

**IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EMPAQUES  
BIODEGRADABLES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS CON MAYOR  
POTENCIAL DE DESARROLLO EN COLOMBIA**

**ARNOL ALEJANDRO FERNÁNDEZ GAMBOA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2019**

**IDENTIFICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE EMPAQUES  
BIODEGRADABLES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS CON MAYOR  
POTENCIAL DE DESARROLLO EN COLOMBIA**

**ARNOL ALEJANDRO FERNÁNDEZ GAMBOA**

**Monografía para optar el título de Especialista en  
Gestión ambiental**

**Orientador(a):**

**MONIKA CRISTINA ECHAVARRIA PEDRAZA  
Bióloga/DOCTOR**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2019**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del calificador

Bogotá D.C., marzo 2019

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, a mi hermano Jorge por siempre acompañarme y brindarme su conocimiento durante la elaboración de este documento.

Gracias a la vida por este logro, gracias a todas las demás personas que me apoyaron y estuvieron conmigo durante toda mi carrera universitaria.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>1. GENERALIDADES Y TECNOLOGIAS PARA LA PRODUCCION DE EMPAQUES BIODEGRADABLES</b>	<b>16</b>
1.1 ALMIDÓN	17
1.2 PELÍCULAS A BASE DE PROTEÍNAS	18
1.3 GELATINA Y QUITOSANO	18
1.4 ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)	19
1.5 POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA)	19
1.6 NANOCOMPUESTO	20
1.7 NANO FIBRAS DE CELULOSA	24
1.8 NANOTUBOS DE CARBÓN	24
1.9 TECNOLOGÍAS	28
<b>2. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE EMPAQUES BIODEGRADABLES PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA</b>	<b>31</b>
2.1 GRUPO PHOENIX (MILTIDIMENSIONALES, PLASDECOL, PHOENIX PACKGING CARIBE, ECOPACK)	31
2.2 CARVAJAL EMPAQUES	32
2.3 DARNEL	34
2.4 AMCOR RIGID PLASTIC DE COLOMBIA	35
2.5 GRUPO PLASTILENE	36
2.6 SMI COLOMBIA	37
2.7 ALICO S.A	38
2.8 MICROPLAST	39
2.9 LITOPLAS S.A.	39
2.10 MINIPAK	39
2.11 IBERPLAST S.A.S.	40
2.12 PLASTICEL	41
2.13 PLASTICOS TRUHER S.A.	41
<b>3. MARCO LEGAL Y TRIBUTARIO</b>	<b>43</b>
3.1 DECRETO 2198 DE 2017 (IMPUESTO NACIONAL AL CONSUMO DE BOLSAS PLÁSTICAS) .....	45
3.2 DECRETO 640 DE 2018	47
3.3 RESOLUCIÓN 1407 DE 2018	49

<b>4. TECNOLOGIAS DE EMPAQUES BIODEGRADABLES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS CON MAYOR POTENCIAL DE DESARROLLO</b>	<b>56</b>
4.1 INTEGRACIÓN POR MATRICES	58
4.2 RECUBRIMIENTO	59
4.3 LAMINACIÓN	60
4.4 COEXTRUSIÓN	60
4.5 PRODUCCIÓN NACIONAL DE ALIMENTOS CON ALTO CONTENIDO DE ALMIDÓN	61
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>71</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Preparación de un bio nano compuesto.	21
Figura 2 Camino de una molécula difusiva penetrante	23
Figura 3 Tipos de compuestos derivados de la interacción entre arcillas y polímeros: (a) microcompuesto separado por fases; (b) nanocompuesto intercalado y (c) nanocompuesto exfoliado	24
Figura 4 Modelo de envasado de funciones de alimentos	26
Figura 5 2018 at a Glance	36

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1 Tipos de biopolímeros.	16
Gráfica 2 Publicaciones de investigación sobre envases activos, películas y revestimientos comestibles, envasado en atmósfera modificada (MAP) y entornos	25
Gráfica 3 Diagrama de flujo para la preparación de películas bio nano compuestas activas	28
Gráfica 4 Modelo de cierre de ciclo de Carvajal Empaques	33
Gráfica 5 Proceso de reciclado botella a botella SMI	38
Gráfica 6 Ríos más contaminados del mundo	44
Gráfica 7 Comparación plástico producido en Colombia vs plástico reciclado	57
Gráfica 8 Producción Colombiana de maíz	63
Gráfica 9 Producción Colombiana de papa	63
Gráfica 10 Producción Colombiana de yuca	64
Gráfica 11 Producción Colombiana de arracacha	65
Gráfica 12 Producción colombiana de banano	65
Gráfica 13 Producción Colombiana de trigo	66
Gráfica 14 Producción Colombiana de mango	67
Gráfica 15 Producción Colombiana de camarón	68

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Ventajas y limitaciones de los empaques basados en biopolímeros	20
Tabla 2 Nanomateriales más comunes empleados en el desarrollo de películas biodegradables	22
Tabla 3 Generalidades Decreto 2198 de 2016	45
Tabla 4 Tarifas diferenciales por impacto ambiental generado por la bolsa plástica	46
Tabla 5 Generalidades resolución 1407	49
Tabla 6 Metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques en porcentaje	51
Tabla 7 Tarifa del impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas	54
Tabla 8 Contenido de almidón en alimentos	62

## RESUMEN

En este documento se evalúa cuál es la tendencia de biomateriales propuestos en artículos de investigación como alternativas para sustituir al plástico ya que este es uno de los materiales más importantes en la industria del empaque para alimentos, adicionalmente, se menciona el empleo de nano materiales donde básicamente se combinan diferentes biopolímeros para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas.

También se emplea un análisis para las empresas colombianas productoras de plásticos para alimentos con el fin de identificar sus políticas ambientales, apoyando la investigación y desarrollo a nuevos materiales biodegradables. Además, se identifican las normas, resoluciones y decretos correspondientes a materiales biodegradables e impuestos por uso o reciclaje de estos como beneficios por parte del gobierno colombiano para las empresas que decidan implementar estas políticas verdes para ayudar a mitigar los impactos medio ambientales que acarrear los plásticos puesto que su disposición final es difícil debido a la contaminación por materia orgánica.

Finalmente se examina el comportamiento del mercado con respecto a las políticas medio ambientales implementadas en los últimos años para reducir el uso del plástico, mostrando si existe interés por las empresas colombianas productoras de empaques en implementar nuevas tecnologías que contribuyan con los objetivos de desarrollo sostenible ayudando a preservar la vida marina la cual es una de las más afectadas por dicho elemento.

La finalidad de la investigación es evaluar el comportamiento del mercado en Colombia evidenciando la existencia de empresas realmente comprometidas con el cambio, así mismo destacar que beneficios que acarrea realizar una implementación de tecnologías verdes y proponer nuevas ideas a la rama legislativa con el fin de incentivar la investigación y el desarrollo en las tecnologías de empaques de alimentos en Colombia.

**Palabras clave:** bio polímeros, nano compuestos, coextrusión, laminación, recubrimiento, almidón, ácido poliláctico

## ABSTRACT

This document assesses the trend of biomaterials proposed in research articles as alternatives to replace plastic as this is one of the most important materials in the food packaging industry, in addition, the use of nano materials is mentioned where Basically, different biopolymers are combined to improve their mechanical properties.

An analysis is also used for Colombian companies producing plastics for food in order to identify their environmental policies, supporting research and development into new biodegradable materials. In addition, the norms, resolutions and decrees corresponding to biodegradable materials and taxes for use or recycling of these are identified as benefits from the Colombian government for companies that decide to implement these green policies to help mitigate the environmental impacts that plastics cause since their final disposal is difficult due to contamination by organic matter.

Finally, we examine the behavior of the market with respect to the environmental policies implemented in recent years to reduce the use of plastic, showing if there is interest in Colombian packaging companies to implement new technologies that contribute to sustainable development objectives. To preserve marine life which is one of the most affected by this element.

The purpose of the research is to evaluate the behavior of the market in Colombia, evidencing the existence of companies really committed to the change, as well as highlighting the benefits of implementing green technologies and proposing new ideas to the legislative branch in order to encourage Research and development in food packaging technologies in Colombia.

**Keywords:** bio polymers, nano compounds, coextrusion, lamination, coating, starch, polylactic acid

## INTRODUCCIÓN

Según NAVIA Diana Paola; et al<sup>1</sup>., La producción y uso de materiales plásticos como materiales envasados han incrementado significativamente, una de sus causas han sido los cambios alimenticios generados en la última década donde se ha aumentado la producción y generación de desechos plásticos afectando negativamente el ambiente. Actualmente, se considera como un serio problema ambiental y de interés mundial debido a su naturaleza no biodegradable, despertando una preocupación global debido al agotamiento de recursos naturales y la acumulación de residuos plásticos en áreas críticas alrededor del planeta. VENKATESHWARLU<sup>2</sup> Por otra parte afirma que, es alarmante la liberación de contaminantes tóxicos y la muerte de animales al consumir erróneamente plásticos como alimento ya que se calcula un descarte de material plástico correspondiente a 500 mil millones a un billón de bolsas de plástico anualmente en todo el mundo.

En Colombia existe una pésima cultura del reciclaje lo cual hace complejo disponer los plásticos tradiciones para ser reutilizados, sin contar el costo de lavar y tratar dichos plásticos para poder ser usados debido a su contaminación orgánica. El volumen de plástico generado y no reciclado llega a las zonas de disposición final de residuos donde quedan sepultados sabiendo que no van a ser degradados, asimismo muchos de estos llegan como desechos al mar lo cual debido a las corrientes marítimas se juntan formando islas de plástico que perjudican directamente la vida marina.

Afirma NAVIA Diana Paola; et al<sup>3</sup>., que pesar de las excelentes propiedades de los plásticos, su acumulación y mala reutilización ha generado conflictos ambientales. Así mismo su producción está directamente ligada a los combustibles fósiles debido a esto, varios países como Estados Unidos, Japón, Irlanda, etc., han prohibido la utilización de bolsas plásticas para minimizar sus efectos adversos disponiendo campos de investigación en el sector de materiales biodegradables para empaques en alimentos como los basados en biopolímeros, los cuales se espera sustituyan dichos productos elaborados a partir de poli estireno o polipropileno, por sus ventajas ambientales .

---

<sup>1</sup> NAVIA, Diana Paola; VILLADA, Hector Samuel y AYALA, Alfredo Adolfo. Evaluación Mecánica De Bioplasticos Semirrigidos Elaborados Con Harina De Yuca. En: BIOTECNOLOGA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL. [SciELO]. 2013. p. 79. ISSN 1692-3561. [Consultado 4 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa09.pdf>

<sup>2</sup> VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 52 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

<sup>3</sup> NAVIA, Diana Paola; VILLADA, Hector Samuel y AYALA, Alfredo Adolfo, Op cit. p. 79

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar nuevas tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo en Colombia.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

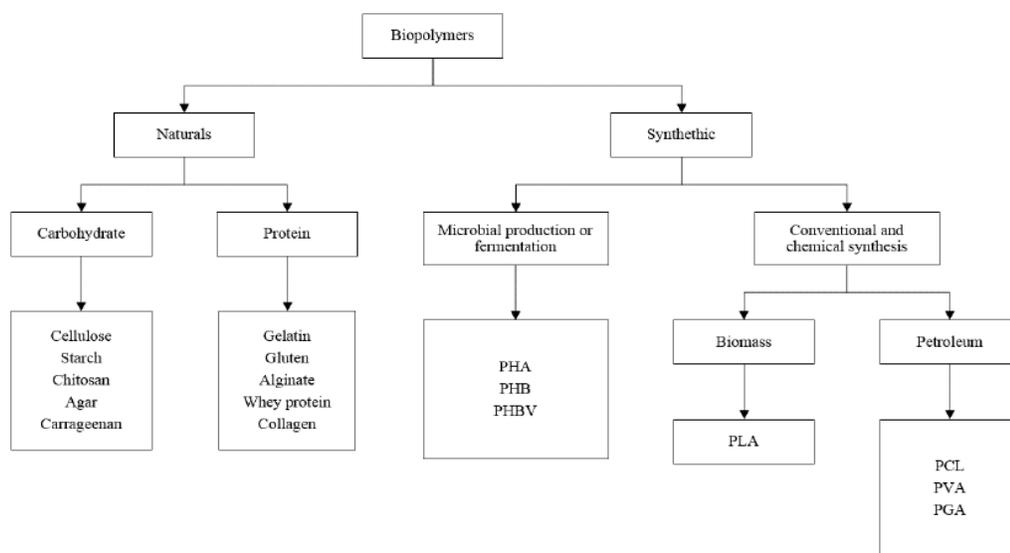
- Describir tecnologías para la producción de empaques biodegradables para la industria de alimentos.
- Describir el estado de desarrollo de tecnologías de empaques biodegradables para la industria de alimentos en Colombia.
- Identificar el marco legal y tributario que beneficia el desarrollo de empresas productoras de empaques biodegradables en Colombia.
- Identificar las tecnologías de empaques biodegradables en la industria de alimentos con mayor potencial de desarrollo.

## 1. GENERALIDADES Y TECNOLOGIAS PARA LA PRODUCCION DE EMPAQUES BIODEGRADABLES

Para satisfacer la demanda con respecto a sostenibilidad y seguridad ambiental, desde los últimos años se han venido incrementando el número de investigaciones que han enfocado su atención hacia el desarrollo de materiales de envasado de alimentos que puedan degradarse y mineralizarse por completo en el medio ambiente. “Los biopolímeros son polímeros que consisten en unidades monoméricas que están unidas covalentemente, formando moléculas tipo cadena. El prefijo bio denota que los biopolímeros son biodegradables”<sup>4</sup>. Estos han llegado a ser una alternativa favorable donde pueden ser explotados y desarrollados a base de materiales orgánicos eliminando la dependencia del petróleo como pieza fundamental en la elaboración de plásticos<sup>5</sup>.

A continuación, se muestra un diagrama que expone los tipos de biopolímeros.

**Gráfica 1** Tipos de biopolímeros.



**Fuente:** OTHMAN, Siti Hajar. Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications. En: Agriculture and Agricultural Science Procedia. [ScienceDirect]. 29 de Noviembre. Vol. 2, 2014 p. 298. ISSN 2210-7843. [Consultado 28, septiembre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.042>

<sup>4</sup> OTHMAN, Siti Hajar. Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications. En: Agriculture and Agricultural Science Procedia. [ScienceDirect]. 29 de Noviembre. vol. 2, 2014 p. 297. ISSN 2210-7843. [Consultado 28, septiembre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.042>

<sup>5</sup> MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. Combination of Poly(lactic) Acid and Starch for Biodegradable Food Packaging. En: MATERIALS. [Materials — Open Access Journal]. 15 de Agosto, vol. 10, no. 8, 2017 p. 2. ISSN 1996-1944 [Consultado 30, septiembre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <https://doi.org/10.3390/ma10080952>

La clasificación de biopolímeros viene relacionada principalmente por su origen, ya sea natural o sintético. Los biopolímeros naturales como: almidón, celulosa, quitosano y agar derivados de carbohidratos, así como gelatina, gluten, alginato, proteína de suero y colágeno derivados de proteínas.

Según Othman<sup>6</sup> las tecnologías actuales han logrado desarrollar biopolímeros sintéticos que pueden ser producidos por fermentación o acción microbiana como polihidroxi-alcanoatos (PHA), Ácido polihidroxi-butírico (PHB), Poli (3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV) o través de una síntesis química que incluyen ácido poliláctico (PLA) extraídos de recursos agrícolas (biomasa) o estos derivados del petróleo como policaprolactona (PCL), ácido poliglicólico (PGA), alcohol polivinílico (PVA). Las ventajas de los biopolímeros sintéticos están enfocadas en el potencial de fundar industrias sostenibles, así como en la mejora de diversas propiedades como durabilidad, flexibilidad, brillo, claridad y resistencia a la tracción.

De acuerdo con CRUZ MORFIN, R et al<sup>7</sup>. la elaboración de un bio empaque implica el uso de por lo menos un material capaz de formar una matriz con un grado de continuidad y cohesión para poder envolver un producto. Además, se necesita que cumpla con propiedades como permeabilidad al oxígeno, tasa de transmisión al vapor, fuerza de tensión y elongación; estas propiedades evitan que ciertas sustancias interactúen con el alimento durante su almacenamiento y comercialización.

## 1.1 ALMIDÓN

Con base en Othman<sup>8</sup>, el almidón y sus derivados son el tipo de biopolímero más común que se ha estudiado para producir materiales bio-nanocompuestos para aplicaciones de envasado de alimentos los estudios han demostrado que este es totalmente biodegradable, además que contribuye y estimula la biodegradación de materiales cuando se encuentra en mezcla; el problema de este radica en sus propiedades mecánicas ya que no son muy elevadas, sin embargo, pueden mejorarse con plastificantes y nano-rellenos.

