,X,Z)} = 33.66$$

Para fracción de y.

$$y_{M\_HDPE} = Y_{M\_HDPE} / \sum_{(Y,X,Z)}$$

$$y_{M\_HDPE} = 10/33.66$$

$$y_{M\_HDPE} = 0.29$$

Para fracción de x.

$$x_{M\_HDPE} = X_{M\_HDPE} / \sum_{(Y,X,Z)}$$

$$x_{M\_HDPE} = 10.7/33.66$$

$$x_{M\_HDPE} = 0.31$$

**Cálculos para masterbatch de baja densidad.**

**Para Y.**

$$Y_{M\_LDPE} = 9 + 9.7 + 7.4$$

$$Y_{M\_LDPE} = 26.1/3$$

$$Y_{M\_LDPE} = 8.7$$

**Para X.**

$$X_{M\_LDPE} = 11.2 + 12.2 + 9$$

$$X_{M\_LDPE} = 32.4/3$$

$$X_{M\_LDPE} = 10.8$$

**Para Z.**

$$Z_{M\_LDPE} = 12.1 + 13.4 + 10.7$$

$$Z_{M\_LDPE} = 36.2/3$$

$$Z_{M\_LDPE} = 12.06$$

**Sumatoria**

$$\Sigma_{(Y,X,Z)} = 8.7 + 10.8 + 12.06$$

$$\Sigma_{(Y,X,Z)} = 31.56$$

**Para fracción de y.**

$$y_{M\_LDPE} = Y_{M\_LDPE} / \Sigma_{(Y,X,Z)}$$

$$y_{M\_LDPE} = 8.7 / 31.56$$

$$y_{M\_LDPE} = 0.27$$

**Para fracción de x.**

$$x_{M\_LDPE} = X_{M\_LDPE} / \Sigma_{(Y,X,Z)}$$

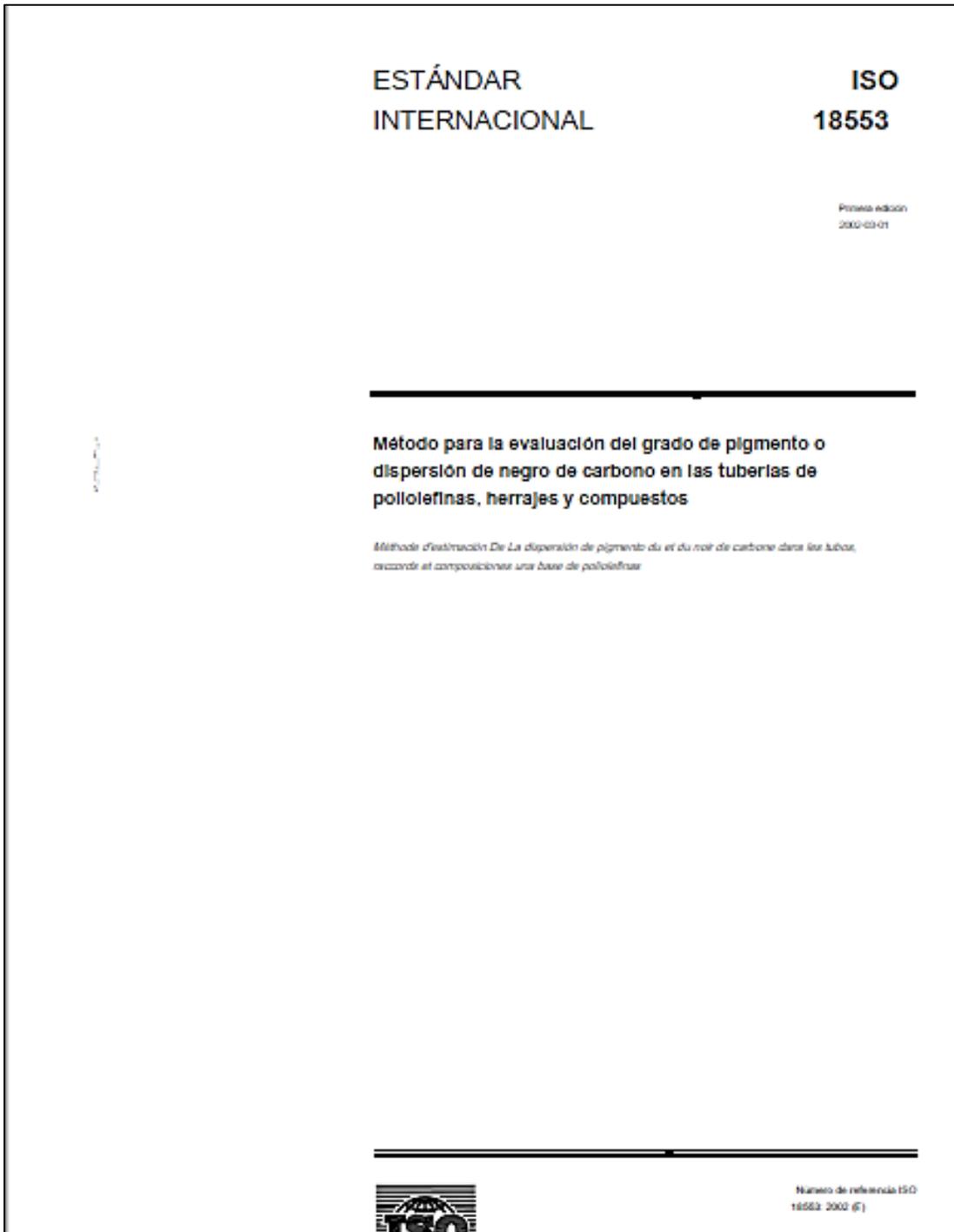
$$x_{M\_LDPE} = 10.8 / 31.56$$

$$x_{M\_LDPE} = 0.34$$



**B 6. Examen de calificación de apariencia.**

Dado que este examen de calificación de apariencia se encuentra descrito en la norma ISO 18553 literal **4.2.2 EXAMEN DE CALIFICACION DE APARIENCIA** junto al **Anexo B** se adjuntará la norma descrita.



## Introducción

productos termoplásticos fabricados para sistemas de tuberías son de color normalmente. se utilizan normalmente fina de carbono partículas negras o pigmentos coloreados. Estos se incorporan normalmente en la materia prima antes de cualquiera de extrusión de tubo o moldeo por inyección de accesorios de tubería. El propósito de colorante es para permitir la identificación de la tubería en el servicio y también, en el caso de negro de carbón, para actuar como protección del polímero de la degradación por luz ultravioleta si el producto se almacena externamente o se utiliza para el servicio externo. Es importante que las partículas de negro de carbono o de pigmentos se dispersan correctamente en el polímero, y por lo tanto el producto final, para asegurar que las, propiedades de protección mecánicas y superficiales físicas se mantienen.

Este método proporciona procedimientos para evaluar el grado de dispersión por medida física del tamaño de las partículas dispersadas y aritméticamente la clasificación de la distribución del tamaño de partícula. También proporciona fotografías para la comparación con imágenes microscópicas de muestras tomadas a partir del compuesto de materia prima o de los productos a fin de juzgar subjetivamente la aceptabilidad de dispersión de negro de carbono o pigmento.

Un límite recomendado de clasificación de partículas / tamaño de aglomerado y una lista de las fotografías de anexo B para una calificación aceptable de apariencia se da en el anexo D.

Se hace notar que este método reemplaza y se funde previamente publicado métodos individuales para la evaluación de negro de carbón y la dispersión de pigmento (véase el prefacio).

#### 4.2.2 Examen de calificación de la apariencia

Si se requiere una calificación de la apariencia, examinar cada espécimen a su vez, a través del microscopio (3.1.1) bajo luz transmitida con un aumento de al menos  $\times 70$ . Tenga en cuenta la aparición de cada muestra en comparación con las microfotografías (véase el anexo B).