---

<sup>6</sup> OTHMAN, Siti Hajar, Op cit. p. 298

<sup>7</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 45. [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>8</sup> OTHMAN, Siti Hajar, Op cit. p. 298

“El almidón Se encuentra en cereales (30-70% de la materia seca), tubérculos (60-90%) y legumbres (25-50%) catalogado como uno de los polímeros más abundantes en la tierra junto con la celulosa y la quitina.”<sup>9</sup>

Según VENKATESHWARLU<sup>10</sup>, la celulosa es el polímero natural de mayor abundancia en el mundo, pero la síntesis de películas es compleja debido a su naturaleza hidrófila, insolubilidad y estructura cristalina, las películas producidas a partir de celulosa son hidrofílicas y, por lo tanto, sensible a la humedad así que frecuentemente se recubren con cera de nitrocelulosa o cloruro de polivinilideno para mejorar las propiedades de barrera.

## 1.2 PELÍCULAS A BASE DE PROTEÍNAS

CRUZ MORFIN, R et al<sup>11</sup>., Destaca que la investigación y desarrollo de estas películas se ha potenciado gracias a su bajo costo de fabricación, estas son elaboradas a partir de proteína animal como gelatina, caseína queratina y proteína de suero de leche, también de origen vegetal como proteína de soya, las películas de caseinato evidencian resistencia a la desnaturalización térmica y a la coagulación, lo que nos indica que se mantiene estable en un amplio intervalo de pH también cuenta con una estructura compacta lo que favorece la baja permeabilidad del oxígeno sin embargo presenta problemas de carácter hidrófilo.

## 1.3 GELATINA Y QUITOSANO

VENKATESHWARLU<sup>12</sup> propone que la gelatina puede ser usada como material para la formación de películas, se extrae de desechos de animales y peces, el óxido de zinc o las partículas de plata sirven para mejorar sus propiedades mecánicas como bio nanocompuesto, el quitosano es un polisacárido complejo a partir del cual se pueden obtener nano partículas por gelación iónica donde los grupos amino cargados positivamente de quitosano forman interacciones electrostáticas con poli aniones empleados como reticuladores, como el tripolifosfato.

“El Quitosano se ha convertido en el aditivo de alimentos de origen biológico preferido gracias a sus propiedades antimicrobianas y su facilidad de formar películas, sus propiedades ópticas, mecánicas y de barrera de oxígeno son superiores a otras películas elaboradas a partir de polisacáridos”<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. Op cit. p. 4

<sup>10</sup> VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Op cit. p. 53.

<sup>11</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 46.

<sup>12</sup> VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Op cit. p. 54.

<sup>13</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 44.

## 1.4 ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)

Cruz Morfin, R et al.<sup>14</sup> Menciona que el ácido poliláctico es actualmente el más utilizado en el envasado de alimentos, es un poliéster termoplástico alifático lineal que se genera a partir del ácido láctico y puede producirse simplemente mediante la fermentación de carbohidratos a partir de recursos vegetales como la remolacha azucarera y el maíz, además se sabe que la producción de gránulos de resina de PLA consume de un 25 a un 55% menos de energía fósil que los polímeros basados en petróleo<sup>15</sup>, el PLA presenta propiedades mecánicas, térmicas y de barrera comparables con polímeros sintéticos como poliéster (PS) y polietileno tereftalato (PET), sin embargo muestra poca resistencia a altas temperaturas y translucidez, sin embargo la principal desventaja es el costo.

## 1.5 POLIHIDROXIALCANOATOS (PHA)

“Estos son producidos de forma natural en algunas células microbianas, son completamente biodegradables y con propiedades semejantes a los polímeros tradicionales, se han desarrollado modificaciones genéricas de las bacterias para hacer el proceso más eficiente”<sup>16</sup>.

Según VENKATESHWARLU<sup>17</sup> el empleo de biopolímeros como materiales usados para envases de alimentos tienen inconvenientes tales como malas propiedades mecánicas y térmicas, de manera más específica la fragilidad, la baja temperatura de distorsión térmica, la elevada permeabilidad al vapor y la baja resistencia a las condiciones de procesamiento han restringido vigorosamente sus aplicaciones.

A continuación, se presenta una tabla donde se muestran las ventajas y limitaciones más generales de los empaques basados en biopolímeros y una breve introducción de porque es necesario mejorar las propiedades de los biopolímeros basados en las limitaciones que estos poseen.

---

<sup>14</sup>CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 45.

<sup>15</sup> MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. Op cit. p. 10

<sup>16</sup> *Ibíd.*, p. 11.

<sup>17</sup> VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Op cit. p. 54.

**Tabla 1** Ventajas y limitaciones de los empaques basados en biopolímeros

<b>Beneficios</b>	<b>Limitaciones</b>
Biodegradable y favorable al medio ambiente	Baja propiedad de barrera
Puede hacerse comestible	Menos resistencia a la tracción
Sin liberación de sustancias tóxicas	Frágil
Sin alteración en las propiedades inherentes de los alimentos	baja temperatura de distorsión de calor
Se puede agregar con componentes activos	alta permeabilidad al gas y al vapor
Utilización de desechos	baja resistencia a las condiciones de procesamiento pesado

**Fuente:** VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 54 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

Debido a esto VENKATESHWARLU<sup>18</sup> destaca la apertura de otro tema de investigación como la mejora de estas propiedades para la implementación industrial de los biopolímeros en la industria a partir de estas investigaciones se ha posicionado el nano compuesto como una ruta prometedora para corregir las deficiencias en cuanto a propiedades mecánicas y de barrera de los biopolímeros.

## 1.6 NANOCOMPUESTO

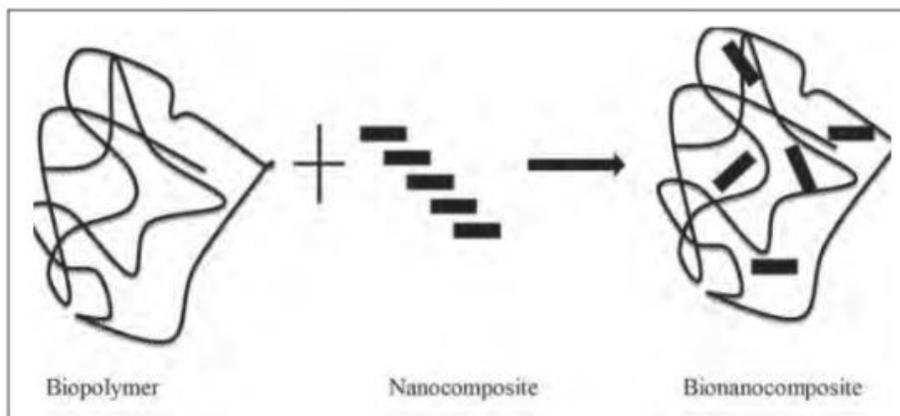
“El nanocompuesto es una mezcla de materiales de relleno de tamaño nano métrico que pueden ser fibra, partículas o fragmentos, que se entrelazan en la matriz de polímeros sintéticos o naturales donde se denominan bio nanocompuestos”<sup>19</sup> (Figura 1)

---

<sup>18</sup> *Ibíd.*, p. 51-66.

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p. 51-66.

**Figura 1** Preparación de un bio nano compuesto.



**Fuente:** VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 54 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

OTHMAN<sup>20</sup> enfatiza en el aumento de las propiedades mecánicas de los materiales bio nanocompuestos se debe a la alta rigidez de los nano-rellenos, así como la afinidad entre el biopolímero y el nano relleno en la interfaz dicha interacción interfacial mejora las propiedades térmicas del material, así como las propiedades de barrera frente al vapor de agua y gases, asimismo se encontró la relación entre los materiales con altas concentraciones de nano-rellenos con las propiedades de barrera.

Como expresa AZEREDO<sup>21</sup>, actualmente existen dos métodos para la construcción de nanotecnología; un enfoque de "arriba hacia abajo" y el enfoque de "abajo hacia arriba"; la producción a nivel comercial en nanotecnología es de forma descendente ya que sus estructuras se obtienen mediante la reducción de tamaño de partículas a granel y tienen relación con la funcionalidad de materiales alimenticios y la adición de nano-rellenos como silicato, arcilla y dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) a los biopolímeros puede corregir no solo las propiedades mecánicas y de barrera de los biopolímeros, sino también brindar otras funciones y aplicaciones en el envasado de alimentos como agentes antimicrobianos y secuestradores de oxígeno, no obstante, estas propiedades mecánicas dependen significativamente de la cantidad de nano cargas.

<sup>20</sup> OTHMAN, Siti Hajar, Op cit. p. 299.

<sup>21</sup> AZEREDO, Henriette. Nanocomposites for food packaging applications. En: Food Research International. [ScienceDirect]. Noviembre 2019. vol. 42, no. 7, p. 1243 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.019>.

En la siguiente tabla se muestran los nanomateriales más comunes empleados en el desarrollo de películas biodegradables:

**Tabla 2** Nanomateriales más comunes empleados en el desarrollo de películas biodegradables

Inorgánicos	Orgánicos
Nano arcillas (silicatos estratificados) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montmorillonita (MMT)</li> </ul>	Quitina <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nano estructuras de quitina o quitosano</li> </ul>
Nanotubos de carbón <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotubo de una sola pared (SWNT)</li> <li>• Nanotubos de pared múltiple (MWNT)</li> </ul>	Celulosa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nano-refuerzos de celulosa (CNR)</li> <li>• Nano-cristales de celulosa</li> <li>• Nano fibras de celulosa (CNF)</li> </ul>
Nanopartículas de sílice <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanopartículas de dióxido de silicio</li> </ul>	Almidón <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nano cristales de almidón (SNC)</li> </ul>

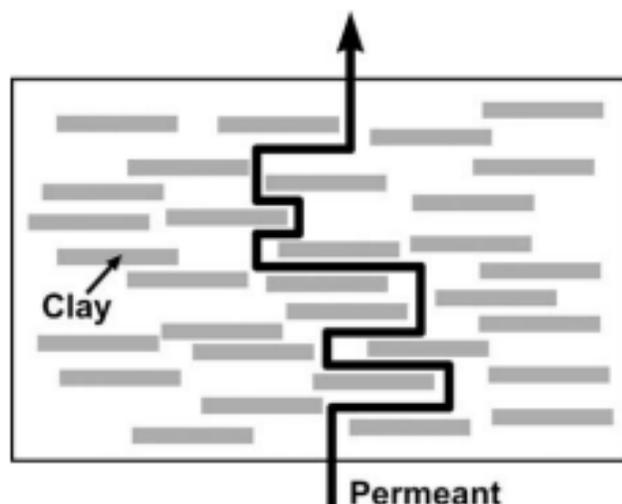
**Fuente:** VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 61 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

## 1.6 NANO ARCILLA Y SILICATOS

Como expresa AZEREDO<sup>22</sup>, estas nano partículas han sido caracterizadas como posibles aditivos debido al aumento en el rendimiento del polímero, pero la industria del envasado se ha enfocado principalmente en los sólidos inorgánicos en capas como las arcillas y los silicatos debido a su facilidad de procesamiento, bajo costo, disponibilidad y las mejoras significativas en las propiedades mecánicas. El concepto de nano-compuestos poliméricos de arcilla (PCN) en empaques de alimentos fue desarrollado a finales de la década de 1990 los silicatos generalmente utilizados consisten en capas bidimensionales de 1nm de grosor y su presencia aumenta las propiedades de barrera como se ve en la siguiente ilustración.

<sup>22</sup> *Ibíd.*, p. 1241

**Figura 2** Camino de una molécula difusiva penetrante



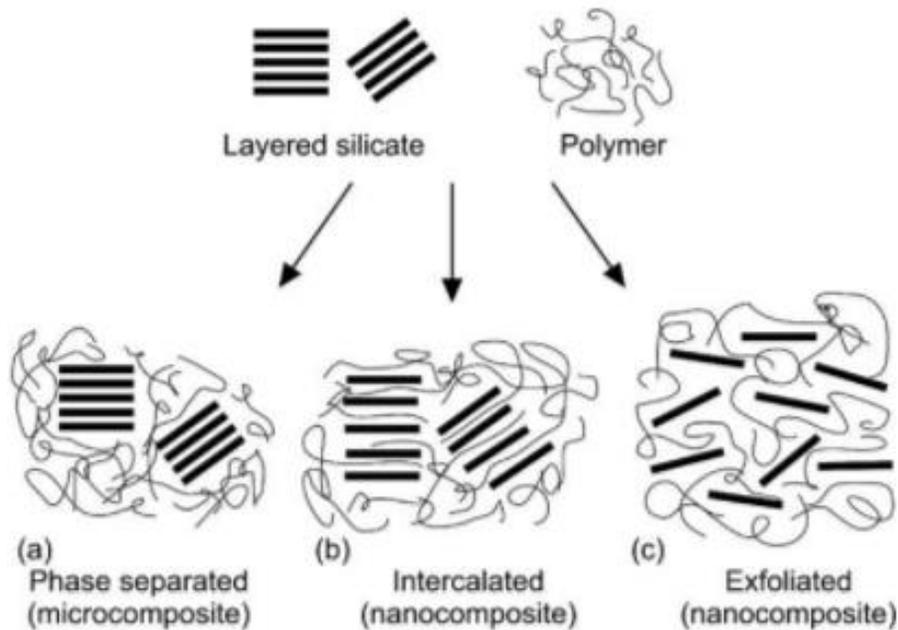
**Fuente:** AZEREDO, Henriette. Nanocomposites for food packaging applications. En: Food Research International. [ScienceDirect]. Noviembre 2019. Vol. 42, no. 7, p. 1241 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.019>.

AZEREDO<sup>23</sup> considera que la interacción entre los silicatos y las cadenas poliméricas pueden generar dos tipos de compuestos como se evidencia en la figura 3, los nanocompuestos ordenados siendo una estructura multicapa ordenada y los nanocompuestos exfoliados que se derivan de una penetración extensa del polímero estos poseen unas mejores propiedades debido a la interacción óptima entre el polímero y la arcilla.

---

<sup>23</sup> Ibíd., p. 1242

**Figura 3** Tipos de compuestos derivados de la interacción entre arcillas y polímeros: (a) microcompuesto separado por fases; (b) nanocompuesto intercalado y (c) nanocompuesto exfoliado



**Fuente:** AZEREDO, Henriette. Nanocomposites for food packaging applications. En: Food Research International. [ScienceDirect]. Noviembre 2019. Vol. 42, no. 7, p. 1242 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.019>.

## 1.7 NANO FIBRAS DE CELULOSA

AZEREDO<sup>24</sup> describe las nano-fibras de celulosa como un material de alta disponibilidad y bajo costo, además el consumo energético para su fabricación es bajo lo que hace que las nano-fibras de celulosa sean una clase de nano-materiales para la fabricación de nano-compuestos de bajo costo, ligeros y de buena resistencia. Se pueden obtener dos tipos de nano refuerzos a partir de celulosa: micro fibras y nano-cristales.

## 1.8 NANOTUBOS DE CARBÓN.

Según AZEREDO<sup>25</sup>, los nanotubos de carbón tienen dos categorías como: nanotubo de pared única de un átomo (SWNT) o una serie de tubos concéntricos

<sup>24</sup> *Ibíd.*, p. 1243

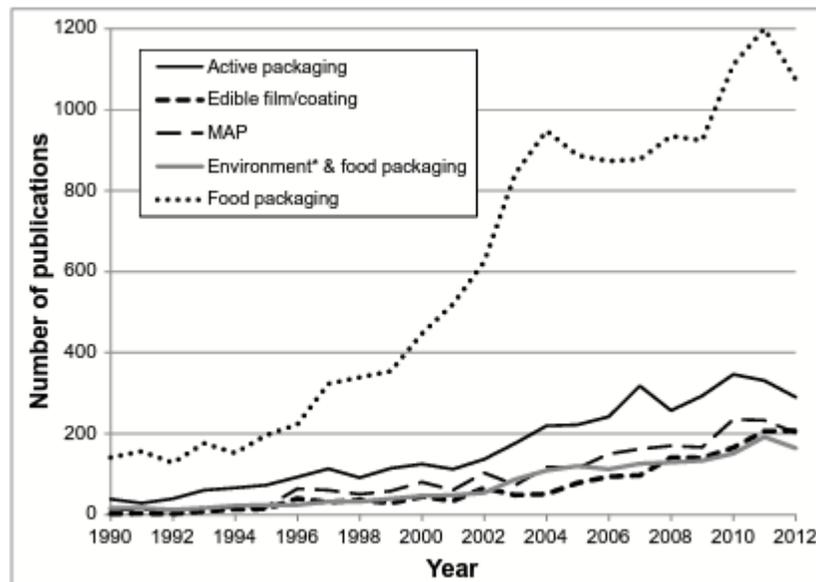
<sup>25</sup> *Ibíd.*, p. 1246

llamados nanotubos de pared múltiple (MWNT), estos tienen relaciones de aspecto y módulo de elasticidad altos. Las nano-partículas de sílice mejoran las propiedades mecánicas y de barrera, evidenciando avances significativos en las propiedades de tracción, resistencia y alargamiento en conjunto con una matriz de polipropileno) y en general NSiO2 Mejora las propiedades mecánicas, pero esto depende de su matriz polimérica ya sea almidón, polipropileno isostático, entre otros.

HAN Jung<sup>26</sup> enfatiza que cada día la tecnología en alimentos ha estado evolucionando y de esta manera ha mostrado que la prioridad en el empaque es brindar una conservación más larga contrarrestando la invasión de microorganismos, los temas más investigados son: el envasado activo, el envasado en atmósfera modificada (MAP), películas y revestimientos comestibles y envases que abordan cuestiones medioambientales.