### 5 Expresión de los resultados

#### 5.1 La clasificación de las partículas y tamaño de aglomerado

Usando la Tabla A.1, determinar el grado del tamaño de partícula / aglomerado más alto para cada muestra. Calcular la media aritmética de los seis grados obtenidos y expresar el resultado a un solo punto decimal, redondeado al siguiente valor más alto (ver los ejemplos dados en el anexo C).

#### 5.2 Clasificación de la apariencia

Obsérvese el aspecto de cada muestra y el aspecto dominante global del conjunto de muestras.

**anexo B**  
**(normativo)**

**Las fotomicrografías para la evaluación de la apariencia de la dispersión**



**A1**



**A2**



**A3**

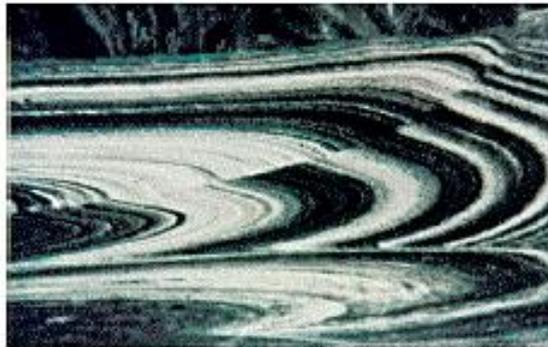


Fig. 10



C1

C2





## **B7. RESISTENCIA QUIMICA**

**Pruebas basadas en la norma ASTM D 543 – 95 e ISO 175 para seleccionar las sustancias para la prueba.**

**NOTICE: This standard has either been superseded and replaced by a new version or discontinued. Contact ASTM International (www.astm.org) for the latest information.**



Designation: D 543 – 95

An American National Standard

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS  
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19380  
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

## Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical Reagents<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation D 543; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscripted epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope

1.1 These practices cover the evaluation of all plastic materials including cast, hot-molded, cold-molded, laminated resinous products, and sheet materials for resistance to chemical reagents. These practices include provisions for reporting changes in weight, dimensions, appearance, and strength properties. Standard reagents are specified to establish results on a comparable basis. Provisions are made for various exposure times, stress conditions, and exposure to reagents at elevated temperatures. The type of conditioning (immersion or wet patch) depends upon the end-use of the material. If used as a container or transfer line, specimens should be immersed. If the material will only see short exposures or will be used in close proximity and reagent may splash or spill on the material, the wet patch method of applying reagent should be used.

**NOTE:** 1—These practices are related to ISO 175. Method B is similar to ISO 4599-1986(E). An ISO standard is under development that requires specific procedures for reporting the change in mechanical properties after chemical exposure.

1.2 The effect of chemical reagents on other properties shall be determined by making measurements on standard specimens for such tests before and after immersion or stress, or both, if so tested.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.* Specific hazards statements are given in Section 7.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

D 13 Specification for Spirits of Turpentine<sup>2</sup>

D 396 Specification for Fuel Oils<sup>3</sup>

D 618 Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing<sup>4</sup>

D 883 Terminology Relating to Plastics<sup>4</sup>

D 1040 Specification for Uninhibited Mineral Insulating Oil for Use in Transformers and in Oil Circuit Breakers<sup>5</sup>

D 1898 Practice for Sampling of Plastics<sup>4</sup>

E 177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods<sup>6</sup>

#### 2.2 Military Specifications:<sup>7</sup>

MIL-A-11755 Antifreeze, Artic-Type

MIL-A-46153 Antifreeze, Ethylene Glycol, Inhibited, Heavy Duty, Single Package

MIL-C-372 Cleaning Compound, Solvent (For Bore of Small Arms and Automatic Aircraft Weapons)

MIL-D-12468 Decontaminating Agent, STB

MIL-D-50030 Decontaminating Agent, DS2

MIL-F-46162 Fuel, Diesel, Referee Grade

MIL-G-5572 Gasoline, Aviation, Grades 80/87, 100/130, 115/145

MIL-H-5606 Hydraulic Fluid, Petroleum Base, Aircraft, Missiles, and Ordinance

MIL-H-6083 Hydraulic Fluid, Petroleum Base, for Preservation and Operation

MIL-H-83283 Hydraulic Fluid, Fire Resistant, Synthetic Hydrocarbon Base, Aircraft

MIL-L-7808 Lubricating Oil, Aircraft Turbine Engine, Synthetic Base, NATO Code Number 0-148

MIL-L-14107 Lubricating Oil, Weapons, Low Temperature

MIL-L-23699 Lubricating Oil, Aircraft Turbine Engines, Synthetic Base

MIL-L-46000 Lubricant, Semi-Fluid (Automatic Weapons)

MIL-T-5624 Turbine Fuel, Aviation, Grades JP-4 and JP-5

MIL-T-83133 Turbine Fuel, Aviation, Kerosene Type, Grade JP-8

#### 2.3 U.S. Army Regulation:<sup>7</sup>

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-20 on Plastics and is the direct responsibility of Subcommittee D20.50 on Permanence Properties. Current edition approved Oct. 10, 1995. Published December 1995. Originally published as D 543 – 39 T. Last previous edition D 543 – 87.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.03.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 05.01.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

<sup>5</sup> Discontinued. See 1980 Annual Book of ASTM Standards, Part 40.

<sup>6</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

<sup>7</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPODS.

Marzo 2011

### TÍTULO

Plásticos

**Métodos de ensayo para la determinación de los efectos de la inmersión en productos químicos líquidos**

(ISO 175:2010)

*Plastics. Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals. (ISO 175:2010).*

*Plastiques. Méthodes d'essai pour la détermination des effets de l'immersion dans des produits chimiques liquides. (ISO 175:2010).*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 175:2010, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 175:2010.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN ISO 175:2001.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 53 Plásticos y caucho, cuya Secretaría desamplaña ANAIP-COFACO.

## EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN ISO 175

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 14309/2011

© AENOR 2011  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

27 Páginas

**Grupo 18**

## B7. Resistencia química.

Las siguientes imágenes describen la prueba realizada para las diferentes sustancias:

*Anexo B 7. Descripción de la prueba de Resistencia Química*

### DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA QUÍMICA

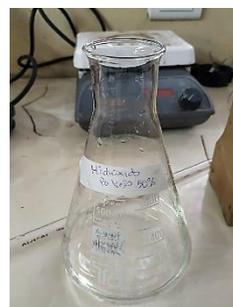
**Fragmentos de HDPE**



**Fragmentos de HDPE**



**Solución de KOH al 50%**



**Solución de NaOH al 50%**



**Pipeteador – Pipeta 10 ml**



**Fragmentos en tubos de ensayos**



**Fragmentos + HCl**



**Fragmentos + HNO3**



**Fragmentos + KOH**



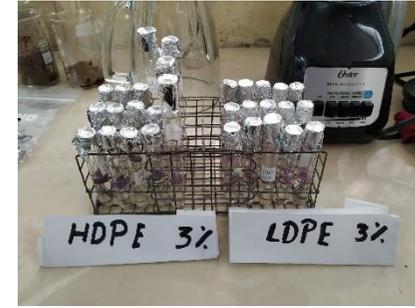
**Fragmentos + NaOH**



**Fragmentos + Acetona**



**TOTAL DE MUESTRAS**



*Elaborado por: Mauro Acosta y Katiuska Pincay*

**B 8. Cálculos para determinar los costos de producción para la elaboración del Masterbatch de Polietileno de alta y baja densidad seleccionado.**

Los costos realizados a continuación están realizados de acuerdo con las Muestras Optimas (Vehículo: 50%, Pigmento: 25%, Aditivos: 25%).

**Cálculos para costo de materia prima.**

Vehículo (V) = Polietileno de alta y baja densidad).

Datos:

Precio = \$ 1,70 / 1Kg de HDPE y LDPE

$$V = \frac{1,70 \times 40}{1000}$$

$$V = 0,068 \$$$

Pigmento (P) = Cochinilla (*Dactylopius coccus*).

Datos:

Precio = \$ 120 / 250 g Cochinilla (*Dactylopius coccus*)

$$P = \frac{120 \times 20}{1000}$$

$$P = 7,68 \$$$

Carbonato de calcio – CaCO<sub>3</sub> (C)

Datos:

Precio = \$ 5 / 1 kg CaCO<sub>3</sub>

$$C = \frac{5 \times 6}{1000}$$

$$C = 0,03 \$$$

Estearato de Magnesio (E)

Datos:

Precio = \$ 15 / 1 kg Estearato de Magnesio

$$E = \frac{15 \times 6}{1000}$$

$$E = 0,09 \$$$

Cera PE 520 - LicoWax (Ce)

Datos:

Precio = \$ 7 / 100 g Cera PE 520

$$Ce = \frac{7 \times 4}{100}$$

$$Ce = 0,28 \$$$

Dióxido de Titanio (D)

Datos:

Precio = \$ 24 / 1 kg Dióxido de Titanio

$$D = \frac{24 \times 4}{1000}$$

$$D = 4 \$$$

Costo de mano de obra.

Para 160 h se establece un costo de \$400 en el medio laboral.

Tiempo de mezclada y extrusión.

$$20 \text{ min} \cong 0,33 \text{ h}$$

Tiempo de obtención de masterbatch (toma en cuenta los valores del índice de fluidez)

Para MB\_HDPE (3,42 g / 10 min)

$$MB_{HDPE} = \frac{80 \text{ g} \times 10 \text{ min}}{3,42 \text{ g}}$$

$$MB_{HDPE} = 233,91 \text{ min} \cong 3,83 \text{ h}$$

Para MB\_LDPE (4,21 g / 10 min)

$$MB_{LDPE} = \frac{80 \text{ g} \times 10 \text{ min}}{4,21 \text{ g}}$$

$$MB_{LDPE} = 190,02 \text{ min} \cong 3,17 \text{ h}$$

Mano de obra (MO)

HDPE

Tiempo de mano de obra = 3,83 + 0,33 = 4,16 h

$$MO_{HDPE} = \frac{4,16 \times 400}{160}$$

$$MO_{HDPE} = 10,40$$

LDPE

Tiempo de mano de obra = 3,17 + 0,33 = 3,50 h

$$MO_{LDPE} = \frac{3,50 \times 400}{160}$$

$$MO_{LDPE} = 8,75$$

Costo por muestra

Para cada muestra tiene un costo de \$200.

<b>Costos para la obtención 80 g de masterbatch</b>		
	<b>Masterbatch</b>	
	<b>HDPE</b>	<b>LDPE</b>
<b>Materia prima (\$)</b>	8,24	8,24
<b>Mano de obra (\$)</b>	10,4	9,55
<b>Máquina (\$)</b>	200	200
<b>Total</b>	218,64	217,79
<b>(\$/g)</b>	<b>2,73</b>	<b>2,72</b>

**FICHA TECNICA DE LOS COMPONENTES PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE FORMULACIÓN.**

*Anexo B 8.1. Ficha técnica del ácido carmínico al 50% – cochinilla (Dactylopius coccus)*

**CARMINIC ACID 50%**  
**ACAR.AT.50**

**Product Information**

<b>Description</b>	IMBAREX Carminic Acid is a dark reddish-brown colored powder produced from the cochineal. It is obtained by a solvent extraction of the carminic acid, followed by a process of elimination of proteins, a crystallization process and a final spray drying. It provides an intense colored solution that can go from orange to red.
<b>Solubility</b>	Soluble in aqueous solutions in all pH range.
<b>Application and Appearance in Food</b>	Juices, soft drinks, jams, desserts / pastries and other food products in aqueous phase. Orange to red hue in the final product, depending on the pH. on the food product and amount used. Soluble in the whole range of pH to use especially in low pH products.
<b>Directions for use</b>	Dilute using smooth water only at room temperature. Use constant agitation when adding powder.
<b>Storage</b>	Store in a cool (15°C - 25°C), dry and ventilated area in its proper container tightly sealed.
<b>Shelf life</b>	If the product is stored under these conditions, it will maintain its properties up to 2 year from the date of manufacture.
<b>Packaging</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Available in 5, 20 and 25 kg Plastic bags</li><li>• Available inside PE drums or cardboard boxes.</li></ul>

**CARMINIC ACID 50%**  
**ACAR.AT.50**

**Product Information**

**Approvals  
and Labeling**

The color is in full compliance with the specifications for identity and purity given by the JECFA, with the EU Regulation 231/2012/EC, with later amendments for E120, and with existing legislation described in 21 CFR 73.100.

The product itself is not a GMO and no GMO ingredient is contained in it or used during its production process. No GM labeling on the final food product is required.

**Specifications**

Carminic Acid % (FCCII)	> 50.0%
Moisture	< 10.0
pH (1% in aqueous solution)	< 10.0
Density	0.30 – 0.45 Kg/L

**Microbiology**

Total Viable Count	< 1000 cfu / g
Total Yeasts	< 100 cfu / g
Total Moulds	< 100 cfu / g
Salmonella	Absent in 25 g
E. coli Numeration	< 3 MPN / g

**Heavy Metals**

Arsenic	<	1	ppm
Lead	<	2	ppm
Mercury	<	1	ppm
Cadmium	<	1	ppm
Total Heavy Metals	<	10	ppm

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

### 1. Identificación del Producto

**Nombre del Producto:** ACIDO CARMINICO 50%  
**Código de Producto :** ACAR.AT.50  
**Contenido de Acido Carminico (FCCIII):** >50.0 %  
**E Number:** E120

**Uso recomendado del producto químico :** Aditivo alimentario ,cosmetico

**Restricciones de uso:** No se identificó ninguna

**Datos de fabricante/proveedor:**

Fabricante / Proveedor: Imbarex S.A.  
Calle 6 Gallos Mz E Lote 12 – Las Praderas de Lurin –Lima 16 - Perú  
**Telf.:** +51 (1) 719-4666 **Fax:** +51 (1) 717-1052  
**e-mail:** [info@imbarex.com](mailto:info@imbarex.com) ; [sales@imbarex.com](mailto:sales@imbarex.com)

**Numero de emergencia :**

Teléfono: +51 (1) 719-4666 (atencion en horario de oficina:9:00am - 6:30pm)

### 2. Identificación de Peligro

**Clasificación de la sustancia o mezcla:**  
No es considerado un material peligroso.

### 3. Composición / Información de ingredientes

<b>PRODUCTO</b>	<b>CAS #</b>
Extracto de ácido Carminico	1260-17-9
Carrier*	-

\*El carrier puede variar a pedido del cliente. Los comunmente utilizados son: Maltodextrina de Maiz, Maltodextrina de Papa,, Dextrosa, Cloruro de Sodio

### 4. Medidas de Primeros Auxilios

**Por inhalacion :**

Si respira con dificultad, transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Solicitar atención médica en el caso de que los síntomas persistan.

**Por contacto con la piel:**

Se recomienda en caso de contacto con la piel quitar la ropa y zapatos contaminados ,aclarar la piel con agua y jabon ,en caso de afeccion importante acudir al medico.