La siguiente gráfica muestra el número de publicaciones relacionadas con estas materias y refleja que las investigaciones tienen relación con las afectaciones ambientales presentadas en los últimos años.

**Gráfica 2** Publicaciones de investigación sobre envases activos, películas y revestimientos comestibles, envasado en atmósfera modificada (MAP) y entornos



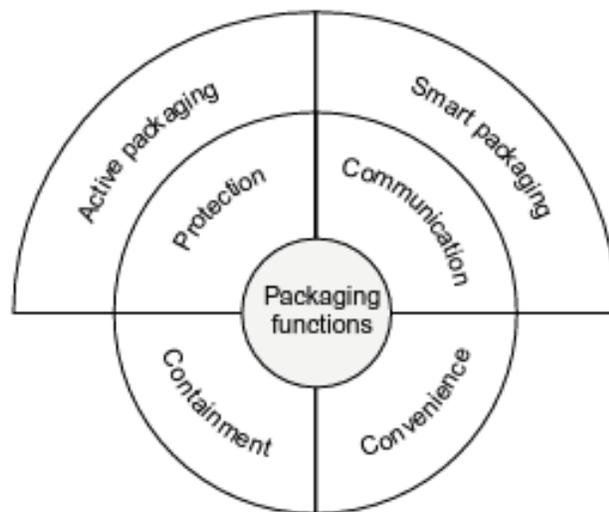
**Fuente:** HAN, Jung H. Innovations in Food Packaging. En: New technologies in food packaging: Overview. San Diego, Calif: Academic Press, 2005. p. 4. ISBN 9780123116321

<sup>26</sup> HAN, Jung H. Innovations in Food Packaging. En: New technologies in food packaging: Overview. San Diego, Calif: Academic Press, 2005. p. 4. ISBN 9780123116321

El término "envase activo" se define como "envase que proporciona protección y contención al alimento, además de que exhibe alguna función activa para prolongar la vida útil del alimento", mientras que "empaque inteligente" significa "tener la capacidad de detectar un atributo del producto, cambio en la atmósfera de los alimentos, etc"<sup>27</sup>.

En la siguiente ilustración se representa como debe ser el modelo de empaque funcional de alimentos representado la diferencia entre empaque activo u envase inteligente, brindando una explicación más clara de lo que se refiere cada término y hacia donde está encaminado.

**Figura 4** Modelo de envasado de funciones de alimentos



**Fuente:** HAN, Jung H. Innovations in Food Packaging. En: New technologies in food packaging: Overview. San Diego, Calif: Academic Press, 2005. p. 4. ISBN 9780123116321

Los sistemas de empaque inteligentes pueden incluir los siguientes componentes:

1. Indicadores
  - a. Indicadores de temperatura del tiempo
  - b. Integridad o indicadores de gas
  - c. Indicadores de frescura (deterioro microbiano o patógeno)
2. Códigos de barras y etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID)
3. Sensores
  - a. Bio-sensores
  - b. Sensores de gas
  - c. Sensores de oxígeno basados en fluorescencia

<sup>27</sup> VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Op cit. p. 59

Según VENKATESHWARLU<sup>28</sup> en la última década se han desarrollado varias películas bionanocompuestas que permitieron integrar moléculas bioactivas para extender la vida útil de los alimentos e incorporar biosensores y así como esta propiedad se encuentran muchos beneficios al hablar de bionanocompuestos en envases de alimentos.

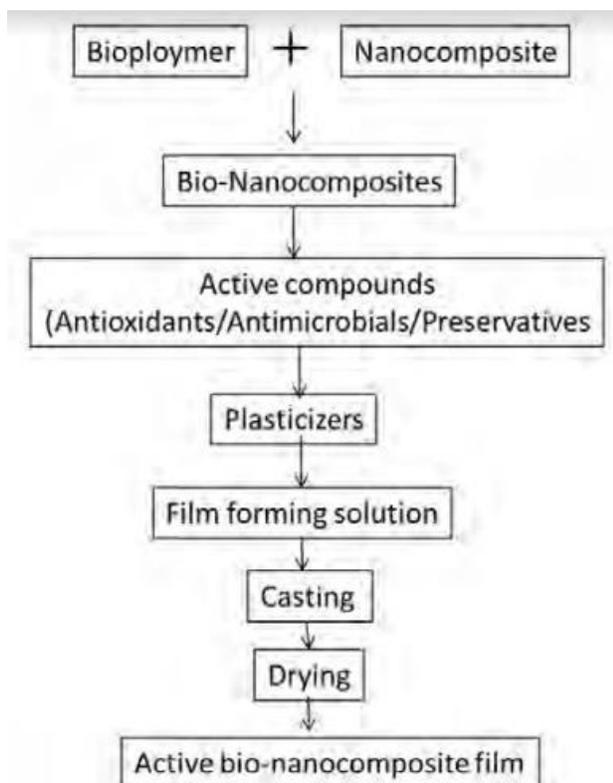
- Favorable al medio ambiente y biodegradable en la naturaleza
- Comestible
- Mejora la vida útil de los alimentos
- Mejora la calidad y propiedades de los alimentos
- Propiedades de barrera mejoradas contra el oxígeno y la humedad
- Protección contra la rancidez de los lípidos
- Facilita la incorporación de agentes activos (antioxidantes, antimicrobianos)
- Posible en el uso controlado de agentes activos
- Posible uso en materiales de envasado de alimentos multicapa junto con películas no comestibles
- Admite el uso de biosensores y nanochips para la evaluación de la calidad del alimento
- Bajo costo y utilización efectiva de desechos

En la siguiente ilustración se muestra de manera muy simple para la preparación de películas de bio nano compuesta activas.

---

<sup>28</sup> *Ibíd.*, p. 59

**Gráfica 3** Diagrama de flujo para la preparación de películas bio nano compuestas activas



**Fuente:** VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 60 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

## 1.9 TECNOLOGÍAS

“La obtención de almidón puede realizarse a través de técnicas de procesamiento térmico y de fundición sin embargo las películas solo pueden obtenerse después de la gelatinización del almidón nativo”<sup>29</sup>.

Como dice Muller<sup>30</sup> en el caso de películas de almidón obtenidas por moldeado se puede lograr con ciertas condiciones operacionales como un bajo contenido de

<sup>29</sup> MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. Op cit. p. 12.

<sup>30</sup> *Ibíd.*, p. 13.

humedad durante el procesamiento térmico, asimismo aplicando alta cizalladura y condiciones de alta presión; esto se realiza en presencia de plastificantes, como agua o glicerol, que derriban los gránulos de almidón, lo que permite una transferencia de agua más eficiente hacia las moléculas liberando la amilosa.

MULLER<sup>31</sup> señala que debido a las nuevas tecnologías de producción industrial, el PLA es ahora competitivo en precio, además, debido a su buena procesabilidad térmica este puede fabricado ya sea por moldeo por inyección, extrusión de lámina, moldeo por soplado, termo formado, formación de película o hilado de fibra, no obstante, se debe tener en cuenta algunos parámetros para su procesamiento como la concentración de isómeros y la distribución del peso molecular así mismo estas tecnologías han permitido la reducción en el costo de obtención y por esta razón el PLA se encuentra más disponible para aplicaciones de empaques y bienes de consumo. La práctica más común utilizada para procesar PLA es la extrusión, que permite que los gránulos se mezclen homogéneamente a alta temperatura, el PLA también se puede disolver en cloroformo u otros solventes para ser moldeado y lograr obtener películas con alta transparencia y brillo.

Según MULLER<sup>32</sup>, se ha evidenciado que las propiedades del PLA y el almidón son relativamente opuestas en comparación con las propiedades mecánicas y de barrera, asimismo como su comportamiento con respecto al agua ya que el almidón es altamente hidrofílico y el PLA es hidrófobo, son termodinámicamente inmiscibles y el mayor problema para realizar una mezcla de estos dos polímeros se basa en la separación de fases, pero para ello se podría realizar un tratamiento con plasma.

OTHMAN<sup>33</sup> afirma que el PLA y el almidón son los más comúnmente estudiados en biopolímeros, debido a su disponibilidad, propiedades adecuadas al contacto con los alimentos y tienen un costo competitivo, ambos materiales poseen una estructura semi-cristalina y su grado de cristalinidad depende de la fuente donde fue extraída y su procesamiento. Sin embargo, el PLA presenta bajo rendimiento si es expuesto al calor o elevados niveles de humedad, también tiene baja flexibilidad. MULLER<sup>34</sup> complementa diciendo que es insoluble en agua, etanol, metanol e hidrocarburos alifáticos, pero soluble en cloroformo, benceno caliente, acetonitrilo, acetona, acetato de etilo y diclorometano; con respecto a su vida útil puede llegar a 2 años y un periodo mínimo de seis meses y esto varía dependiendo su estequiometría y peso molecular.

---

<sup>31</sup> *Ibíd.*, p. 13.

<sup>32</sup> *Ibíd.*, p. 14.

<sup>33</sup> OTHMAN, Siti Hajar, *Op cit.* p. 300.

<sup>34</sup> MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. *Op cit.* p. 14.

MULLER<sup>35</sup> dice que las biopelículas a base de almidón han demostrado ventajas tales como su extensibilidad y buenas propiedades de barrera al oxígeno también muestran propiedades físicas como transparencia, olor y sabor similares a los envases plásticos tradicionales adicionalmente dichas biopelículas muestran no ser tóxicas, sin embargo, al ser hidrofílico, muestra un porcentaje elevado de sensibilidad y solubilidad con presencia de agua, asimismo una escasa capacidad de barrera para el vapor de agua. A partir de estos estudios se han desarrollado diferentes mezclas a partir del PLA, así como lo ha sido con nano-cristales de celulosa, evidenciando una mejora a la estabilidad térmica, la barrera de oxígeno y la capacidad de estiramiento, así como también la adición de quitosano permitió una mayor permeabilidad al vapor de agua en comparación con las películas de PLA puro mientras que proporciona actividad antimicrobiana contra las bacterias aerobias y coliformes totales.

NAVIA Diana Paola et al<sup>36</sup>. Realizo un estudio para la evaluación de propiedades y características de biopolímeros, se realizan análisis de diferentes tipos de biopolímeros estudiando sus propiedades mecánicas comparadas entre sí con otros biopolímeros o con polímeros tradicionales, para el caso de los biopolímeros semirrígidos elaborados a partir de harina de yuca su comparativo estará dado por 4 tipos de harina de yuca tradicionales, las propiedades mecánicas evaluadas fueron: impacto, tensión y flexión, mostrando propiedades similares al poli estireno para sus posibles aplicaciones agroindustriales, como los empaques tipo bandeja, vasos y recipientes.

---

<sup>35</sup> *Ibíd.*, p. 15.

<sup>36</sup> NAVIA, Diana Paola; VILLADA, Hector Samuel y AYALA, Alfredo Adolfo, *Op cit.* p. 80

## **2. ESTADO DE DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE EMPAQUES BIODEGRADABLES PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN COLOMBIA**

Según el informe presentado por Andina-Pack<sup>37</sup> sobre la industria de empaques, en América Latina la participación en el mercado de envases se lidera por empaques rígidos incluido el PET con un 33,8%, así lo demuestra la cámara de comercio de Bogotá donde evidencia que la exportación de plástico a Canadá, Estados Unidos, Perú, Chile entre otros, envían empaques de manufactura 100% colombiana.

Esto nos da entender que Colombia juega un papel fundamental en la transición del plástico tradicional ya que el 56% de plástico producido es de único uso y generalmente termina en la basura, Colombia consume 1.250.000 toneladas de plástico al año y en promedio cada colombiano desecha anualmente 24 kilos de plástico, además la política nacional de residuos y sistemas de reciclaje son tan deficientes que el 74% de envases termina en los rellenos sanitarios<sup>38</sup>. por esto se ha hecho importante analizar cuál es el objetivo de las empresas productoras de empaques para alimentos y si sus políticas empresariales se encuentran acordes con la situación actual.

### **2.1 GRUPO PHOENIX (MULTIDIMENSIONALES, PLASDECOL, PHOENIX PACKING CARIBE, ECOPACK)**

Es la agrupación de empresas privadas. Diseña y desarrolla soluciones de empaques para las industrias de alimentos, cuidado personal, cuidado del hogar y farmacéutica, así como empaques para el food service y consumo masivo. Cuenta con 12 plantas de producción ubicadas en Colombia, Estados Unidos, México, Uruguay y Venezuela, incluyendo una planta petroquímica para la elaboración de poliestireno. Grupo Phoenix ha sido uno de los líderes durante los últimos treinta años en empaques plásticos rígidos termoformados e inyectados, empaques de alta barrera, empaques de aluminio y empaques de papel en América Latina y Estados Unidos<sup>39</sup>.

En 2017 sus ventas estuvieron alrededor de \$450.000 millones en Colombia contando con clientes como Nutresa, P&G y Alpina, catalogada como una empresa

---

<sup>37</sup> Revista de logística. La industria de empaques 'made in Colombia'. Cámara de comercio de Bogotá. [en línea]. [Consultado 10 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Comunicacion-Grafica/Noticias/2016/Noviembre/La-industria-de-empaques-made-in-Colombia>

<sup>38</sup> GREENPEACE. Colombia mejor sin plásticos. Greenpeace. Octubre 2018, p. 6 [en línea]. [Consultado 10 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. disponible en [http://greenpeace.co/pdf/reporte\\_plasticos.pdf](http://greenpeace.co/pdf/reporte_plasticos.pdf)

<sup>39</sup> GRUPO PHOENIX. Información corporativa, Grupo Phoenix. [en línea]. [Consultado 13 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.grupophoenix.com/es/quienes-somos/>

innovadora demostrando el desarrollo de empaques como líder en el mercado, Camilo Mora director nacional de Colombia del grupo Phoenix asegura que el desafío ambiental es un factor clave para la compañía donde se ha implementado soluciones como modelos de reciclaje y desarrollo de materiales biodegradables<sup>40</sup>.

Según el grupo Phoenix<sup>41</sup> como parte del compromiso ambiental desarrollaron GeoPack que comprende envases elaborados con materiales renovables, que permiten una reducción de gases de efecto invernadero. Esta línea se complementa con envases de pulpa de papel, provenientes de residuos de producción de caña de azúcar, lo cual brinda una excelente alternativa sostenible.

Su modelo de sostenibilidad se basa en la propuesta de hábitos de consumo 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar) postulada por el primer ministro de Japón Kozumi Junichiro en junio de 2004 en la cumbre del G8. Sin embargo, no se encuentra mayor información con respecto a las políticas ambientales de la empresa.

## 2.2 CARVAJAL EMPAQUES

Empresa multilatinas, especializada en el diseño, producción y distribución de soluciones innovadoras y personalizadas de empaques sostenibles para los mercados industrial, foodservice y hogar, cuenta con 2697 clientes, 13 plantas y 6230 colaboradores teniendo una cobertura comercial de 33 ciudades, el enfoque estratégico se centra en 6 objetivos que orientan los esfuerzos de todos los colaboradores mencionando la sostenibilidad como pilar de la empresa, se proyectan para ser la mejor opción en soluciones de empaques sostenibles<sup>42</sup>.

Según Carvajal empaques sus objetivos de sostenibilidad<sup>43</sup> son:

- Asegurar la rentabilidad a partir del desarrollo de nuevas tecnologías y productos.
- Mejorar nuestros procesos para minimizar los impactos ambientales.
- Enmarcar nuestro actuar empresarial bajo el cumplimiento de la ley.

---

<sup>40</sup> REVISTA DINERO. Así logro el Grupo Phoenix meterse a los hogares colombianos. Revista Dinero. 5 de noviembre, 2018. [en línea]. [Consultado 14 de octubre, 2018]. disponible en internet: <https://www.dinero.com/edicion-impresas/negocios/articulo/que-es-el-grupo-phoenix-de-colombia/258276>

<sup>41</sup>GRUPO PHOENIX. Sostenibilidad y responsabilidad social, Grupo Phoenix. [en línea]. [Consultado 13 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.grupophoenix.com/es/sostenibilidad/>

<sup>42</sup> CARVAJAL S.A. Información corporativa-conoce carvajal, Carvajal empaques. [en línea]. [Consultado 14 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.carvajal.com/index.php/nuestra-empresa/>

<sup>43</sup> CARVAJAL S.A. Principios y políticas. p.35. 2018. [Consultado 14, octubre, 2018]. Archivo en pdf. <http://www.carvajal.com/wp-content/uploads/2018/09/PrincipiosPolitic2018.pdf>

- Desarrollar nuevas alternativas de producto que reduzcan el impacto al medio ambiente.
- Desarrollar e implementar estrategias de RSE dirigidas a colaboradores y las comunidades donde operamos.

En 2017 sus ventas netas fueron \$1.312.135 millones COP, su informe de sostenibilidad muestra el compromiso que tiene con el reciclaje apoyando a Recicloplas, una organización dedicada a la recuperación y transformación de plásticos livianos posconsumo como bolsas, porta comidas, cubiertos, pitillos, etcétera, un material que otros recicladores no recogen porque implica recuperar grandes cantidades para lograr el retorno esperado. Actualmente, Recicloplas recupera siete toneladas mensuales de plástico liviano al mes que se reincorporan a la cadena<sup>44</sup>.