**Por contacto con los ojos:**

Enjuagar los ojos con abundante agua al menos durante 15 minutos. En el caso de que el afectado use lentes de contacto, estas deben retirarse siempre que no esten pegadas a lso ojos,caso contrario podrianproducir un daño adicional,despues del lavado ,se debe acudir al medico lo mas pronto posible con la HDS del producto.

**Por ingestion:**

No inducir al vómito.Mantener al afectado en reposo. Enjuagar la boca y la garganta, ya que existe la posibilidad de que hayan sido afectadas en la ingestión, en caso de afeccion importante acudir al medico.

**Principales síntomas y efectos, agudos y retardados:**

No hay síntomas ni efectos retardados

Calle 06 Gallos Mz. E – Lte.12 – Praderas de Lurin - Lurin

**Telf.:** +51 (1) 719-4666**Fax:** +51 (1) 717-1052

**e-mail:** [info@imbarex.com](mailto:info@imbarex.com) **Página Web:** [www.imbarex.com](http://www.imbarex.com)

**Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente:**  
No relevante

#### 5. Medidas contra incendios

**Medios de extinción:**

En caso de incendio, utilizar cualquier medio apropiado para extinguir el fuego circundante: dióxido de carbono, polvo seco, espuma, etc.

**Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla:**

Como consecuencia de la combustión o descomposición térmica se generan subproductos de reacción (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>,...) que pueden resultar tóxicos.

**Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios:**

En función de la magnitud del incendio puede hacerse necesario el uso de ropa protectora completa y equipo de respiración.

#### 6. Medidas en caso de derrames y fugas accidentales

**Precauciones al Personal:** Usar ropa protectora, evacuar la zona y mantener a las personas sin protección alejadas.

**Precauciones al Ambiente:** No es un producto peligroso para el medio ambiente, sin embargo es preciso evitar su vertido.

**Métodos de limpieza:**

Recoger mecánicamente.

#### 7. Manipuleo y Almacenamiento.

**Manipuleo:** Mantenga el recipiente correctamente cerrado para su manipulación.

Se recomienda trasvasar a velocidades lentas en caso de ser necesario, para evitar su derrame. Use ropa protectora.

**Almacenamiento:** Almacenar en un lugar fresco (15°C - 25°C), seco y ventilado. El contenedor debe mantenerse apropiadamente cerrado.

#### 8. Controles de Exposición y Protección Personal

Como medida de prevención se recomienda la utilización de equipos de protección individual básicos, En caso de exposición use ropa protectora

Gafas de seguridad

Bata de laboratorio

Respirador para polvo

Guantes impermeables.

#### 9. Propiedades físicas y químicas

Estado físico y aspecto: Polvo

Color: Anarajado claro

Olor: Característico.

Peso específico: 0.30 – 0.45 Kg/L

Solubilidad: soluble en agua

pH(1%): < 10 ( en solución acuosa)

#### 10. Estabilidad y Reactividad

**Reactividad :** Estable bajo condiciones normales de almacenamiento y manipulación.

**Estabilidad:** Estable químicamente bajo las condiciones indicadas de almacenamiento, manipulación y uso.

**Posibilidad de reacciones peligrosas:** Bajo las condiciones indicadas no se esperan reacciones peligrosas.

**Productos de descomposición peligrosos:** Dióxido de carbono y monóxido de carbono pueden formarse cuando es calentado hasta la descomposición.  
**Materiales incompatibles:** No aplica

### 11. Información Toxicológica

**Corrosividad :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.  
**Sensibilización :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.  
**Mutagenicidad :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.  
**Carcinogénesis :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.  
**Tóxico para la reproducción :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.  
**Toxicidad específica en determinados :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. órganos-exposición unica  
**Toxicidad específica en determinados :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación. órganos-exposición repetida  
**Peligro de aspiración :** A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

### 12. Información Ecológica

**Toxicidad:** No determinado  
**Persistencia y degradabilidad:** No disponible  
**Potencial de bioacumulación:** No determinado  
**Movilidad en el suelo:** No determinado  
**Otros efectos adversos:** No descritos

### 13. Consideraciones de Eliminación

La descarga, tratamiento o eliminación debe estar sujeto a las leyes locales. Consultar a las autoridades locales o regionales.

### 14. Información de Transporte

No está clasificado como material peligroso.

### 15. Información Regulatoria

Reglamentación y legislación : Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales en materia de seguridad, salud y medio ambiente

### 16. Información Adicional

**Fuente de los datos utilizados :**

REGLAMENTO (CE) No 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/ 548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006

Este producto cumple con todas las regulaciones requeridas de la FDA y USDA. Las recomendaciones se hacen sin garantía. Los datos técnicos sobre el uso de este producto se dan en base a nuestra experiencia más reciente, sin obligación. El usuario final es responsable de usar este producto a fin de cumplir con el USDA y regulaciones de la FDA.



## Polietileno de Alta Densidad HDI0861U1

### Descripción:

La resina HDI0861U1 es un polietileno de alta densidad con una distribución de peso molecular estrecha. Las partes fabricadas con este material reciben un acabado con superficie brillante y tiene buena resistencia al impacto y rigidez.

### Aplicaciones:

Específicamente para cajas, bandejas, totes industriales, contenedores de plástico, cubetas.

### Proceso:

Moldeo por inyección.

### Propiedades de Control:

	Método	Unidades	Valores
Índice de fluidez (190°C/2.16Kq)	D 1238E	g/10 min	8.50
Densidad	D 4883	g/cm <sup>3</sup>	0.961

### Propiedades Típicas<sup>1</sup>:

	Método	Unidades	Valores
Resistencia a la tensión en el punto de fluencia	D 638	MPa	32.4
Elongación en el punto de rotura	D 638	%	>800
Módulo de flexión, método tangente	D 790	MPa	1,662
Resistencia al impacto Izod	D 256	J/m	53
Dureza Shore D	D 2240	-	65
Temperatura de ablandamiento VICAT	D 1525	°C	128
Temperatura de fragilidad	D 746	°C	<-75
Temperatura de deflexión @ 66 psi	D 648	°C	87
ESCR <sup>2</sup>	D 1693	h	5

<sup>1</sup> Las propiedades típicas varían dentro de los límites de especificación. Valores basados en el grado INEOS 790-000.

<sup>2</sup> Condición B, 100%.

### Observaciones finales:

1. La información de este documento se suministra de buena fe e indica valores típicos obtenidos en nuestras laboratorios y no debe ser considerada como absoluta ni constituye ninguna garantía. Solo las propiedades y valores que constan en el certificado de calidad constituyen la garantía del producto.
2. En algunas aplicaciones, Braskem IDESA ha desarrollado resinas a medida para cumplir requisitos específicos.
3. En caso de dudas sobre el uso o para decidir otras aplicaciones, contactar al área de servicios técnicos de Braskem IDESA [serviciotecnico@braskem.com](mailto:serviciotecnico@braskem.com).
4. Para obtener información acerca de seguridad, manipulación, protección individual, primeros auxilios y eliminación de residuos, consultar la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) o contactar al área de seguridad de Braskem IDESA [product.safety@braskem.com](mailto:product.safety@braskem.com). Registro CAS Nº: 25211-02-6.
5. Los valores que constan en este documento pueden cambiar sin previa comunicación de Braskem IDESA.
6. Braskem IDESA no recomienda el uso de este producto para la fabricación de envases, piezas o cualquier otro tipo de producto usado para almacenar o estar en contacto con soluciones pesadas, o que tengan contacto con el interior del cuerpo humano.
7. Esta resina no contiene la sustancia Bisfenol A (BPA, CAS#80-05-7) en su composición.
8. El contenido de esta ficha cancela la versión preliminar de este producto.

## Ficha Técnica: LLDPE 218/21



### Descripción:

El LL218/21 es un PELDB basado en buteno producido por el proceso Spherilene®. Las películas obtenidas con este producto tienen buen equilibrio entre propiedades ópticas y mecánicas y procesabilidad, además de muy bajo nivel de gel.