Carvajal empaques centra su gestión ambiental al modelo de economía circular para reaprovechar el plástico y no afectar ecosistemas, creando la campaña cambia el rumbo del plástico para fomentar el hábito de reciclaje en la ciudadanía, para ello asigna una cadena de valor con el objetivo de cerrar el ciclo de producción.

**Gráfica 4** Modelo de cierre de ciclo de Carvajal Empaques



**Fuente:** CARVAJAL S.A. informe social y ambiental 2017. Diciembre 2017. p.28. [Consultado 14, octubre, 2018]. Archivo en pdf. <http://www.carvajal.com/wp-content/uploads/2018/04/Informe-Social-y-Ambiental-Carvajal-2017.pdf>

<sup>44</sup> EL TIEMPO. Industria del empaque, más amigable con el planeta. EL TIEMPO. 11 de mayo, 2018. [en línea]. [Consultado 14 de octubre, 2018]. disponible en internet: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/industrias-de-empaques-en-colombia-buscan-ser-mas-amigables-con-el-planeta-208124>

Según el informe social y ambiental 2017 de Carvajal<sup>45</sup> en conjunto con Recicloplas, en 2017 Carvajal empaques logro cerrar el ciclo de 28,2 toneladas de polipropileno (PP) equivalentes a 9.417.200 empaques plásticos y 13 toneladas de poliestireno (PS) equivalentes a 4.373.133 empaques plásticos. Un total de 41,2 toneladas de empaques plásticos posconsumo que se recuperaron y no llegaron a los rellenos sanitarios o ecosistemas.

### 2.3 DARNEL

Darnel group ha ofrecido empaques para alimentos y vajillas reciclables durante más de 30 años. Se ha enfocado en investigación y desarrollo, calidad y servicio al cliente contado con 2 centros de investigación y desarrollo, lo que les permite seguir creciendo en los mercados a nivel mundial. Con Plantas de Producción alrededor del mundo, sus laboratorios están equipados con la última tecnología para garantizar la calidad sus productos y asegurar el seguimiento a lo largo de la cadena de suministro. Los productos se fabrican siguiendo las regulaciones de la FDA para el contacto con alimentos, nuestros producto son 100% reciclables<sup>46</sup>.

Su política ambiental<sup>47</sup> se basa en políticas de reciclaje y reducción de huella de carbono asegurando que las fábricas de producción utilizan tecnologías que protegen el medio ambiente y que cumplen estrictos estándares internos que superan las regulaciones locales. Por ejemplo, Los productos espumados están libres de clorofluorocarbonos y no afectan la capa de ozono, cumpliendo así con el Protocolo de Montreal acordado por las Naciones Unidas. Su línea de empaques PET fue diseñada pensando en el medio ambiente, además de ser 100% reciclables, están hechos con 60 – 80% de material reciclado post-consumo.

También realizaron la implementación de varios programas de sensibilización llamados Somos útiles<sup>48</sup>, separa no todo es basura y de botella a empaque; con la finalidad de separar en la fuente, de tal manera que se pueda ajustar la cadena de valor y aumentar el volumen material reciclado, este último programa adapto de nuevo el proceso de producción PET teniendo un certificado INVIMA para la

---

<sup>45</sup> CARVAJAL S.A. informe social y ambiental 2017. Diciembre 2017. p.28. [Consultado 14, octubre, 2018]. Archivo en pdf. <http://www.carvajal.com/wp-content/uploads/2018/04/Informe-Social-y-Ambiental-Carvajal-2017.pdf>

<sup>46</sup> DARNEL GROUP. Información corporativa-quienes somos, darnel group. [en línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/nosotros/quienes-somos/>

<sup>47</sup>DARNEL GROUP. Sostenibilidad-Nuestro compromiso con el medio ambiente, darnel group. [en línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/sostenibilidad/sostenibilidad/>

<sup>48</sup> DARNEL GROUP. Sostenibilidad-Somos útiles, darnel group. [en línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/sostenibilidad/sostenibilidad/>

producción de empaques con PET reciclado post-consumo; en 2017 y 2018 lograron incrementar en un 12% el material que había sido recuperado durante el último año, generando ahorros equivalentes a \$513.500.000 correspondientes al costo que deberían haber asumido las empresas de servicios públicos ante la recolección y transporte de estos materiales. Con estas iniciativas por parte del grupo Darnel group se evita que cerca de 131.000.000 de botellas plásticas terminen en rellenos sanitarios, ríos u océanos; se evita el uso de 3.950.000 kilos de materias primas vírgenes para la producción de empaques y no se generan 8.000.000 de kg de CO2.

## **2.4 AMCOR RIGID PLASTIC DE COLOMBIA**

“Amcor rigid plastic es líder mundial en el desarrollo y producción de empaques responsables y de alta calidad para una variedad de alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, dispositivos médicos, hogar y cuidado personal y otros productos, cuenta con 33.000 colaboradores, se encuentra en más de 40 países con ventas anuales están alrededor de 9.3 millones USD<sup>49</sup>”.

Como política de sostenibilidad<sup>50</sup> logran ganancias para los clientes al reducir el calibre y el peso de sus empaques y al usar más resina reciclada post-consumo, lo que reduce la demanda de recursos vírgenes, comprometidos con la prevención y minimización de los impactos ambientales adversos, incluidos los desechos, las emisiones y las descargas de sus operaciones, contando con el objetivo de minimizar la huella ambiental de las operaciones y productos.

---

<sup>49</sup>AMCOR RIGID PLASTIC. About us, amcor rigid plastic. [en línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.amcor.com/about>

<sup>50</sup> AMCOR. sustainability report 2018. Diciembre 2018. p.4. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. <https://amcor-sustainability-review.com/GRI>

Figura 5 2018 at a Glance



**Fuente:** AMCOR. GRI sustainability report 2018. Diciembre 2018. p.5. [Consultado 3, enero, 2018]. Archivo en pdf. <https://amcor-sustainability-review.com/>

Adicionalmente Amcor<sup>51</sup> se ha planteado 3 metas para el año 2025: desarrollar todo el empaque para ser reciclable o reutilizable, Aumentar significativamente el uso de materiales reciclados de Amcor y sus envases, Trabajar con otros para impulsar un mayor reciclaje mundial de envases de forma constante.

## 2.5 GRUPO PLASTILENE

Plastilene cuenta con 60 años dedicados a la creación, producción y comercialización de películas flexibles y empaques termoformados para la industria, ofreciendo el mejor portafolio integrado para sus clientes, creando soluciones avanzadas, demandantes y amigables con el medio ambiente, comprometida con el medio ambiente, con procesos y productos innovadores, que contribuyen a mejorar el bienestar de la sociedad y de sus clientes sin comprometer la calidad de vida futura. Cuenta con 8 empresas encargadas de atender varios mercados que incluyen el pastico dentro de sus procesos<sup>52</sup>.

<sup>51</sup> *Ibíd.*, p. 9

<sup>52</sup> PLASTILENE GROUP. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.plastilene.net/#services>

3 de sus 8 empresas están dedicadas a la fabricación de plástico para alimentos, entre ellas encontramos a Vinipack S.A. Reciclene S.A. y Altalene S.A.

- Vinipack S.A.<sup>53</sup>. es empresa del sector plástico dedicada a la producción y comercialización de láminas de PET, PVC y empaques plásticos, sin embargo, esta compañía no cuenta con un sistema de sostenibilidad ni una política ambiental.
- Reciclene S.A.<sup>54</sup>. desarrolla Compuestos con cargas minerales y funcionalidades especiales para la industria plástica, recupera residuos post industriales y fabrica productos 100% reciclables para usos industriales. Su objetivo busca ofrecer al mercado materiales y servicios que permitan reducir el impacto ambiental, aportando a la conservación de la calidad de vida futura y el bienestar de nuestro planeta. sin embargo, esta compañía no cuenta con un sistema de sostenibilidad ni una política ambiental.
- Altalene S.A.<sup>55</sup>. expertos en el diseño, desarrollo, producción y comercialización de soluciones en empaques flexibles. cuenta con 28 años de experiencia, tiempo durante el cual han sido líderes en el desarrollo tecnológico y de mercados. sin embargo, esta compañía no cuenta con un sistema de sostenibilidad ni una política ambiental.

## 2.6 SMI COLOMBIA

San Miguel Industrias creado desde 1995, provee soluciones integrales con los más altos estándares de calidad y servicio, se encuentra en más de 15 países en América Latina, más de 100 máquinas de manufactura primaria y 246 plantas de reciclaje, el modelo de sostenibilidad se basa en reducir al máximo la huella ambiental a través de prácticas sostenibles de envasado, practicando reciclado botella a botella que permite la producción de envases PET de hasta 100% de resina reciclada; cuenta con 2 plantas de reciclado en Perú y Colombia, 125.000.000 botellas recicladas al mes y 30.000 toneladas de desechos reciclados al año<sup>56</sup>.

---

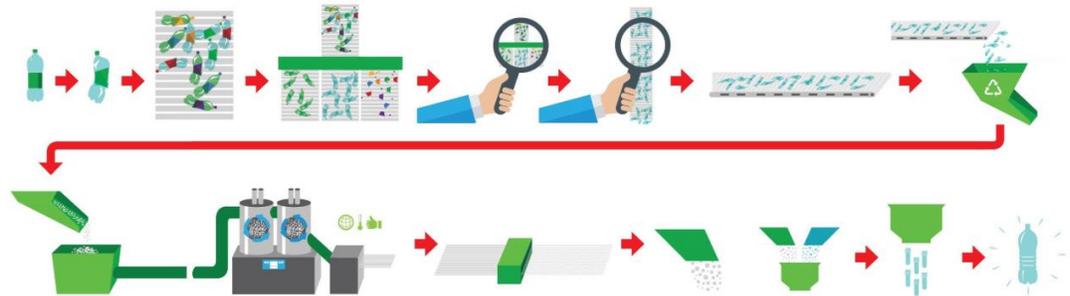
<sup>53</sup> VINIPACK S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://plastilene.net/vinipack/nosotros>

<sup>54</sup> RECICLENE S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plastilene.net/reciclene4/nosotros>

<sup>55</sup> ALTALENE S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://plastilene.net/altalene/nosotros>

<sup>56</sup> SMI COLOMBIA. Información corporativa-Nosotros, SMi Colombia. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.smi.com.pe/es/Nosotros>

**Gráfica 5** Proceso de reciclado botella a botella SMI



**Fuente:** SMI COLOMBIA. Sostenibilidad, SMi Colombia. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.smi.com.pe/es/Sostenibilidad>

Evidenciando que su proceso detallado de reciclaje botella a botella permite diferenciarse del resto de la industria plástica. Sin embargo no presenta informe de sostenibilidad para obtener información más detallada con respecto a sus políticas ambientales y ecológicas.

## 2.7 ALICO S.A.

Fundada el 10 de julio de 1981, comercializa y fabrica empaques especializados para diferentes sectores como el alimenticio, químico, farmacéutico, aseo, textil, construcción e industrial, con estructuras plásticas simples y complejas, cada una de ellas con una aplicación específica que permite empacar cualquier producto, busca fomentar estrategias de sostenibilidad que les permitan el equilibrio económico, ambiental y social, con altos estándares de productividad, preservando la ética empresarial<sup>57</sup>.

El modelo de sostenibilidad<sup>58</sup> y gestión ambiental se enfoca en la reducción y control de recursos, para reducir todos los aspectos e impactos ambientales que genera el proceso productivo, en 2016 las cifras de aprovechamiento de residuos internos recupero 40.17 Toneladas de polietileno para la fabricación de todo el material de empaque para producto terminado (bolsas y rollos) y 41.3 Toneladas de poliestireno en la división de termoformado para la fabricación de lámina para producto terminado.

<sup>57</sup> ALICO S.A. Información corporativa-Nosotros, Alico S.A. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://alico-sa.com/es/nosotros/>

<sup>58</sup> ALICO S.A. Sostenibilidad, Alico S.A. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://alico-sa.com/es/sostenibilidad/>

## 2.8 MICROPLAST

Microplast – Coldeplast, es una compañía productora de empaques flexibles con 60 años de experiencia en el mercado, especializada en negocios tan importantes y exigentes como alimentos e higiénicos, donde su mayor reto es la satisfacción del cliente. Contamos con 2 plantas de producción estratégicamente localizadas en Medellín, Colombia, con una capacidad instalada superior a 400 millones de metros lineales/año. Entregamos nuestros productos en forma de rollos, bolsas y hojas<sup>59</sup>.

El modelo de sostenibilidad<sup>60</sup> se centra en reducir los impactos ambientales significativos relacionados con los procesos, las actividades y el entorno que los rodea, así como cumplir con la normatividad actual y las directrices del convenio de producción más limpia, así como reducción de recursos optimizando sus procesos industriales y desde el año 2002 cuenta con la certificación NTC-ISO 14001:2004.

## 2.9 LITOPLAS S.A.

“LitoPlas S.A. es una empresa dedicada a la transformación y conversión de empaques flexibles, fundada en 1967, ubicada en Barranquilla”<sup>61</sup>, su política empresarial se enfoca en el diseño, desarrollo y fabricación de empaques contribuyendo con la calidad de vida del consumidor, no cuentan con un desarrollo de modelo de sostenibilidad. No se menciona nada referente a un marco ambiental más allá de un sistema de reciclaje interno de la compañía.

## 2.10 MINIPAK

Empresa líder en el mercado de empaques flexibles, caracterizada por una constante innovación tecnológica, un alto sentido de servicio al cliente y total conciencia ambiental, durante más de 40 años de trayectoria, exportando más del 50% de nuestra producción a más de 30 países, contando con más de 400 colaboradores y más de 10.000 productos, su sostenibilidad se basa en generar el menor impacto ambiental a través de procesos productivos avanzados<sup>62</sup>.

---

<sup>59</sup> MICROPLAST. Información corporativa-Nuestra compañía, Codelplast [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.microplast.com.co/quienes-somos/>

<sup>60</sup> MICROPLAST. Desarrollo sostenible-responsabilidad con el ambiente, Codelplast [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.microplast.com.co/responsabilidad-ambiental/>

<sup>61</sup> LITOPLAS S.A. Información corporativa-Quienes somos, Litoplas S.A. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.litoplas.com.co/li/quienes-somos.php>

<sup>62</sup> MINIPAK. Información corporativa-Quienes somos, minipak. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.minipak.com.co/somos-minipak.html>

Minipak<sup>63</sup> asegura ser la única planta de flexibles en Colombia que trata el 100% de sus aguas residuales y destacan algunos aspectos ambientales:

- Reducción de espesores buscando disminuir los kilos de empaque por unidad.
- Pigmentación de películas buscando menores aplicaciones de tintas.
- Desarrollo de aplicaciones de empaques sostenibles, entre ellas PLA, películas bio y oxo degradables.
- Reducción de emisiones de volátiles.
- Sus productos conforman total cumplimiento a las normas internacionales más estrictas en materia ambiental y de buenas prácticas de manufactura. Reprocesan el 100% de los residuos industriales internos, los solventes sobrantes se llevan a torres de destilación para retirar los sólidos suspendidos y se re utilizan en las operaciones varias maximizando su aprovechamiento y minimizando el impacto ambiental

La empresa no presenta informes de sostenibilidad.

## **2.11 IBERPLAST S.A.S.**

“IBERPLAST S.A.S., es una compañía dedicada a la fabricación y comercialización nacional e internacional de tapas y preformas, elaborados con resinas plásticas, acero cromado y aluminio para bebidas carbonatadas, agua mineral, entre otros”<sup>64</sup>.

Iberplast S.A.S<sup>65</sup>. afirma estar comprometida con la preservación del medio ambiente, encaminada a orientar todos sus esfuerzos para prevenir corregir y mitigar el impacto ambiental derivado del desarrollo de sus actividades, apoyados en la mejora continua de la gestión ambiental, la producción más limpia y el uso sostenible de recursos a través de:

- Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental que permita la valoración y seguimiento de los impactos ambientales y el fomento de la cultura del cuidado del medio ambiente en las actividades que realiza la compañía.
- Cumplimiento a cabalidad del marco legal ambiental aplicable.
- Medición y control en la generación de emisiones y vertimientos.

---

<sup>63</sup> MINIPAK. Sostenibilidad, minipak. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.minipak.com.co/sostenibilidad-minipak.html>

<sup>64</sup> IBERPLAST S.A.S. Información corporativa-Quienes somos, iverplast S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.iberplast.com.co/quienes-somos>

<sup>65</sup> IBERPLAST S.A.S. Responsabilidad ambiental, iverplast S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.iberplast.com.co/responsabilidad-ambiental>

- Incorporar estrategias tendientes a fabricar productos amigables con el medio ambiente.
- Uso sostenible del agua.
- Uso racional y eficiente de energía.
- Reducción, reutilización, reciclaje y disposición adecuada de los residuos generados.
- Cálculo de huella de carbono con el fin de generar estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero.