### Aditivos:

Antibloqueo, en proporción intermedia  
Deslizante, en proporción intermedia.

### Aplicaciones:

Forros (*liners*), mezclas con PEBD y PEAD, envases de uso general; rollos técnicos para empaque automático.

### Proceso:

Extrusión de películas tubulares

### Propiedades de control:

	Método ASTM	Unidad	Valor
Índice de fluidez (190/2,16)	D 1238	g/10 min	2,0
Densidad	D 792	g/cm <sup>3</sup>	0,917

### Propiedades típicas:

Propiedades de referencia de la película soplada<sup>(a)</sup>

	Método ASTM	Unidad	Valor
Tensión de rotura (DM/DT)	D 882	MPa	30/30
Elongación máxima	D 882	%	1140/1440
Módulo Secante a 1% (DM/DT)	D 790	MPa	200/220
Resistencia al impacto por caída de dardo	D 1709	g/F50	100
Resistencia al rasgado Elmendorf (DM/DT)	D 1922	gF	140/340
Opacidad	D 1003	%	56
Brillo a 60°	D 2457	%	24

(a) Película de 38 µm de espesor, obtenida en extrusora de 40 mm, con relación de soplado de 2,2:1 (DM = dirección de extrusión y DT = dirección transversal a la extrusión).

Dirección:  
Lomas de Urdesa, Cda. El Fortón Mz. 5 V. 8  
Guayaquil - Ecuador

Contacto:  
Email: [ventas@dicterecuador.com](mailto:ventas@dicterecuador.com)  
Teléfonos: (04) 2888091 / (04) 2388487  
0997139494

	<b>FICHA TÉCNICA</b>	Código: GT-F-40
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2014
Número de Revisión: 001		Declaración de Fecha de Revisión: 05/01/2019
<b>TÍTULO: CARBONATO DE CALCIO USP</b>		

### 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

**Nombre químico:** Carbonato de calcio

**Otros nombres:** Carbonato cálcico, sal de calcio del ácido carbónico.

**Fórmula Química o Componentes:** CaCO<sub>3</sub>

**CAS:** 471-34-1

**UN:** N.A.

**Calidad:** USP

**Descripción:** Polvo fino, micro cristalino blanco o incoloro, es estable en el aire, y es prácticamente insoluble en agua y en alcohol. La presencia de cualquier sal de amonio o dióxido de carbono aumenta su solubilidad en agua, pero la presencia de cualquier hidróxido alcalino reduce la solubilidad.

**Vencimiento:** 10 años.

### 2. APLICACIONES GENERALES

Por su alta pureza y calidad, requisitos exigidos por la USP, este producto es ampliamente usado en la industria alimenticia para fabricar aditivos y en la industria farmacéutica para la fabricación de medicamentos de consumo humano.

### 3. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

**Sustancias incompatibles:** Reacciona con ácidos para liberar dióxido de carbono. Evitar el contacto con el fluor. También incompatible con sales de aluminio y amonio.

Parámetro	Unidad	Especificación
Carbonato de calcio	%	98,0 MÍN.
Arsénico (As)	ppm	3,00 Máx.
Bario (Ba)	---	No coloración verde
Hierro (Fe)	%	0,10 Máx.
Flúor (F)	%	0,005 Máx.
Magnesio (Mg) y sales alcalinas	%	1,00 Máx.
Mercurio (Hg)	ug/g	0,50 Máx.
Metales pesados	ppm	20,0 Máx.
Plomo (Pb)	ppm	3,00 Máx.
Insolubles en HCl	%	0,20 Máx.
Corte superior (D98%)	µm	15,0 Máx.
Díámetro medio (D50%)	µm	2,40 – 2,80
Retenido en 45 µm (R325)	%	0,02 Máx.
Blancura (RY)	---	93,0 MÍN.
Densidad floja	g/mL	0,38 – 0,40
Humedad	%	0,20 Máx.
pH (suspensión al 20%)	---	8,00 – 10,0
Coliformes E.coli	ufc/mL	Ausente
Aerobios	ufc/mL	100 Máx.
Hongos y levaduras	ufc/mL	50 Máx.

### 4. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y PRECAUCIONES

**Condiciones de almacenamiento:** Mantener los recipientes bien cerrados. Almacenar en un lugar fresco, seco y fuera del alcance de los rayos del sol.

**Precauciones:** Evitar materiales incompatibles.

**Nota:** El uso final del producto es responsabilidad directa del cliente, la información consignada en este documento es sólo de carácter ilustrativo y fue tomada de distintas fuentes bibliográficas por nuestro departamento técnico. Estos datos no representan responsabilidad legal alguna y no eximen al comprador de hacer sus propios análisis e investigaciones.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 1 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

#### SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA.

##### 1.1 Identificador del producto.

Nombre del producto:	Magnesio estearato
Código del producto:	92660
Nombre químico:	Ácidos grasos, C16-18, sales de magnesio
N. CAS:	91031-83-9
N. CE:	292-967-2

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia y usos desaconsejados.

Materia prima para industria química.

##### Usos desaconsejados:

Usos distintos a los aconsejados.

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad.

Empresa:	<b>GUINAMA</b>
Dirección:	C/ Praga, s/n. P.I. Gutenberg
Población:	46185 La Pobla de Vallbona
Provincia:	Valencia
Teléfono:	+34961869090 / 902119816
Fax:	+34961850352
E-mail:	ventas@guinama.com
Web:	www.guinama.com

1.4 Teléfono de emergencia: +34961869090 / 902119816 (Sólo disponible en horario de oficina; Lunes-Viernes; 08:00-18:00)

#### SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

##### 2.1 Clasificación de la sustancia.

El producto no está clasificado como peligroso según el Reglamento (EU) No 1272/2008.

##### 2.2 Elementos de la etiqueta.

Este producto no está clasificado como peligroso según el Reglamento CE 1272/2008.

Contiene:

Ácidos grasos, C16-18, sales de magnesio

##### 2.3 Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

#### SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

##### 3.1 Sustancias.

Nombre químico:	Ácidos grasos, C16-18, sales de magnesio
N. CAS:	91031-83-9
N. CE:	292-967-2

##### 3.2 Mezclas.

No Aplicable.

#### SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS.

##### 4.1 Descripción de los primeros auxilios.

Debido a la composición y a la tipología de las sustancias presentes en el preparado, no se necesitan advertencias particulares.

##### Inhalación.

-Continúa en la página siguiente.-

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 2 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

Situar al accidentado al aire libre, mantenerlo caliente y en reposo, si la respiración es irregular o se detiene, practicar respiración artificial.

#### **Contacto con los ojos.**

Retirar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil de hacer. Lavar abundantemente los ojos con agua limpia y fresca durante, por lo menos, 10 minutos, tirando hacia arriba de los párpados y buscar asistencia médica. No permita que la persona se frote el ojo afectado.

#### **Contacto con la piel.**

Quitar la ropa contaminada.

#### **Ingestión.**

Mantenerlo en reposo. NUNCA provocar el vómito.

#### **4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados.**

No se conocen efectos agudos o retardados derivados de la exposición al producto.

#### **4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.**

En los casos de duda, o cuando persistan los síntomas de malestar, solicitar atención médica. No administrar nunca nada por vía oral a personas que se encuentren inconscientes.

## SECCIÓN 5: MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.

#### **5.1 Medios de extinción.**

##### **Medios de extinción apropiados:**

Pólvor extintor o CO2. En caso de incendios más graves también espuma resistente al alcohol y agua pulverizada.