## 2.12 PLASTICEL

PLÁSTICOS ESPECIALES S.A.S. fue fundada en 1973 en la ciudad de Cali, Colombia. Produce empaques y recipientes plásticos que cumplen con los estándares de calidad tanto para clientes nacionales como internacionales. Desarrolla empaques para la conservación de productos alimenticios como snacks, confites, congelados, salsas, pastas, azúcar, café, lácteos, harinas y avenas, entre otros<sup>66</sup>.

Sus compromisos ambientales buscan la conservación Por medio del control y reducción de nuestros principales impactos: consumo de energía, generación de residuos y emisiones de COVs. Algunos de sus logros ambientales destacados son<sup>67</sup>:

- Reducir el consumo de solvente original en 15%.
- Invertir más de \$200.000.000 COP al año en la disposición de residuos.
- Con la reclasificación de residuos contribuyen al reciclaje de 520 Ton/año.
- Recuperar 230 Ton de solventes al año.
- Recuperar 1400 Ton de residuos de plástico postindustrial al año.

## 2.13 PLASTICOS TRUHER S.A.

PLASTICOS TRUHER S.A. fue fundada en el año de 1959, empresa con más de 50 años de experiencia, especialistas en los procesos de inyección, soplado e inyectó-soplado; para esto cuentan con más de 120 máquinas distribuidas entre las plantas de Sabaneta y Manizales y adicionalmente están en proceso de construcción de nuevas plantas en Guarne y Bogotá. Certificados bajo las normas ISO 9001 y TS 16949, además de cumplir con estándares de buenas prácticas de manufactura.<sup>68</sup>

---

<sup>66</sup> PLASTICEL. Información corporativa-Acerca de plasticel, plásticos especiales S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plasticel.com/es/sobre-nosotros/>

<sup>67</sup> PLASTICEL. Sostenibilidad, plásticos especiales S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plasticel.com/es/sostenibilidad/>

<sup>68</sup> TRUHER. Información corporativa-Misión, visión y reseña histórica, Plásticos Truher S.A. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://plasticostruher.com/index.php/nosotros/mision-vision-y-resena-historica>

La misión y visión de la compañía están enfocados en destacar en el mercado nacional con calidad, sin embargo, no mencionan compromisos medioambientales o estándares de sostenibilidad.

### 3. MARCO LEGAL Y TRIBUTARIO

Para contextualizar el marco legal y tributario colombiano conforme a esta investigación vamos a partir del artículo 79 de la constitución política de Colombia, donde este indica que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de”<sup>69</sup>. Sin embargo, dicho artículo no ha sido cumplido en su totalidad ya que el estado y empresas privadas no se han comprometido del todo con las afectaciones del plástico, según Greenpeace<sup>70</sup>, hay 124 municipios altamente rurales con sitios de disposición final inadecuados. Los departamentos que cuentan con más municipios con este tipo de disposición inadecuada son: Bolívar (27), Chocó (17), Magdalena (17) y Cauca (10). Estos sitios de disposición fomentan la filtración de residuos plásticos hacia los ecosistemas colombianos.

El artículo 80. Indica “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”<sup>71</sup>. Pero basados en las estadísticas de Greenpeace el Rio Magdalena y Rio Amazonas se encuentran entre los 20 ríos más contaminados del planeta<sup>72</sup>.

---

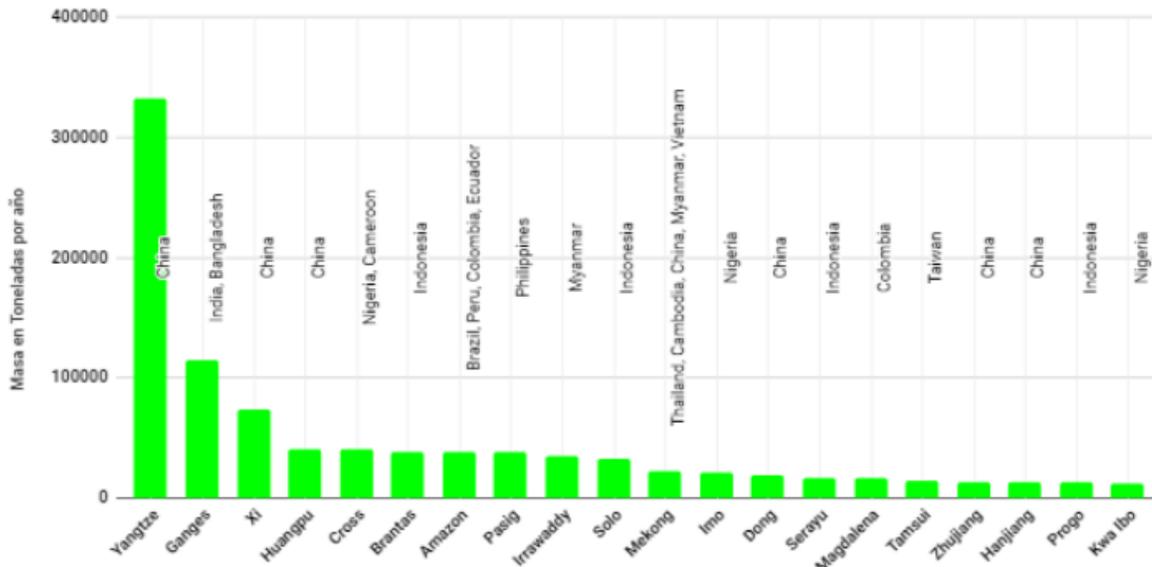
<sup>69</sup> COLOMBIA. CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA y CORTE CONSTITUCIONAL. Artículo 79. (20, julio, 1991). Constitución política de Colombia. Bogotá D.C., 1991, p. 40

<sup>70</sup> GREENPEACE. Op cit. p. 7.

<sup>71</sup> COLOMBIA. CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA y CORTE CONSTITUCIONAL. Artículo 80. (20, julio, 1991). Constitución política de Colombia. Bogotá D.C., 1991, p. 40

<sup>72</sup> GREENPEACE. Op cit. p. 7.

**Gráfica 6** Ríos más contaminados del mundo



**Fuente:** GREENPEACE. Colombia mejor sin plásticos. Greenpeace. Octubre 2018, p. 6 [en línea]. [Consultado 10 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://greenpeace.co/pdf/reporte\\_plasticos.pdf](http://greenpeace.co/pdf/reporte_plasticos.pdf)

Debido a esto el representante a la cámara Juan Carlos Lozada<sup>73</sup> del partido liberal radico un proyecto de ley para prohibir la fabricación, importación, venta y distribución de plásticos de un solo uso para el año 2030, dicho documento, dicho documento propone que dejen de circular las bolsas de plásticos; las bolsas y rollos de película extensible para el empaque de alimentos a granel; los rollos de película extensible y de burbuja utilizados como envoltura con que se protegen objetos que se van a transportar; los envases y recipientes para llevar alimentos de consumo inmediato; las botellas; los platos, bandejas, cuchillos, tenedores, cucharas; los pitillos y los copitos de algodón, entre otros. Los productores de plásticos de un solo uso, contarán hasta el 31 de diciembre de 2029 para sustituirlos por materiales no contaminantes del suelo, el aire, el agua, ni perjudiciales para la salud de los seres vivos, en el marco de la responsabilidad extendida del productor.

Colombia igual que varios países latinoamericanos ha realizado algunos avances para limitar el uso del plástico e implementar alternativas para la sustitución, el decreto 2198 de 2017, el decreto 640 de 2018 y la resolución 1407 de 2018 nos darán información con respecto a generalidades, conceptos e impuestos todo en relación a los plásticos, para entender como es el marco legal y tributario colombiano.

<sup>73</sup> EL ESPECTADOR. Buscan prohibir los plásticos de un solo uso en Colombia. Redacción medio ambiente. 25 de septiembre, 2018. [en línea]. [Consultado 25 de octubre, 2018]. disponible en internet: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/buscan-prohibir-los-plasticos-de-un-solo-uso-en-colombia-articulo-814292>

### 3.1 DECRETO 2198 DE 2017 (IMPUESTO NACIONAL AL CONSUMO DE BOLSAS PLÁSTICAS)

El decreto brinda algunos conceptos y generalidades para entender todo su contenido.

Tabla 3 Generalidades Decreto 2198 de 2016

Concepto	Definición
Biodegradabilidad	Susceptibilidad que tiene un compuesto o una sustancia química de ser descompuesta por microorganismos.
Bolsa plástica biodegradable	Bolsa fabricada a partir de resinas plásticas en la cual la degradación es el resultado de la acción de microorganismos que se encuentran en forma natural, tales como bacterias, hongos y algas.
Bolsa plástica reutilizable	Bolsa fabricada a partir de resinas plásticas cuyas características técnicas y mecánicas permite su uso varias veces, sin que para ello requiera procesos de transformación
Degradación	Proceso irreversible que conduce a un cambio significativo de la estructura de un material, generalmente caracterizado por una pérdida de sus propiedades como son la integridad, la resistencia mecánica o el cambio de peso molecular o estructura, la fragmentación, entre otros.

Fuente: COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 2198 (26, diciembre, 2017). "Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 del Libro 1 y se adiciona el Título 6 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el parágrafo 1 del artículo 512-15 y los numerales 3 y 4 del artículo 512-16 del Estatuto. Bogotá D.C., p. 3.

El decreto especifica las tarifas diferenciales del Impuesto Nacional al Consumo de Bolsas Plásticas<sup>74</sup> Las bolsas plásticas que ofrezcan soluciones ambientales tendrán tarifas diferenciales del 0%, 25%, 50% o 75% del valor pleno de la tarifa, siempre y cuando se dé cumplimiento a los siguientes requisitos:

- 1. Biodegradabilidad:** Bolsa plástica biodegradable en un porcentaje igual o superior al treinta por ciento (30%) según lo indicado en las normas NTC-5991-2014, ASTM 06400-04, UNE-EN-ISO 13432:2000-11, DIN V54900-2. En todo caso, la bolsa plástica no debe contener sustancias de interés en su composición

<sup>74</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 2198 (26, diciembre, 2017). "Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 del Libro 1 y se adiciona el Título 6 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el parágrafo 1 del artículo 512-15 y los numerales 3 y 4 del artículo 512-16 del Estatuto. Bogotá D.C., p. 4.

como Zinc (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Arsénico(As) y Cobalto (Co).

2. **Porcentaje de material reciclado en la composición de la bolsa:** La bolsa plástica debe contener, como mínimo un cuarenta por ciento (40%) de material reciclado pos-consumo o pos-industrial, la cual se demostrará conforme a lo dispuesto en la ficha técnica que establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para tal fin.
3. **Reutilización:** Bolsa plástica que, mediante prueba de carga dinámica, demuestre que es reutilizable con la máxima carga indicada, de acuerdo con la norma UNE 53942-2009.

**Tabla 4** Tarifas diferenciales por impacto ambiental generado por la bolsa plástica

Nivel de impacto al ambiente y a la salud pública	Requisitos cumplidos	Porcentaje aplicable a la tarifa plena
4	La bolsa plástica cumple el requisito previsto en el numeral 2 o en el numeral 3.	75%
3	La bolsa plástica cumple el requisito previsto en el numeral 1, o cumple simultáneamente los requisitos previstos en los numerales 2 y 3.	50%
2	La bolsa plástica cumple simultáneamente los requisitos previstos en los numerales 1 y 2, o cumple simultáneamente los requisitos previstos en los numerales 1 y 3.	25%
1	La bolsa plástica cumple simultáneamente los requisitos previstos en los numerales 1, 2 Y 3.	0%

**Fuente:** COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 2198 (26, diciembre, 2017). "Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 del Libro 1 y se adiciona el Título 6 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el parágrafo 1 del artículo 512-15 y los numerales 3 y 4 del artículo 512-16 del Estatuto. Bogotá D.C., p. 3.

El decreto también especifica que no causan el impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas<sup>75</sup>, las bolsas biodegradables que cumplan con cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Para biodegradabilidad en condiciones ambientales y compostabilidad: La bolsa plástica deberá cumplir con todos los requisitos contenidos en alguna de las siguientes normas: NTC-5991-2014 (Norma Técnica Colombia), ASTM 06400-04, UNE-EN-ISO 13432:2000-11 o OIN V54900-2.

<sup>75</sup> *Ibíd.*, p. 5

2. Para biodegradabilidad en rellenos sanitarios: La bolsa plástica deberá ser biodegradable en un porcentaje igual o superior al cincuenta por ciento (50%), para un periodo de 365 días en un ensayo de degradación acelerada simulando condiciones de un relleno sanitario realizado conforme a la norma ASTM 07475-11 y las pruebas de ecotoxicidad, según normas 05951-96(2002) y 06954-04.

**Parágrafo 1.** En todo caso, las bolsas plásticas no deben contener sustancias de interés en su composición como Zinc (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Arsénico(As) y Cobalto (Ca).

Las bolsas plásticas reutilizables no causan el impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas si cumple con los siguientes requisitos según el decreto 2198<sup>76</sup>: las bolsas plásticas reutilizables que cumplan la totalidad de las siguientes características técnicas y mecánicas:

1. Tener una vida útil mínima equivalente a ciento veinticinco (125) usos sin que requiera de procesos de transformación, en una distancia de transporte mínima de cincuenta (50) metros con la máxima capacidad portante anunciada en la bolsa, de acuerdo con el Municipal Code 195.01, July, 2013 (L.A., CAL., MUN. COOE § 195.01 (J) (2013», Los Ángeles, California, United States).
2. Permite ser limpiada o desinfectada sin deformarse o perder sus características.

### **3.2 DECRETO 640 DE 2018**

En este decreto seremos enfáticos en el artículo 1.3.2.1.16 el cual expresa una retención en el Impuesto sobre las Ventas - IVA para venta de residuos plásticos para reciclar (desperdicios y desechos).

De conformidad con lo dispuesto en el parágrafo 4 del artículo 437-4 del Estatuto Tributario, extiéndase el mecanismo de que trata este artículo al Impuesto sobre las Ventas - IVA causado en la venta de residuos plásticos para reciclar (desperdicios y desechos) identificados con la nomenclatura NANDINA 39.15, el cual se genera cuando estos sean vendidos a empresas de fabricación de sustancias y productos químicos básicos, de fabricación de plásticos de formas primarias, de fabricación de fibras sintéticas y artificiales, de fabricación de formas básicas de plástico y de fabricación de artículos de plástico no clasificados previamente (N.C.P.).

El Impuesto sobre las Ventas - IVA generado de acuerdo con el inciso anterior será retenido en el cien por ciento (100%) por las empresas de fabricación de sustancias y productos químicos básicos, de fabricación de plásticos de formas primarias, de fabricación de fibras sintéticas y artificiales, de fabricación de formas básicas de plástico y de fabricación de artículos de plástico no clasificados previamente (N.C.P.).

---

<sup>76</sup> Ibíd., p. 6

El impuesto generado dará derecho a impuestos descontables en los términos del artículo 485 del Estatuto Tributario<sup>77</sup>.

De igual manera el decreto expresa 4 párrafos con el objetivo de aclarar el artículo 1.3.2.1.16. En este se consideran las empresas de fabricación de sustancias y productos químicos básicos, la importación de residuos plásticos para trabajar, la venta de residuos plásticos y a la aplicación de retención según sea un vendedor gran contribuyente.

**Parágrafo 1.** Para efectos de este artículo se consideran empresas de fabricación de sustancias y productos químicos básicos, de fabricación de plásticos de formas primarias, de fabricación de fibras sintéticas y artificiales, de fabricación de formas básicas de plástico y de fabricación de artículos de plástico N.C.P., las empresas cuya actividad económica principal se encuentre registrada en el Registro Único Tributario - RUT, bajo los códigos 20. 11, 20.13, 20.30, 22.21 y 22.29, respectivamente, de la Resolución 139 de 2012 expedida por la Unidad Administrativa Especial Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN o la que la modifique o sustituya.

**Parágrafo 2.** La importación de residuos plásticos para reciclar (desperdicios y desechos) identificados con la nomenclatura NANDINA 39.15, se regirá por las reglas generales contenidas en el Libro III del Estatuto Tributario.

**Parágrafo 3.** La venta de residuos plásticos para reciclar (desperdicios y desechos) identificados con la nomenclatura NANDINA 39.15 por parte de una empresa de fabricación de sustancias y productos químicos básicos, de fabricación de plásticos de formas primarias, de fabricación de fibras sintéticas y artificiales, de fabricación de formas básicas de plástico y de fabricación de artículos de plástico N.C.P. a otra y/o a cualquier tercero, se regirá por las reglas generales contenidas en el Libro III del Estatuto Tributario.

**Parágrafo 4.** Cuando un vendedor de residuos plásticos para reciclar (desperdicios y desechos) identificados con la nomenclatura NANDINA 39.15 sea un contribuyente que tenga la calidad de Grande según la Resolución expedida por la U.A.E. Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales - DIAN o la que la modifique o sustituya, no se aplicará la retención del cien por ciento (100%) de que trata el inciso segundo del presente artículo. En dichos casos se aplicarán las normas generales de retención en la fuente del Impuesto Sobre las Ventas – IVA.<sup>78</sup>

---

<sup>77</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 640 (11, abril, 2018). Por el cual se modifica el Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria para adicionar los párrafos 4, 5 Y 6 al artículo 1.2.6.8. del Título 6, Parte 2 del Libro 1; el artículo 1.204.7.4. al Capítulo 7, Título 4, Parte 2 del Libro 1 y el artículo 1.3.2.1.16. al Capítulo 1, Título 21 Parte 3 del Libro 1. Bogotá D.C., p. 5 y 6.

<sup>78</sup> *Ibíd.*, p. 6

### 3.3 RESOLUCIÓN 1407 DE 2018

La resolución 1407<sup>79</sup> tiene por objeto reglamentar la gestión ambiental de residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal. Para el entendimiento de esta resolución se establece a los productores la obligación de formular, implementar y mantener actualizado un Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques, que fomente el aprovechamiento.

**Tabla 5** Generalidades resolución 1407

Concepto	Definición
Aprovechamiento de residuos de envases y empaques	Proceso(s) mediante el(los) cual(es) los residuos de envases y empaques se recuperan, por medio de la reutilización el reciclaje, la valorización energética, y/o el coprocesamiento, con el fin de incorporarlos al ciclo económico para la generación de beneficios sanitarios, ambientales, sociales o económicos.
Envase empaque primario	o Es aquel de primer nivel o interior, es decir, que se encuentra en contacto directo con el producto. Es la mínima unidad de empaque que se conserva desde la fabricación hasta el último eslabón de la cadena de comercialización, es decir, el consumidor
Envase empaque de nivel medro secundario	o Es aquel diseñado para contener un número determinado de envases y empaques primarios con el fin de dar protección adicional a las unidades de venta, de permitir una mejor manipulación o con fines comerciales.
Mecanismos equivalentes de recolección de envases y empaques	Procedimientos alternos que pueden emplearse para la devolución de residuos de envases o empaques para su posterior traslado a centros de acopio y/o aprovechamiento, por ejemplo, brigadas de limpieza o campañas periódicas de recolección desde la fuente de generación.
Productor	Persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas las ventas a distancia o por medios electrónicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Fabrique, ensamble o re manufacture bienes para su comercialización en el territorio colombiano, de su propia marca, siempre que se realice en ejercicio de actividad comercial con destino al consumidor final y que estén contenidos en envases y/o empaques.</li> <li>b) Importe bienes para poner en el mercado nacional, con destino al consumidor final contenidos en envases y/o empaques.</li> <li>c) Ponga en el mercado como titular de la marca exhibida en los envases y/o empaques de los diferentes productos.</li> <li>d) Ponga en el mercado envases y/o empaques diseñados para ser usados por una sola vez.</li> </ul>

**Fuente:** COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1407 (26, julio, 2018). Por la se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., p. 3.

<sup>79</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1407 (26, julio, 2018). Por la se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., p. 4.

El artículo 6 de la resolución 1407 de 2018<sup>80</sup> determina el contenido de un plan de gestión ambiental de envases y empaques desde la identificación de actores hasta la descripción general de las características del funcionamiento técnico, logístico y operativo del plan de gestión ambiental.

**Artículo 6. Contenido del plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques.** Los planes individuales o colectivos de gestión de envases y empaques deberán contener como mínimo la siguiente información:

- a) Identificación, domicilio, nacionalidad y NIT del promotor o del grupo de productores que hagan parte del plan, según aplique.
- b) Identificación y domicilio del (los) operador(es) o administrador(es) del plan, cuando a ello haya lugar.
- c) Identificación de los actores que forman parte del plan, de la forma en que participan en el mismo y de sus responsabilidades.
- d) Estructura administrativa y técnica definida para la implementación de plan, incluyendo todas las personas que formen parte del plan de gestión ambiental de envases y empaques.
  - Organigrama, funciones y responsabilidades.
  - Identificación y domicilio de las personas naturales y jurídicas seleccionadas para realizar la recolección, almacenamiento y aprovechamiento, anexando copia de los respectivos permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales cuando hubiese lugar.
- e) Número de personas naturales o jurídicas involucradas en la clasificación, almacenamiento y aprovechamiento de residuos de envases y empaques por tipo de material y municipio en el cual se realiza la gestión.
- f) Determinación de la línea base de materiales puestos en el mercado:
  - Peso global en toneladas de materiales de envases y empaques puestos en el mercado.
  - Para los envases y empaques multimateriales, primará para el reporte, el material con mayor porcentaje en la composición total del mismo cuando este material supere el 70% de peso total de los envases o empaque, de lo contrario deberá reportar todos los materiales.
  - Peso total en toneladas de empaques y envases puestos en el mercado discriminando por el tipo de envases y empaques: papel, cartón, vidrio, plásticos y metal.
  - Cuando se trate de un plan colectivo, se deberá reportar el peso total en toneladas puesta en el mercado para el conjunto, y discriminar por tipo de material de envases y empaques puestos en el mercado
- g) Meta a cumplir de conformidad con lo establecido en el artículo 9 de la presente resolución.
- h) Descripción general de las características y el funcionamiento técnico, logístico y operativo del plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques.
  - Descripción y localización de puntos de recolección a que hubiere lugar y de los sitios de almacenamiento y los sitios de aprovechamiento por cada tipo de residuo.
  - Capacidad de las empresas transformadoras que realizan el aprovechamiento de residuos de envases y empaques, por categoría mundial.
  - Descripción detallada de las estrategias que se van a utilizar para realizar la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques.
  - Cobertura geográfica, identificando las entidades territoriales en los cuales opera.

---

<sup>80</sup> *Ibíd.*, p. 4

- Programas de sensibilización y cultura ciudadana al consumidor para la separación en la fuente e impactos ambientales.
  - Mecanismos de financiación y costos de implementación.
  - Mecanismos de seguimiento y verificación de la información y datos de que tratan los numerales anteriores, con indicadores y responsables dentro del organigrama.
- i) Inversión en la investigación aplicada y el desarrollo experimental para la innovación y el eco diseño.
  - j) La información adicional que se considere necesaria para su mejor implementación.<sup>81</sup>

El artículo 9<sup>82</sup> da a conocer las metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques con respecto al peso total de envases y empaques puestos por ellos en el mercado en el año base, en los porcentajes establecidos en la siguiente tabla

**Tabla 6** Metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques en porcentaje

Periodo de evaluación año	Incremento anual (%meta)	Meta de aprovechamiento de residuos de envases y empaques (%)
2021	10%	10
2022	2%	12
2023	2%	14
2024	2%	16
2025	2%	18
2026	2%	20
2027	2%	22
2028	2%	24
2029	2%	27
2030	3%	30

**Fuente:** COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1407 (26, julio, 2018). Por la se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., p. 3.

Según el artículo 11<sup>83</sup> el productor deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Formular, implementar y mantener actualizados los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques.

---

<sup>81</sup> *Ibíd.*, p. 6

<sup>82</sup> *Ibíd.*, p. 6

<sup>83</sup> *Ibíd.*, p. 11

- b) Presentar ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, el plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, así como los informes de avance anual en los términos establecidos en la presente resolución.
- c) Definir, desarrollar y liderar los proyectos, acuerdos, alianzas o convenios necesarios con actores, que permitan el avance en la gestión ambiental de residuos de envases y empaques y el cumplimiento de las metas establecidas en la presente resolución.
- d) Promover alianzas con las estaciones de clasificación y aprovechamiento existente en los municipios, empresas transformadoras, gestores y demás actores relacionados con las cadenas de valor del reciclaje.
- e) Promover la incorporación de los lineamientos de la economía circular, en la priorización de alternativas de aprovechamiento de los residuos de envases y empaques.
- f) Apoyar al fabricante en la innovación y el eco-diseño para la fabricación de envases y empaques con características de sostenibilidad.

Según el artículo 13<sup>84</sup> toda persona que fabrique, importe envases y empaques o provea materias primas para la fabricación de envases y empaques con fines de comercialización, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Apoyar y participar en el desarrollo de los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques a solicitud del productor.
- b) Apoyar a los productores en materia de investigación aplicada y desarrollo experimental para la innovación y el ecodiseño de envases y empaques.
- c) Contribuir al diseño e implementación de programas de sensibilización, cultura ciudadana y capacitación al consumidor para la separación en la fuente e impactos ambientales que se establezcan en los Planes de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques.

Según el artículo 14<sup>85</sup> toda persona natural o jurídica, que realice la recolección, clasificación y pesaje de los residuos de envases y empaques, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

---

<sup>84</sup> *Ibíd.*, p. 12

<sup>85</sup> *Ibíd.*, p. 12

- a) Publicar los criterios y estándares de calidad para el aprovechamiento de los residuos de envases y empaques en plataformas digitales o un lugar visible dentro de sus instalaciones.
- b) Reportar cobertura, capacidad de almacenamiento y la información solicitada para fines de cumplimiento de los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques a los cuales se encuentren vinculados, en cuanto a los residuos de envases y empaques gestionados.
- c) Sensibilizar a los consumidores y demás actores relaciones, respecto a las diferentes maneras y posibilidades de recolección, clasificación y acondicionamiento para mejorar la eficiencia de la gestión de residuos de envases y empaques, cuando a ello haya lugar.
- d) Entregar los materiales preparados a las empresas transformadoras, ya sea para la producción de materia prima o de productos terminados, para las actividades debidamente autorizadas y legalmente constituidas, de acuerdo a los estándares establecidos por dichas empresas.

Según el artículo 15<sup>86</sup> Toda empresa natural o jurídica que transforme el material aprovechable en materia prima y/o producto final y lo devuelva a la cadena productiva y/o realice su valoración energética, deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- a) Apoyar a los productores en la implementación de los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques de los productores presentados ante la ANLA.
- b) Apoyar al productor en las estrategias dirigidas a promover el incremento de las tasas de aprovechamiento de los residuos de envases y empaques.
- c) Publicar los criterios y estándares de calidad para el aprovechamiento de los residuos de envases y empaques en plataformas digitales y/o un lugar visible dentro de sus instalaciones.
- d) Expedir certificación a los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques presentados a la ANLA, que incluya la información contenida de certificación de residuos de envases y empaques aprovechados, que forma parte de la presente resolución.

---

<sup>86</sup> *Ibíd.*, p. 13

- e) Apoyar a los productores en el diseño e implementación de programas de sensibilización, cultura ciudadana hacia el consumidor para la separación en la fuente.

Según el artículo 16<sup>87</sup>. Las Obligaciones del consumidor final son las siguientes:

- a) Entregar los residuos de envases y empaques separados en los puntos de recolección establecidos por los productores.
- b) Realizar una correcta separación en la fuente de los residuos de envases y empaques.
- c) Entregar los residuos de envases y empaques en los puntos de recolección o a través de los mecanismos equivalentes establecidos por los productores.

Para finalizar con la identificación legal y tributaria que se relaciona con los envases y el plástico en general el gobierno colombiano ha decidido implementar una tarifa al consumo de bolsas plásticas, el Artículo 512-15<sup>88</sup> del estatuto tributario nacional impuso un impuesto nacional al consumo la entrega a cualquier título de bolsas plásticas cuya finalidad sea cargar o llevar productos enajenados por los establecimientos comerciales que las entreguen.

**Tabla 7** Tarifa del impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas

Año	Tarifa en pesos por bolsa
2017	\$20
2018	\$30
2019	\$40
2020	\$50

**Fuente:** COLOMBIA, ESTATUTO TRIBUTARIO NACIONAL. Artículo 512-15 (1, julio, 2017). Por la se reglamenta el impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas. Bogotá D.C., p. 1.

El Parágrafo 1<sup>89</sup> aclara que La tarifa de las bolsas plásticas que ofrezcan soluciones ambientales será del 0%, 25%, 50% o 75% del valor pleno de la tarifa, según el nivel (de 1 a 4) de impacto al medio ambiente y la salud pública, definido por Ministerio

---

<sup>87</sup> *Ibíd.*, p. 13

<sup>88</sup> COLOMBIA, ESTATUTO TRIBUTARIO NACIONAL. Artículo 512-15 (1, julio, 2017). Por la se reglamenta el impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas. Bogotá D.C., p. 1.

<sup>89</sup> *Ibíd.*, p. 1

de Ambiente y Desarrollo Sostenible con base en la reglamentación que establezca el Gobierno Nacional. Para este fin el Ministerio de Ambiente deberá adelantar un estudio de los estándares de industria sobre el nivel de degradabilidad de los materiales plásticos en rellenos sanitarios.

#### **4. TECNOLOGIAS DE EMPAQUES BIODEGRADABLES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS CON MAYOR POTENCIAL DE DESARROLLO**

Basados en los capítulos anteriormente expuestos, se pretende analizar el potencial que tiene Colombia para la producción de empaques biodegradables partiendo del problema que se ha evidenciado en el desarrollo de esta monografía, para lograr entender el contexto actual de las empresas colombianas productoras de empaques para alimentos.

La mayoría de empresas a nivel mundial están adoptando un enfoque medio ambiental con una ideología de economía circular donde básicamente buscan cerrar el ciclo de vida del producto buscando minimizar la extracción de materiales reutilizando y reintegrando sus productos usados para elaborar nuevos. Sin embargo, en la industria del plástico específicamente para alimentos se dificulta debido a que básicamente dependen de los consumidores y de su buena gestión ecológica para obtener devuelta estos materiales para ser reprocesados, aun así, en muchos países se han incrementado las campañas de concientización de las afectaciones ambientales causadas por la falta de cultura del reciclaje.

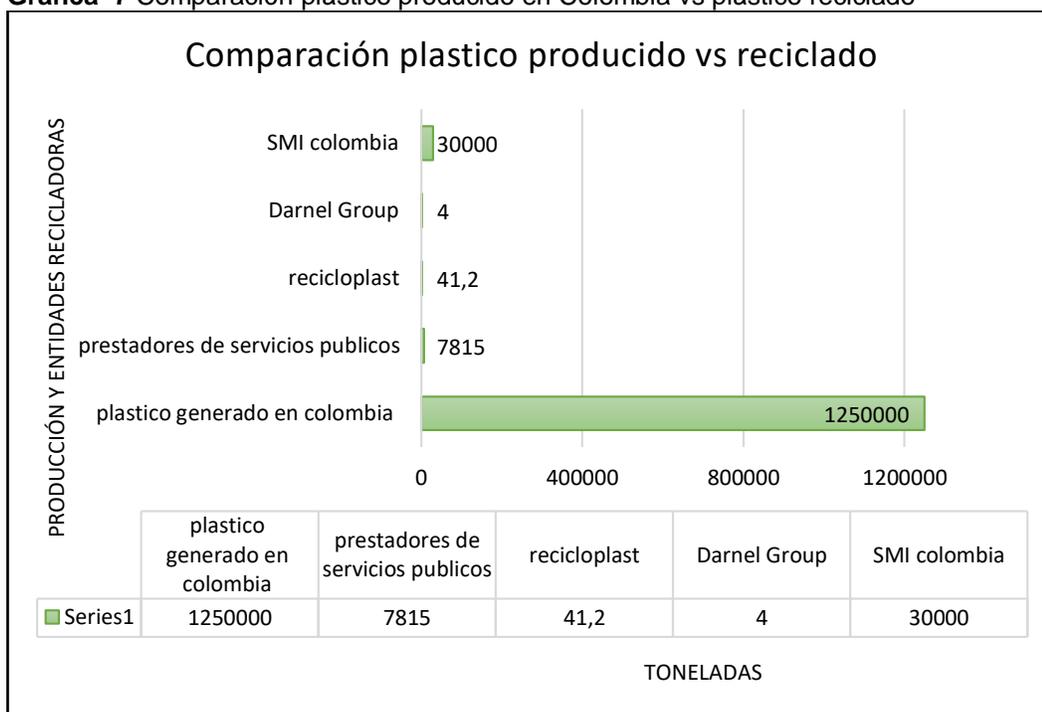
Como fue mencionado anteriormente “Colombia genera aproximadamente 1.250.000 toneladas de plástico al año<sup>90</sup>” y según el informe nacional de aprovechamiento<sup>91</sup> de 2016 los prestadores de servicios públicos reciclaron 7.815 ton de plástico a nivel nacional, recicloplast una entidad patrocinada por Carvajal empaques recupero 41,2 toneladas de empaques plásticos postconsumo, Darnel Group recuperando casi 4 toneladas de plástico evitando la sustracción de materias vírgenes, SMI Colombia con sus dos plantas de producción de plástico reciclado utilizando 30.000 ton anuales.

---

<sup>90</sup> GREENPEACE. Op cit. p. 7.

<sup>91</sup> SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS. Informe nacional de aprovechamiento (diciembre 2017), p. 44. Bogotá D.C. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. <http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

**Gráfica 7** Comparación plástico producido en Colombia vs plástico reciclado



**Nota:** gráfico realizado por el autor

Como se puede notar claramente en la gráfica7 los esfuerzos por las empresas pareciesen inútiles en comparación con la producción nacional de plástico y como lo ratifica Greenpeace el reciclaje en Bogotá es de solo el 17% junto con los 124 municipios altamente rurales con sitios de disposición final inadecuados, hacen que 74% de los envases vaya a para a los rellenos sanitarios<sup>92</sup>, sin contar los que terminan en los ríos contaminando y dañando los ecosistemas. Es por este motivo que la economía circular parece una utopía conforme a la pésima gestión de reciclaje propuesta por las entidades regulatorias y la poca disposición de la ciudadanía colombiana en contribuir con el cambio. Básicamente, aunque las empresas estén sumamente dispuestas a contribuir con re procesar dichos materiales el problema radica en que estos materiales nunca llegan a sus centros de incorporación de procesos.