##### **Medios de extinción no apropiados:**

No usar para la extinción chorro directo de agua. En presencia de tensión eléctrica no es aceptable utilizar agua o espuma como medio de extinción.

#### **5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia.**

##### **Riesgos especiales.**

El fuego puede producir un espeso humo negro. Como consecuencia de la descomposición térmica, pueden formarse productos peligrosos: monóxido de carbono, dióxido de carbono. La exposición a los productos de combustión o descomposición puede ser perjudicial para la salud.

#### **5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios.**

Refrigerar con agua los tanques, sistemas o recipientes próximos a la fuente de calor o fuego. Tener en cuenta la dirección del viento.

#### **Equipo de protección contra incendios.**

Según la magnitud del incendio, puede ser necesario el uso de trajes de protección contra el calor, equipo respiratorio autónomo, guantes, gafas protectoras o máscaras faciales y botas.

## SECCIÓN 6: MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL.

#### **6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia.**

Para control de exposición y medidas de protección individual, ver sección 8.

#### **6.2 Precauciones relativas al medio ambiente.**

Producto no clasificado como peligroso para el medio ambiente, evitar en la medida de lo posible cualquier vertido.

#### **6.3 Métodos y material de contención y de limpieza.**

La zona contaminada debe limpiarse inmediatamente con un descontaminante adecuado. Echar el descontaminante a los restos y dejarlo durante varios días hasta que no se produzca reacción, en un envase sin cerrar.

#### **6.4 Referencia a otras secciones.**

Para control de exposición y medidas de protección individual, ver sección 8.

Para la eliminación de los residuos, seguir las recomendaciones de la sección 13.

-Continúa en la página siguiente.-

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 3 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

#### SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

##### 7.1 Precauciones para una manipulación segura.

El producto no requiere medidas especiales de manipulación, se recomiendan las siguientes medidas generales:

Para la protección personal, ver sección 8. No emplear nunca presión para vaciar los envases, no son recipientes resistentes a la presión.

En la zona de aplicación debe estar prohibido fumar, comer y beber.

Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo.

Conservar el producto en envases de un material idéntico al original.

##### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades.

El producto no requiere medidas especiales de almacenamiento.

Como condiciones generales de almacenamiento se deben evitar fuentes de calor, radiaciones, electricidad y el contacto con alimentos.

Mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales fuertemente ácidos o alcalinos.

Almacenar los envases entre 5 y 35 °C, en un lugar seco y bien ventilado.

Almacenar según la legislación local. Observar las indicaciones de la etiqueta.

El producto no se encuentra afectado por la Directiva 2012/18/UE (SEVESO III).

##### 7.3 Usos específicos finales.

No disponible.

#### SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

##### 8.1 Parámetros de control.

El producto NO contiene sustancias con Valores Límite Ambientales de Exposición Profesional.El producto NO contiene sustancias con Valores Límite Biológicos.

##### 8.2 Controles de la exposición.

##### Medidas de orden técnico:

Proveer una ventilación adecuada, lo cual puede conseguirse mediante una buena extracción-ventilación local y un buen sistema general de extracción.

Concentración:	100 %
Uso:	Materia prima para industria química.
Protección respiratoria:	
Si se cumplen las medidas técnicas recomendadas no es necesario ningún equipo de protección individual.	
Protección de las manos:	
Si el producto se manipula correctamente no es necesario ningún equipo de protección individual.	
Protección de los ojos:	
Si el producto se manipula correctamente no es necesario ningún equipo de protección individual.	
Protección de la piel:	
EPI:	Calzado de trabajo
Características:	Marcaje «CE» Categoría II.
Normas CEN:	EN ISO 13287, EN 20347
Mantenimiento:	Estos artículos se adaptan a la forma del pie del primer usuario. Por este motivo, al igual que por cuestiones de higiene, debe evitarse su reutilización por otra persona.
Observaciones:	El calzado de trabajo para uso profesional es el que incorpore elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, se debe revisar los trabajos para los cuales es apto este calzado.

#### SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

##### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas.

Aspecto:Polvo

Color: Blanco

Olor:N.D./N.A.

Umbral olfativo:N.D./N.A.

-Continúa en la página siguiente.-

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 4 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

pH: N.D./N.A.  
Punto de Fusión: N.D./N.A.  
Punto/intervalo de ebullición: N.D./N.A.  
Punto de inflamación: N.D./N.A.  
Tasa de evaporación: N.D./N.A.  
Inflamabilidad (sólido, gas): N.D./N.A.  
Límite inferior de explosión: 30  
Límite superior de explosión: N.D./N.A.  
Presión de vapor: N.D./N.A.  
Densidad de vapor: N.D./N.A.  
Densidad relativa: 1.03 g/cm<sup>3</sup>  
Solubilidad: N.D./N.A.  
Liposolubilidad: N.D./N.A.  
Hidrosolubilidad: N.D./N.A.  
Coeficiente de reparto (n-octanol/agua): N.D./N.A.  
Temperatura de autoinflamación: N.D./N.A.  
Temperatura de descomposición: N.D./N.A.  
Viscosidad: N.D./N.A.  
Propiedades explosivas: N.D./N.A.  
Propiedades comburentes: N.D./N.A.  
N.D./N.A. = No Disponible/No Aplicable debido a la naturaleza del producto.

#### 9.2 Otros datos.

Punto de Gota: N.D./N.A.  
Centífugo: N.D./N.A.  
Viscosidad cinemática: N.D./N.A.  
N.D./N.A. = No Disponible/No Aplicable debido a la naturaleza del producto.

## SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD.

#### 10.1 Reactividad.

El producto no presenta peligros debido a su reactividad.

#### 10.2 Estabilidad química.

Estable bajo las condiciones de manipulación y almacenamiento recomendadas (ver epígrafe 7).

#### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas.

El producto no presenta posibilidad de reacciones peligrosas.

#### 10.4 Condiciones que deben evitarse.

Evitar cualquier tipo de manipulación incorrecta.

#### 10.5 Materiales incompatibles.

Mantener alejado de agentes oxidantes y de materiales fuertemente alcalinos o ácidos, a fin de evitar reacciones exotérmicas.

#### 10.6 Productos de descomposición peligrosos.

No se descompone si se destina a los usos previstos.

## SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA.

#### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos.

No existen datos disponibles ensayados del producto.  
El contacto repetido o prolongado con el producto, puede causar la eliminación de la grasa de la piel, dando lugar a una dermatitis de contacto no alérgica y a que se absorba el producto a través de la piel.  
Las salpicaduras en los ojos pueden causar irritación y daños reversibles.

##### a) toxicidad aguda;

Datos no concluyentes para la clasificación.

##### b) corrosión o irritación cutánea;

Datos no concluyentes para la clasificación.

-Continúa en la página siguiente.-

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 5 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

c) lesiones oculares graves o irritación ocular;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

d) sensibilización respiratoria o cutánea;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

e) mutagenicidad en células germinales;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

f) carcinogenicidad;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

g) toxicidad para la reproducción;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

h) toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición única;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

i) toxicidad específica en determinados órganos (STOT) - exposición repetida;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

j) peligro por aspiración;  
Datos no concluyentes para la clasificación.

## SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA.

### 12.1 Toxicidad.

No se dispone de información relativa a la Ecotoxicidad.

### 12.2 Persistencia y degradabilidad.

No se dispone de información relativa a la biodegradabilidad.  
No se dispone de información relativa a la degradabilidad.  
No existe información disponible sobre la persistencia y degradabilidad del producto.

### 12.3 Potencial de Bioacumulación.

No se dispone de información relativa a la Bioacumulación.

### 12.4 Movilidad en el suelo.

No existe información disponible sobre la movilidad en el suelo.  
No se debe permitir que el producto pase a las alcantarillas o a cursos de agua.  
Evitar la penetración en el terreno.