Es por este motivo que se ha hecho la apertura al tema de empaques biodegradables donde la empresa no debería preocuparse por la disposición final de sus productos si se garantiza la bio degradabilidad del material en un 100%, esto disminuiría el aporte tributario que debe realizar cada empresa por las afectaciones medio ambientales y contribuiría directamente con el artículo 79 de la constitución política de Colombia garantizando un ambiente sano y entendiéndose que quedarían exentos de pagar las tarifas por las afectaciones medio ambientales del

<sup>92</sup> GREENPEACE. Op cit. p. 7.

plástico según el decreto 2198 de 2016 y no aplicarían a las obligaciones de la resolución 1407 del 2018 ya que no es necesario el aprovechamiento de los residuos de envases y empaques plásticos.

Sin embargo, no todas las empresas cuentan con un área de investigación y desarrollo encargada de diseñar nuevos empaques biodegradables, algunas ni siquiera mencionan un enfoque ambiental dentro de sus políticas empresariales y teniendo en cuenta como ha venido modificándose la legislación en contra del plástico tradicional es fundamental que estas empresas diversifiquen sus materiales conforme con el avance tecnológico y a favor de un medio ambiente sano.

A continuación, se presentarán diferentes alternativas para la elaboración exitosa de bio empaques, entiendo que se requiere una mezcla de ellos para el mejoramiento de sus propiedades mecánicas y físicas. Sin embargo, el alto costo que genera la fabricación de biopolímeros limita su viabilidad industrial es por esto que aún se continúa mezclando con materiales sintéticos. Además, las técnicas de integración más utilizadas para la combinación de películas sintetizadas de hidrocarburos y biopolímeros son: la integración de matrices y posterior vertido, recubrimiento, laminación o coextrusión<sup>93</sup>.

#### **4.1 INTEGRACIÓN POR MATRICES**

Según CRUZ MORFIN, R et al. La integración por matrices es la formación de una película constituida por dos o más materiales mezclados de forma homogénea a lo largo de toda la estructura del material, el almidón es muy utilizado debido a su bajo costo y su elevada tasa de transmisión de vapor de agua, el almidón mezclado con quitosano es un ejemplo exitoso de la integración por matrices, las propiedades mecánicas en conjunto son totalmente diferentes que si se compararan de manera individual, se destacan aspectos y parámetros físicos como: apariencia física, transmitancia, barrera a gases y vapor de agua.

Kim, S, et al.,<sup>94</sup> afirman que la mezcla de ácido poliláctico y almidón de maíz es una aportación importante debido a su bajo costo. Sin embargo, el porcentaje de adición de almidón al ácido poliláctico hace que disminuya la resistencia a la tracción y el alargamiento antes de la ruptura, es por esto que se debe identificar la mejor proporción de adición de ambos materiales para obtener la mejor condición favoreciendo a las propiedades mecánicas.

---

<sup>93</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 47

<sup>94</sup> KIM, S, et al., CHIN, I., YOON, J., KIM, S. Y JUNG, J. Mechanical properties of biodegradable blends of poly(L-lactic acid) En: Korea Polymery Journal, vol. 6,. 1998, p. 422–427. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 47. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

Pruebas realizadas por XU, Y. et al<sup>95</sup>., el Quitosano mezclado con polímeros hidrófilos es una buena alternativa ya que las propiedades mecánicas del Quitosano son muy pobres pero combinado con almidón mejora sus propiedades de resistencia a la tracción y elasticidad es una proporción doble de Quitosano por cada gramo de almidón.

KUCHAIYAPHUM, P; et al<sup>96</sup>., destaca que el Polovinil alcohol (PVA) combinado con almidón de arroz y fibroína de seda, son otro ejemplo de integración por matrices, no obstante es importante aclarar las condiciones óptimas de preparación ya que estas influyen en la transparencia, propiedades mecánicas, solubilidad, transmisión de valor de agua y permeabilidad al oxígeno, las películas con una proporción PVA y almidón 60:40(p:p) y 2% (p/v) de fibroína de seda son ideales para obtener una baja permeabilidad de oxígeno y tienen un porcentaje de biodegradación del 50% en tres meses.

## 4.2 RECUBRIMIENTO

CRUZ MORFIN, R et al<sup>97</sup>., menciona el recubrimiento como un proceso para agregar una capa extremadamente delgada de un material, en la superficie de otro distinto, principal razón para utilizar este método es mejorar la protección contra la humedad y las propiedades de barrera a los gases, igualmente tiene una ventaja con respecto a la proporción o cantidad del material de recubrimiento.

DUAN, J; et al<sup>98</sup>., trabajaron con películas de quitosano recubiertas con celulosa muestran una fuerte interacción lo que genera una mejor resistencia mecánica y

---

<sup>95</sup> XU, Y. et al. Preparation and properties of thermoplastic starch-polyester laminate sheets by coextrusion En: Polymer Engineering and Science, vol. 40(2). 2000, p. 499-506. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 47. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>96</sup> KUCHAIYAPHUM, P; et al. Composition optimization of polyvinyl alcohol/rice starch/silk fibroin-blended films for improving its eco-friendly packaging properties En: Polymer Engineering and Science Journal of Applied Polymer Science, vol. 129(5). 2013, p. 614-2620. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 48. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>97</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 48

<sup>98</sup> DUAN, J; et al. reparation and characterization of cellulose-coated chitosan beads with improved strength and acid resistivity En: Journal of Applied Polymer Science, vol. 126(S1). 2012, p. E173-E179. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de

mayor resistencia a los ácidos. Nanorecubrimientos de alginato de sodio y quitosano, polisacáridos con cargas opuestas, los valores de tasa de transmisión de vapor de agua fueron inferiores comparados con con películas formadas solo de alginato de sodio.

### 4.3 LAMINACIÓN

De acuerdo con CRUZ MORFIN, R et al<sup>99</sup>., es una técnica para adherir dos matrices solidas de películas diferentes, existen varios métodos para combinar las películas, sim embargo es importante tener en cuenta que usualmente se requiere utilizar un sustrato o un adhesivo para garantizar la compactación de estas películas, RHIM, J; et al<sup>100</sup>., fabricaron una película multicapa, el proceso de laminación está compuesto por un aislado proteico de soya, en la capa interior y las capas exteriores ácido poli láctico, las propiedades de transmisión de vapor de agua y gases fue comparable con polietileno de alta y baja densidad, la permeabilidad al oxigeno disminuyo más de 26 veces comparado con una película de ácido poli láctico.

GHANBARZADEH, B. Y OROMIEHI, A. R. <sup>101</sup>., confecciono una película compuesta por proteína de suero de leche y zeina, se utilizaron algunos plastificantes como glicerol y aceite de oliva, se obtuvo que las propiedades de barrera aumentaron en un 200% comparado con películas de suero de leche pura, También se desarrolló una película compuesta de zeina de maíz y proteína de soya, concluyendo que a bajas condiciones de humedad se puede extender la vida del aceite de oliva previniendo la rancidez oxidativa, además encontraron la capacidad de sellado termino se mejora con la adición de una capa adiciones de zeina de maíz.

### 4.4 COEXTRUSIÓN

---

alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 48. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>99</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 48

<sup>100</sup> RHIM, J. et al., Preparation and properties of biodegradable multilayer films based on soy protein isolate and poly(lactide) En: Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 45. 2006, p. 3059-3066. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 48. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>101</sup>GHANBARZADEH, B. Y OROMIEHI, A. R., Thermal and mechanical behavior of laminated protein films En: Journal of Food Engineering, vol. 90(4). 2009, p. 517-524. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 48. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

Según CRUZ MORFIN, R et al<sup>102</sup>., es un método de elaboración de una película multicapa simultánea, los materiales son alimentados al mismo proceso, la ventaja de este proceso es la incorporación de capas muy delgadas de un material costoso, estos procesos son los más utilizados para la aplicación de empaques para alimentos, FABRA et al<sup>103</sup>., menciona que “un elemento clave para la formación de películas extruidas multicapa es la adherencia entre ellas” La poli crolactona muestra buena adherencia con el ácido poli láctico y el poli hidroxialcanoato, se concluyó que era posible aumentar la adhesión en un 50% mediante la adición de mezclas de poliéster en la capa externa o mezclas de almidón de trigo con poliésteres plastificados.

Existen algunas investigaciones donde se elaboran películas coextruidas entre biopolímeros y polímeros sintéticos, CRUZ MORFIN, R et al<sup>104</sup>., menciona que fabricaron una película constituida por polietileno y almidón de maíz para el envasado de brócoli, pan y carne molida de res, concluyendo que no hubo efectos en los parámetros de calidad evaluados en los alimentos.

#### **4.5 PRODUCCIÓN NACIONAL DE ALIMENTOS CON ALTO CONTENIDO DE ALMIDÓN.**

Para determinar la factibilidad de producir biopolímeros a escala industrial es fundamental evaluar el nivel de producción de ciertos materiales para la sustracción o producción de estos, determinando si es común el cultivo de dichos materiales en Colombia, ya que esto evitaría la introducción de otros métodos o siembras en la común agricultura colombiana.

A continuación se presenta un cuadro donde se expresa la cantidad de almidón promedio de algunos alimentos a evaluar en esta monografía que se catalogaron como comunes dentro del ámbito de agricultura colombiana como: maíz, papa, yuca, arracacha, banano, trigo, ciruela, mango.

---

<sup>102</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 49

<sup>103</sup> FABRA et al., Nanostructured biolayers in food packaging En: Trends in Food Science and Technology vol. 31. 2013, p. 79-87. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 49. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

<sup>104</sup> CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Op cit. p. 49

**Tabla 8** Contenido de almidón en alimentos

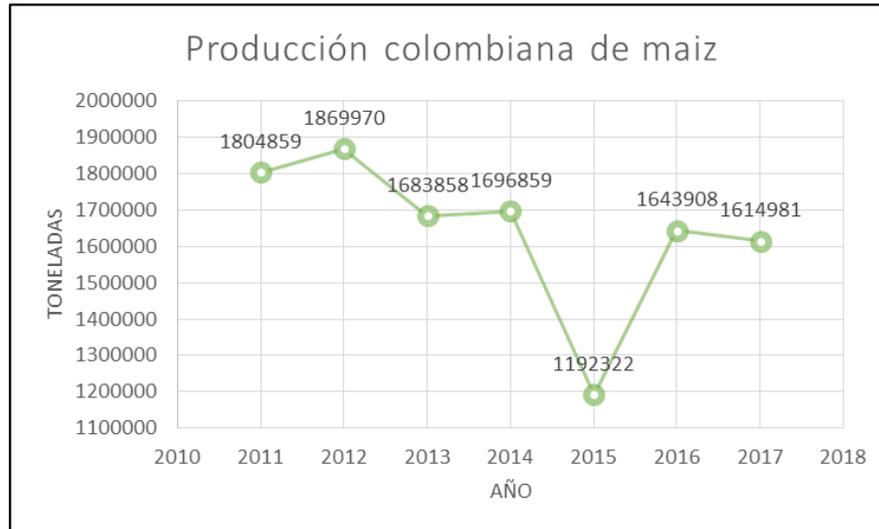
Código FAO	Grupo	Nombre	n	Almidón (g)	
				Valor medio	Desviación estándar
A	A. Cereales y derivados	Maíz común, desgranado.	11	77.6	3,0
B	B. verduras hortalizas y derivados	Papa criolla, sin cascara, cruda.	10	57.5	1.9
B	B. verduras hortalizas y derivados	Yuca, cruda.	3	45.0	37.1
B	B. verduras hortalizas y derivados	Arracacha amarilla, cruda.	8	18.7	1.5
C	C. frutas y derivados	Banano común, maduro, pulpa.	2	4.3	-
A	A. Cereales y derivados	Harina de trigo	3	69.8	1.0
C	C. frutas y derivados	Ciruela, maduro, pulpa.	3	3.4	0.1
C	C. frutas y derivados	Mango, maduro, pulpa.	12	1.8	0.9

**Fuente:** INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR. Tabla de composición de alimentos colombianos. 2005. [Consultado 20, enero, 20189]. Archivo en pdf. Disponible en [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac\\_2015\\_final\\_para\\_imprimir.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_2015_final_para_imprimir.pdf)

**Nota:** el valor de n corresponde a los datos promediados para determinar el valor medio del almidón.

Basados en la investigación realizada para la elaboración de esta monografía es importante notar la importancia del almidón en la mayoría de procesos de elaboración de biopolímeros, por este motivo se decidió investigar sobre la producción nacional de los alimentos anteriormente mencionados para entender como es el comportamiento y si la agricultura colombiana tiene conocimiento en la producción de esto, teniendo en cuenta la cantidad de toneladas producidas anualmente.

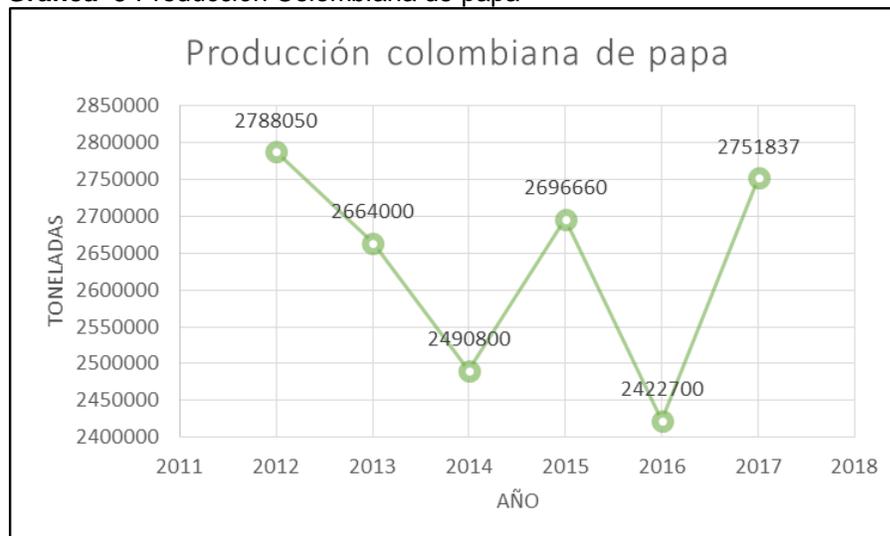
**Gráfica 8** Producción Colombiana de maíz



**Fuente:** FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS. Indicadores cerealistas. 2018 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <http://www.fenalce.org/archivos/Indicadorcerealista2017.pdf>

Como podemos notar en la gráfica la producción a pesar de tener un decrecimiento en el año 2015 su volumen es considerablemente elevado donde en el año 2017 logro una producción total de 1.614.981 toneladas de maíz, adicionalmente es importante resaltar que su contenido de almidón se encuentra en el primer puesto dentro de los seleccionados en la tabla 8

**Gráfica 9** Producción Colombiana de papa



**Fuente:** FEDEPAPA. Consejo nacional de papa. Diciembre 2018 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/REVISTA-43-OK.pdf>

La producción de papa alcanza el tope más alto en comparación con los demás alimentos seleccionados ricos en almidón, donde en el año 2017 se produjeron 2.751.837 toneladas y su contenido de almidón se encuentra de terceras en la tabla 8

**Gráfica 10** Producción Colombiana de yuca



**Fuente:** MINISTERIO DE AGRICULTURA. YUCA indicadores. Diciembre 2015 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Yuca/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/Cifras%20Sectoriales%20-%202015%20Diciembre.pdf>

La producción de yuca tuvo una fuerte caída en el año 2012, sin embargo, su producción ha venido mejorando tendencialmente según los datos 2013 y 2014, su representación en el porcentaje de contenido de almidón es de 45g ocupando el 4 puesto.

**Gráfica 11** Producción Colombiana de arracacha



**Fuente:** BANCO DE DESARROLLO DE AMERICA LATINA. Arracacha y tubérculos andinos en Colombia. 2013 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 20189]. Disponible en internet: <http://biocomercioandino.org/wp-content/uploads/2014/10/2.ANALISIS-SECTORIAL-ARRACACHA.pdf>

La producción colombiana de arracacha en el año 2011 es de 76.608 toneladas, dentro del grupo de verduras, hortalizas y derivados es menor contenedor de almidón, y el menor productor comparado con el volumen producido en el año 2011.

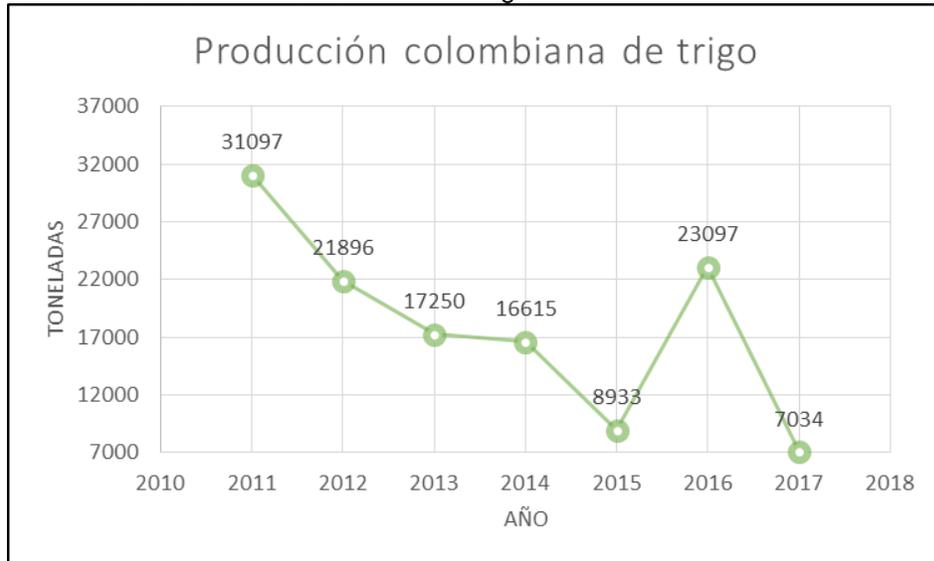
**Gráfica 12** Producción colombiana de banano



**Fuente:** MINISTERIO DE AGRICULTURA. Cadena de banano, indicadores e instrumentos. 2018 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202018%20Marzo%20Banano.pdf>

En la producción de frutas el banano tiene la segunda posición en volumen contando con una producción en el año 2018 de 93.565 toneladas, sin embargo, en el grupo de frutas de la tabla 8 es el primero con mayor contenido de almidón.

**Gráfica 13** Producción Colombiana de trigo



**Fuente:** FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS. Indicadores cerealistas. 2018 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <http://www.fenalce.org/archivos/Indicadorcerealista2017.pdf>

La producción colombiana de trigo no ha sido favorecida con respecto al tiempo donde evidenciamos un decrecimiento para lo cual no se podría justificar un cultivo de este para la extracción de almidón sabiendo que representa el segundo puesto en la tabla con mayor contenido de almidón.

**Gráfica 14** Producción Colombiana de mango



**Fuente:** ASOHOFrucol. Situación actual y perspectivas de la cadena productiva del mango en Colombia. 2012 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_217\\_Situaci%C3%B3n%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20cadena%20Productiva%20del%20Mango%20en%20Colombia.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_217_Situaci%C3%B3n%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20cadena%20Productiva%20del%20Mango%20en%20Colombia.pdf)

La producción de mango ha estado en crecimiento, aunque su contenido de almidón es menor comparado con el banano, su producción en toneladas es mayor documentando para el 2012 un volumen de 311.920 toneladas.

El Quitosano se encuentra de manera abundante en el camarón sin embargo su producción nacional ha sido decreciente desde el año 2007, mostrando un vapor mínimo de 2.852 toneladas en el año 2015.

**Gráfica 15** Producción Colombiana de camarón



**Fuente:** DIRECCION DE CADENAS PECUARIAS, PESQUERAS Y ACUICOLAS. Cadena de la acuicultura 2017. 2017 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2018]. Disponible en internet: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202017%20Diciembre%20Acuicultura.pdf>

La producción de ácido poli láctico se puede producir de manera sintética, por este motivo no se enfatizó en los mecanismos de producción, sin embargo es importante destacar que el hecho de poder ser sintetizado a nivel laboratorio y escala industrial no es un impedimento para su respectiva fabricación en Colombia.

## 5. CONCLUSIONES

- Se logra describir las tecnologías de producción de empaques, teniendo en cuenta los conceptos básicos de bio polímeros contando con su procedencia ya sea orgánica o sintética y se expresan diversos mecanismos para la producción de estos, mencionando temas tendenciales como bio nano materiales, envase activo y empaque inteligente, además se destacan mejoras en la vida útil de los alimentos.
- Se describe el estado de desarrollo de las empresas colombianas productoras de empaques biodegradables analizando sus políticas estratégicas y ambientales evidenciando si existe de primer manera un compromiso por el medio ambiente o un aporte para la investigación y desarrollo de materiales que asemejen las propiedades mecánicas de los materiales que usan comúnmente en sus procesos para finalmente ser sustituidos.
- Se identifica el decreto 2198 de 2018, decreto 640 de 2018 y resolución 1407 de 2018, donde se da a conocer el concepto de empaque biodegradable, biodegradabilidad y degradación, así como la caracterización de nivel de impacto al ambiente y la salud pública, también menciona la retención en el impuesto sobre las ventas (IVA) para la venta de residuos para reciclar, y finalmente la reglamentación de la gestión de residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal a la cual todos los productores están obligados a implementar, formulando, implementando y manteniendo un plan de gestión ambiental congruente con sus procesos.
- Se reconoce la problemática actual del estado colombiano por la generación de residuos plásticos, debido a esto se identifican tecnologías para la fabricación de biopolímeros como: integración por matrices, recubrimiento, laminación, coextrusión brindando también ejemplos con materiales que se pueden extraer de alimentos comúnmente cultivados en los campos colombianos, de esta manera también se hace un análisis de la producción de dichos alimentos para enfatizar la familiarización que tiene el sector agropecuario con estos productos.

## 6. RECOMENDACIONES

- Desarrollar nuevos materiales bio compuestos con el fin de identificar otras alternativas para el empaque de alimentos variando su proporción, adición de matrices o fibras para la mejora de sus propiedades mecánicas.
- Compactar las relaciones entre las universidades y empresas privadas con el fin de financiar proyectos de desarrollo e investigación de nuevos biomateriales.
- Proyectar aperturas de mercado para estas nuevas tendencias actuales asociando una producción agropecuaria para favorecer a agricultores con el fin de brindarles mejores oportunidades.
- Incrementar los impuestos para el uso de plástico para disminuir el consumo per capital buscando reducir el uso para favorecer el nuevo mercado de materiales biodegradables.

## BIBLIOGRAFIA

ALICO S.A. Información corporativa-Nosotros, Alico S.A. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://alico-sa.com/es/nosotros/>

ALICO S.A. Sostenibilidad, Alico S.A. [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://alico-sa.com/es/sostenibilidad/>

ALTALENE S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://plastilene.net/altalene/nosotros>

AMCOR RIGID PLASTIC. About us, amcor rigid plastic. [En línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.amcor.com/about>

AMCOR. sustainability report 2018. Diciembre 2018, p.1-48. [Consultado 3, enero, 2018]. Archivo en pdf. <https://amcor-sustainability-review.com/GRI>

ASOHOFrucOL. Situación actual y perspectivas de la cadena productiva del mango en Colombia. 2012 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_217\\_Situacion%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20cadena%20Productiva%20del%20Mango%20en%20Colombia.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_217_Situacion%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20cadena%20Productiva%20del%20Mango%20en%20Colombia.pdf)

AZEREDO, Henriette. Nanocomposites for food packaging applications. En: Food Research International. [ScienceDirect]. Noviembre 2019. Vol. 42, no. 7, p. 1240-1253 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.03.019>

BANCO DE DESARROLLO DE AMERICA LATINA. Arracacha y tubérculos andinos en Colombia. 2013 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2018]. Disponible en internet: <http://biocomercioandino.org/wp-content/uploads/2014/10/2.ANALISIS-SECTORIAL-ARRACACHA.pdf>

CARVAJAL S.A. informe social y ambiental 2017. Diciembre 2017, p.1-60. [Consultado 14, octubre, 2018]. Archivo en pdf. <http://www.carvajal.com/wp-content/uploads/2018/04/Informe-Social-y-Ambiental-Carvajal-2017.pdf>

COLOMBIA, ESTATUTO TRIBUTARIO NACIONAL. Artículo 512-15 (1, julio, 2017). Por la se reglamenta el impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas. Bogotá D.C., p. 1.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1407 (26, julio, 2018). Por la se reglamenta la gestión ambiental de los

residuos de envases de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C., p. 1-20.

COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 2198 (26, diciembre, 2017). "Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 del Libro 1 y se adiciona el Título 6 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el parágrafo 1 del artículo 512-15 y los numerales 3 y 4 del artículo 512-16 del Estatuto. Bogotá D.C., p. 1-7.

COLOMBIA, MINISTERIO DE HACIENDA Y CREDITO PÚBLICO. Decreto 640 (11, abril, 2018). Por el cual se modifica el Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria para adicionar los párrafos 4, 5 Y 6 al artículo 1.2.6.8. Del Título 6, Parte 2 del Libro 1; el artículo 1.204.7.4. Al Capítulo 7, Título 4, Parte 2 del Libro 1 y el artículo 1.3.2.1.16. Al Capítulo 1, Título 21 Parte 3 del Libro 1. Bogotá D.C., p. 1-7.

COLOMBIA. CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA y CORTE CONSTITUCIONAL. Artículo 79. (20, julio, 1991). Constitución política de Colombia. Bogotá D.C., 1991, p. 40

COLOMBIA. CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA y CORTE CONSTITUCIONAL. Artículo 80. (20, julio, 1991). Constitución política de Colombia. Bogotá D.C., 1991, p. 40

CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

DARNEL GROUP. Información corporativa-quienes somos, darnel group. [En línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/nosotros/quienes-somos/>

DARNEL GROUP. Sostenibilidad-Nuestro compromiso con el medio ambiente, darnel group. [En línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/sostenibilidad/sostenibilidad/>

DARNEL GROUP. Sostenibilidad-Somos útiles, darnel group. [En línea]. [Consultado 15 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://co.darnelgroup.com/sostenibilidad/sostenibilidad/>

DIRECCION DE CADENAS PECUARIAS, PESQUERAS Y ACUICOLAS. Cadena de la acuicultura 2017. 2017 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2018]. Disponible en internet: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/002%20->

%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202017%20Diciembre%20Acuicultura.pdf

DUAN, J; et al. reparation and characterization of cellulose-coated chitosan beads with improved strength and acid resistivity En: Journal of Applied Polymer Science, vol. 126(S1). 2012, p. E173-E179. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

EL ESPECTADOR. Buscan prohibir los plásticos de un solo uso en Colombia. Redacción medio ambiente. 25 de septiembre, 2018. [En línea]. [Consultado 25 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/buscan-prohibir-los-plasticos-de-un-solo-uso-en-colombia-articulo-814292>

FABRA et al., Nanostructured biolayers in food packaging En: Trends in Food Science and Technology vol. 31. 2013, p. 79-87. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 49. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

GREENPEACE. Colombia mejor sin plásticos. Greenpeace. Octubre 2018, p. 1-9 [En línea]. [Consultado 10 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://greenpeace.co/pdf/reporte\\_plasticos.pdf](http://greenpeace.co/pdf/reporte_plasticos.pdf)

GRUPO PHOENIX. Información corporativa, Grupo Phoenix. [En línea]. [Consultado 13 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.grupophoenix.com/es/quienes-somos/>

GRUPO PHOENIX. Sostenibilidad y responsabilidad social, Grupo Phoenix. [En línea]. [Consultado 13 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.grupophoenix.com/es/sostenibilidad/>

HAN, Jung H. Innovations in Food Packaging. En: New technologies in food packaging: Overview. San Diego, Calif: Academic Press, 2005. p. 3-11. ISBN 9780123116321

IBERPLAST S.A.S. Información corporativa-Quienes somos, iverplast S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.iberplast.com.co/quienes-somos>

IBERPLAST S.A.S. Responsabilidad ambiental, iverplast S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.iberplast.com.co/responsabilidad-ambiental>

INSTITUTO COLOMBIANO DE BIENESTAR FAMILIAR. Tabla de composición de alimentos colombianos. 2005. [Consultado 20, enero, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac\\_2015\\_final\\_para\\_imprimir.pdf](https://www.icbf.gov.co/sites/default/files/tcac_2015_final_para_imprimir.pdf)

KIM, S, et al., CHIN, I., YOON, J., KIM, S. Y JUNG, J. Mechanical properties of biodegradable blends of poly(L-lactic acid) En: Korea Polymery Journal, vol. 6,. 1998, p. 422–427. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

KUCHAIYAPHUM, P; et al. Composition optimization of polyvinyl alcohol/rice starch/silk fibroin-blended films for improving its eco-friendly packaging properties En: Polymer Engineering and Science Journal of Applied Polimer Science, vol. 129(5). 2013, p. 614-2620. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

LITOPLAS S.A. Información corporativa-Quienes somos, Litoplas S.A. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.litoplas.com.co/li/quienes-somos.php>

MICROPLAST. Desarrollo sostenible-responsabilidad con el ambiente, Codelplast [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.microplast.com.co/responsabilidad-ambiental/>

MICROPLAST. Información corporativa-Nuestra compañía, Codelplast [en línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.microplast.com.co/quienes-somos/>

MINIPAK. Información corporativa-Quienes somos, minipak. [En línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.minipak.com.co/somos-minipak.html>

MINIPAK. Sostenibilidad, minipak. [En línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.minipak.com.co/sostenibilidad-minipak.html>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Cadena de banano, indicadores e instrumentos. 2018 [en línea]. [Consultado 20 de enero, 2019]. Disponible en internet: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Banano/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/002%20-%20Cifras%20Sectoriales%20-%202018%20Marzo%20Banano.pdf>

MULLER, Justine; GONZALEZ MARTINEZ, Chelo y CHIRALT, Amparo. Combination of Poly(lactic) Acid and Starch for Biodegradable Food Packaging. En: MATERIALS. [Materials — Open Access Journal]. 15 de Agosto, vol. 10, no. 8, 2017 p. 1-22. ISSN 1996-1944 [Consultado 30, septiembre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma10080952>

NAVIA, Diana Paola; VILLADA, Hector Samuel y AYALA, Alfredo Adolfo. Evaluación Mecánica De Bioplasticos Semirirgidos Elaborados Con Harina De Yuca. En: BIOTECNOLOGA EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y AGROINDUSTRIAL. [SciELO]. 2013. p. 77-84. ISSN 1692-3561. [Consultado 4 de octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa09.pdf>

OTHMAN, Siti Hajar. Bio-nanocomposite Materials for Food Packaging Applications. En: Agriculture and Agricultural Science Procedia. [ScienceDirect]. 29 de Noviembre. Vol. 2, 2014 p. 296-303. ISSN 2210-7843. [Consultado 28, septiembre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.042>

PLASTICEL. Información corporativa-Acerca de plasticel, plásticos especiales S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plasticel.com/es/sobre-nosotros/>

PLASTICEL. Sostenibilidad, plásticos especiales S.A.S. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plasticel.com/es/sostenibilidad/>

PLASTILENE GROUP. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.plastilene.net/#services>

RECICLENE S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.plastilene.net/reciclene4/nosotros>

Revista de logística. La industria de empaques 'made in Colombia'. Cámara de comercio de Bogotá. [En línea]. [Consultado 10 de octubre, 2018]. Disponible en

internet: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Comunicacion-Grafica/Noticias/2016/Noviembre/La-industria-de-empaques-made-in-Colombia>

REVISTA DINERO. Así logro el Grupo Phoenix meterse a los hogares colombianos. Revista Dinero. 5 de noviembre, 2018. [En línea]. [Consultado 14 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/que-es-el-grupo-phoenix-de-colombia/258276>

RHIM, J. et al., Preparation and properties of biodegradable multilayer films based on soy protein isolate and poly(lactide) En: Industrial and Engineering Chemistry Research, vol. 45. 2006, p. 3059-3066. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

SMI COLOMBIA. Información corporativa-Nosotros, SMi Colombia. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://www.smi.com.pe/es/Nosotros>

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS. Informe nacional de aprovechamiento (diciembre 2017), p. 1-72. Bogotá D.C. [Consultado 3, enero, 2018]. Archivo en pdf. <http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

TRUHER. Información corporativa-Misión, visión y reseña histórica, Plásticos Truher S.A. [en línea]. [Consultado 17 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <https://plasticostruher.com/index.php/nosotros/mision-vision-y-resena-historica>

VENKATESHWARLU, Guadipati y NAGALAKSHMI, Kannuchamy. Developments in Bionanocomposite Films: Prospects for Eco-friendly and Smart Food Packaging. En: Asian Biotechnology and Development Review. [EBSCOhost]. Noviembre. vol. 15, no. 3, 2013, p. 51-66 [Consultado 1, octubre, 2018]. Archivo en pdf. Disponible en [http://ris.org.in/images/RIS\\_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57](http://ris.org.in/images/RIS_images/pdf/ABDR%20November%202013.pdf#page=57)

VINIPACK S.A. Información corporativa-quienes somos, Plastilene group. [En línea]. [Consultado 16 de octubre, 2018]. Disponible en internet: <http://plastilene.net/vinipack/nosotros>

XU, Y. et al. Preparation and properties of thermoplastic starch-polyester laminate sheets by coextrusion En: Polymer Engineering and Science, vol. 40(2). 2000, p. 499-506. Citado por: CRUZ MORFIN, R.; MARTÍNEZ TENORIO, Y. y LÓPEZ MALO

VIGIL, A. Biopolímeros y su integración con polímeros convencionales como alternativa de empaque de alimentos. En: Temas selectos de ingeniería química. [TSIA]. TSIA vol.7, no.2, 2013, p. 42-52. [Consultado 15, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Cruz-Morfin-et-al-2013.pdf>