### 12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB.

No existe información disponible sobre la valoración PBT y mPmB del producto.

### 12.6 Otros efectos adversos.

No existe información disponible sobre otros efectos adversos para el medio ambiente.

## SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN.

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos.

No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Los residuos y envases vacíos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes.  
Seguir las disposiciones de la Directiva 2008/98/CE respecto a la gestión de residuos.

## SECCIÓN 14: INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE.

No es peligroso en el transporte. En caso de accidente y vertido del producto actuar según el punto 6.

### 14.1 Número ONU.

-Continúa en la página siguiente.-

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 92660-Magnesio estearato

Versión: 3

Fecha de revisión: 12/02/2019



Página 6 de 7

Fecha de impresión: 12/02/2019

No es peligroso en el transporte.

#### 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas.

Descripción:

ADR: No es peligroso en el transporte.

IMDG: No es peligroso en el transporte.

ICAO/IATA: No es peligroso en el transporte.

#### 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte.

No es peligroso en el transporte.

#### 14.4 Grupo de embalaje.

No es peligroso en el transporte.

#### 14.5 Peligros para el medio ambiente.

No es peligroso en el transporte.

#### 14.6 Precauciones particulares para los usuarios.

No es peligroso en el transporte.

#### 14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio MARPOL y del Código IBC.

No es peligroso en el transporte.

### SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA.

#### 15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia.

El producto no está afectado por el Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Clasificación del producto de acuerdo con el Anexo I de la Directiva 2012/18/UE (SEVESO III): N/A

El producto no está afectado por el Reglamento (UE) No 528/2012 relativo a la comercialización y el uso de los biocidas.

El producto no se encuentra afectado por el procedimiento establecido en el Reglamento (UE) No 649/2012, relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos.

#### 15.2 Evaluación de la seguridad química.

No se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química del producto.

### SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN.

Se recomienda utilizar el producto únicamente para los usos contemplados.

Información sobre el Inventario TSCA (Toxic Substances Control Act) USA:

N. CAS	Nombre	Estado
71031-63-9	Ácidos grasos, C16-18, sales de magnesio	

Sistema de calificación de riesgo NFPA 704:



Riesgo - Salud: 0 (Material normal)

Inflamabilidad: 0 (No se quema)

Reactividad: 0 (Estable)

-Continúa en la página siguiente.-



## Ficha de Datos de Seguridad Licowax PE 520 powder

Página 1

Código del material: SXR007948  
Versión: 1 - 5 / MERCOS

Última revisión: 08.12.2007  
Fecha de Impresión: 28.02.2013

### 1. Identificación del producto y de la empresa

Nombre comercial:  
Licowax PE 520 powder

Número del material: 105195

Número del material: 105195

Identificación de la sociedad o empresa:  
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH  
86368 Gersthofen  
Teléfono : +49 6196 757 60

Información de la sustancia o del preparado:  
Division Pigments & Additives  
+49 (0)821 479 2521

Teléfono de emergencia: 00800-5121 5121

### 2. Composición/Información de los componentes

Características químicas:  
Cera de polietileno

No. CAS : 9002-88-4

### 3. Identificación de peligros

Según nuestros conocimientos actuales y partiendo de una manipulación adecuada, el producto no presenta peligros ni para las personas ni para el medio ambiente.  
Respecto a medidas de protección deben observarse los standards mínimos de la Industria química.

### 4. Primeros auxilios

Indicaciones generales:  
Si persisten las molestias, consultar al médico.

En caso de contacto con la piel:  
Tras contacto con el producto fundido, entrar rápidamente con agua fría.  
No arrancar de la piel el producto solidificado.  
Acudir al médico.

En caso de contacto con los ojos:  
Lavar con agua abundante protegiendo el ojo no afectado.

Indicaciones para el médico:

Síntomas:  
Hasta la fecha, no se conocen síntomas.

### 5. Medidas de lucha contra incendios

Código del material: SXR007948  
Versión: 1 - 5 / MERCOS

Última revisión: 08.12.2007  
Fecha de Impresión: 28.02.2013

**Medios de extinción adecuados:**

Niebla de agua  
Espuma  
Polvo extintor  
Dióxido de carbono

**Riesgos especiales particulares que resultan de la exposición al producto en sí, a los productos de combustión o gases producidos:**

No se conocen.

**Equipo de protección para el personal de lucha contra incendios:**

Traje de intervención (chaqueta, pantalones) herméticamente cerrado y casco de protección.

**6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental****Medidas de protección del medio ambiente:**

Evitar que penetre en desagües, cursos de agua o en el suelo.

**Métodos de limpieza/recogida:**

Recoger con medios mecánicos.

**7. Manipulación y almacenamiento****Indicaciones para la manipulación sin peligro:**

Evitar la formación y acumulación de polvo.  
Disponer de aspiración/ventilación adecuada en las máquinas transformadoras.  
Tomar medidas contra cargas electrostáticas.

**Indicaciones para la protección contra incendio y explosión:**

Tener en cuenta las normas generales de protección preventiva contra incendios en instalaciones industriales.  
Evitar la formación de polvo.  
Bajo ciertas condiciones, el producto puede provocar explosiones de polvo.  
Tomar medidas contra las cargas electrostáticas.  
Mantener el producto lejos de fuentes de ignición.

Clase fuego (RFA): B

**8. Límites de exposición y medidas de protección personal****Medidas generales de protección:**

Evitar el contacto de la masa fundida con la piel.

**Medidas de higiene laboral:**

Lavarse las manos antes de los descansos y al terminar el trabajo.  
No comer, beber, fumar o aspirar rapé durante el trabajo.  
Protección preventiva de la piel con pomada protectora.

Código del material: SXR007948  
Versión: 1 - 5 / MERCOSÚltima revisión: 08.12.2007  
Fecha de impresión: 28.02.2013

Protección de las manos:	Guantes de caucho nitrílico Tiempo mínimo hasta la rotura (guantes): no determinado Grosor mínimo del recubrimiento (guantes): no determinado Tener en cuenta las indicaciones del fabricante de guantes relativas a permeabilidad, tiempo hasta la rotura y las condiciones específicas en el lugar de trabajo.
Protección de los ojos :	Gafas protectoras
Protección del cuerpo:	Ropa de trabajo

**9. Propiedades físicas y químicas**

Estado físico:	polvo
Color:	blanco
Olor:	no especificado
Punto de goteo :	aprox. 120 °C Método : ASTM D 3954-94
Punto de inflamación:	aprox. 260 °C Método : NE 22719 (coopa cerrada)
Límite de explosión inferior:	Sin determinar
Límite de explosión superior:	Sin determinar
Presión de vapor:	No aplicable
Densidad:	aprox. 0,93 g/cm <sup>3</sup> (23 °C) Método : ISO 1183
Densidad relativa del vapor (referida al aire):	Sin determinar
Solubilidad en agua:	( 20 °C ) Insoluble.
Solubilidad en:	Sin determinar
Valor pH:	Sin determinar
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (log Pow):	Sin determinar
Viscosidad (dinámica) :	aprox. 650 mPa.s (140 °C) Método : DIN 53018

Código del material: SXR007948  
Versión: 1 - 5 / MERCOSÚltima revisión: 08.12.2007  
Fecha de impresión: 28.02.2013

Cl.combust.polvero (RFA): Sin determinar

**10. Estabilidad y reactividad****Descomposición térmica:**  
Utilizando el producto adecuadamente, no se descompone.**Reacciones peligrosas:**  
En presencia de aire, la acumulación de polvo fino puede provocar explosiones de polvo.**Productos de descomposición peligrosos:**  
No se conocen productos de descomposición peligrosos.**11. Informaciones toxicológicas****Toxicidad oral aguda:** DL50 > 2.000 mg/kg (Rata)**Irritación cutánea:** no irritante**Irritación ocular:** no irritante**Observaciones:**  
Basándose en las experiencias de varios años y en una utilización adecuada, no se conocen efectos adversos causados por el producto.**12. Informaciones ecológicas****Observaciones:**  
El producto no es soluble en agua.  
El producto no es peligroso para peces y bacterias.  
En plantas depuradoras puede ser separado de forma mecánica.**13. Eliminación de residuos****Producto:**  
Observando las normas técnicas correspondientes y después de haber consultado al responsable de la eliminación y a la autoridad competente, el producto puede llevarse a un vertedero para residuos domésticos o incinerarse junto con residuos domésticos. El producto puede ser reciclado.**Envases/embalajes sin limpiar:**  
Envases/embalajes que no pueden ser limpiados deben ser eliminados de la misma forma que el producto contenido.**14. Información relativa al transporte**

**Ficha de Datos de Seguridad**  
**Licowax PE 520 powder**

Página 5

Código del material: SXR007948  
Versión: 1 - 5 / MERCOSÚltima revisión: 08.12.2007  
Fecha de Impresión: 28.02.2013

<b>MERCO</b>	Mercancías no peligrosas
<b>IATA</b>	Mercancías no peligrosas
<b>IMDG</b>	Mercancías no peligrosas

**15. Disposiciones de carácter legal****16. Otras informaciones**

Los datos se basan en el estado actual de nuestros conocimientos con el propósito de describir el producto respecto a sus requerimientos de seguridad. Los datos no deben ser considerados como garantía de una propiedad particular o general. Es responsabilidad del utilizador del producto asegurarse que éste es adecuado para la aplicación prevista y que se emplea en la forma adecuada. No asumimos responsabilidad por cualquier daño causado como consecuencia de la utilización de esta información. En todos los casos se aplicarán nuestras condiciones de venta.

## 2.2 Elementos de la etiqueta

Pictograma:



Palabra de advertencia: ATENCIÓN

Indicaciones de peligro:

H351 - Susceptible de provocar cáncer.

Consejos de prudencia:

P201 - Procurarse las instrucciones antes del uso.

P280 - Usar guantes, ropa y equipo de protección para los ojos y la cara.

P308 + P313 - EN CASO DE exposición demostrada o supuesta: consultar a un médico.

P405 - Guardar bajo llave.

P501 - Eliminar el contenido/ recipiente conforme a la reglamentación nacional/ internacional.

## 2.3 Otros peligros

Ninguna.

## SECCIÓN 3 - COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES

### 3.1 Sustancia

No aplica.

### 3.2 Mezcla

COMPONENTES EN LA MEZCLA	No. CAS	% PESO	CLASIFICACIÓN
Dióxido de Titanio	13463-67-7	80 - 98	Carc. 2; Aquatic Acute 3
Hidróxido de aluminio	21645-51-2	0 - 9	Aquatic Acute 2
Dióxido de Silicio	7631-86-9	0 - 11	Not classified

## SECCIÓN 4 - PRIMEROS AUXILIOS

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

Medidas generales:	Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la ficha de seguridad.
Inhalación:	Traslade a la víctima y procúrese aire limpio. Manténgala en calma. Si no respira, suminístrele respiración artificial. Llame al médico.
Contacto con la piel:	Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua y jabón, durante al menos 15 minutos. Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.
Contacto con los ojos:	Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 15 minutos, y mantenga abiertos los párpados para garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado. Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia. Si tiene lentes de contacto, quítelas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos. Consultar al médico.
Ingestión:	NO INDUZCA EL VÓMITO. Enjuague la boca con agua. Nunca suministre

nada oralmente a una persona inconsciente. Llame al médico. Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración.

#### 4.2 Principales síntomas y efectos, tanto agudos como retardados

**Inhalación:** Puede provocar irritación de la nariz, garganta y pulmones.

**Contacto con la piel:** El contacto con el polvo puede causar irritación mecánica o reseca la piel.

**Contacto con los ojos:** El contacto del polvo con los ojos puede provocar irritación mecánica.

**Ingestión:** nocivo. Puede causar molestias gastrointestinales, náuseas, vómitos.

#### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

Nota al médico: Tratamiento sintomático. Para más información, consulte a un Centro de Intoxicaciones.

## SECCIÓN 5 - MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

### 5.1 Medios de extinción

Usar polvo químico seco, espuma, arena o CO<sub>2</sub>. Utilizar el producto acorde a los materiales de los alrededores. **NO USAR** chorros de agua directos.

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o mezcla

El producto y sus embalajes pueden quemar pero no encienden fácilmente.

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

#### 5.3.1 Instrucciones para extinción de incendio:

Rocíe con agua los embalajes para evitar la ignición si fueron expuestos a calor excesivo o al fuego. Retire los embalajes si aun no fueron alcanzados por las llamas, y puede hacerlo sin riesgo.

Enfríe los embalajes con agua hasta mucho después de que el fuego se haya extinguido, removiendo los restos hasta eliminar los rescoldos.

#### 5.3.2 Protección durante la extinción de incendios:

Utilice equipo autónomo de respiración. La ropa de protección estructural de bomberos provee protección limitada en situaciones de incendio ÚNICAMENTE; puede no ser efectiva en situaciones de derrames.

#### 5.3.3 Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio:

En caso de incendio puede desprender humos y gases irritantes y/o tóxicos, como monóxido de carbono y otras sustancias derivadas de la combustión incompleta.

## SECCIÓN 6 - MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

#### 6.1.1 Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada.

#### 6.1.2 Para el personal de emergencias

Evitar fuentes de ignición. Evacuar al personal hacia un área ventilada. Ventilar inmediatamente, especialmente en zonas bajas donde puedan acumularse los vapores. No permitir la reutilización del producto derramado.

### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Contenga el producto y evite su dispersión al ambiente. Prevenga que el producto llegue a cursos de agua.

**SECCIÓN 9 – PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS****9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Estado físico:	Polvo cristalino.
Color:	Blanco.
Olor:	Inodoro.
Umbral olfativo:	ND
pH:	6 - 7
Punto de fusión / de congelación:	1843°C (3349°F)
Punto / intervalo de ebullición:	3000°C (5432°F)
Tasa de evaporación:	ND
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	ND
Límites de inflamabilidad:	ND
Presión de vapor (20°C):	ND
Densidad de vapor (aire=1):	ND
Densidad (20°C):	3,4 - 4,3 g/cm <sup>3</sup>
Solubilidad (20°C):	Insoluble en agua, álcalis, ácidos diluidos y disolventes orgánicos.
Coef. de reparto (logK <sub>ow</sub> ):	ND
Temperatura de autoignición:	ND
Temperatura de descomposición:	ND
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C):	ND
Constante de Henry (20°C):	ND
Log Koc:	ND
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

**9.2 Información adicional**

Otras propiedades:	Tamaño de partícula primario: ,0.15 - 0.40 µm
--------------------	---

**SECCIÓN 10 – ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD****10.1 Reactividad**

No se espera que se produzcan reacciones o descomposiciones del producto en condiciones normales de almacenamiento. No contiene peróxidos orgánicos. No es corrosivo para los metales. No reacciona con el agua.

## GLOSARIO

**MASTERBATCH.** El masterbatch, conocido cotidianamente como máster o colorante, es una mezcla concentrada de pigmentos o aditivos dispersados dentro de una resina portadora que se presenta en forma de granza. Esta dispersión de pigmento se realiza mediante finísimas partículas incorporadas a un soporte plástico compatible con la resina a colorear.

**HDPE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE).** Polietileno de alta densidad (PEAD).

**LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE).** Polietileno de baja densidad (PEBD).