

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MINIMIZAR EL USO DEL POLIETILENO EN LOS EMPAQUES PARA GOLOSINAS

Azel Acuña Yépez
Código estudiantil: 201921418127

Daily Rodríguez Gnette
Código estudiantil: 201921417694

Andrés Villalobos Martínez
Código estudiantil: 20191414779

Rivaldo Osorio González
Código estudiantil: 201721487080

Roiner Villegas Castillo
Código estudiantil: 201921417841

Trabajo de Investigación del Programa **Ingeniería Industrial**

Tutor:
Arnaldo Verdaza Villalobos

RESUMEN

El uso del plástico y sus derivados en variados procesos de industrialización comercial actualizados, comprometen en gran medida las remarcables afectaciones a nivel general del campo medio ambiental. Una de las principales afectaciones que más se ha sobrellevado en las últimas décadas, es el aumento de la temperatura

del planeta, conocido como calentamiento global, ocasionado en mayor nivel, por la manera tan descuidada y desorganizada de trato dado a los desperdicios no renovables empleados en el ambiente industrializado. Debido a lo anterior, es necesario esforzarse por reducir todas aquellas actividades que causan daños medioambientales en todos los aspectos de la vida. Hay que hacer más hincapié en el reciclaje, la gestión de residuos y las soluciones respetuosas con el medio ambiente, debido al aumento de la cantidad de residuos provocados por la penetración de los plásticos.

La fabricación de plásticos es una industria en constante crecimiento, especialmente la producción de empaques, para los diferentes productos alimenticios, por lo que la cantidad de residuos plásticos generados también crece gradualmente, solo una parte de estos residuos se recicla, otra parte se destruye y la cantidad restante seguirá contaminando el medio ambiente.

Nuestro proyecto se basa en investigar, analizar y proponer un puñado de alternativas con características biodegradables como principal exponente de análisis y estudio, enfocado en el campo productivo de la industria alimenticia, concretamente, en los productos de confitería. Los cuales cuentan con ciertos indicadores y características inherentes en sus tipologías de empaquetadura y embalaje, ya que, estos necesitan de un tipo de material enfocado en la preservación y protección de agentes ambientales u/o externos que puedan comprometer el estado y calidad del producto de interés, las empresas optan por utilizar un tipo de aleación especial de la familia de los poliolefínicos, conocido como polietileno, el cual, es uno de los materiales plásticos más utilizado en todo el mundo y suele emplearse en aplicaciones típicas como botellas, bolsas, juguetes y tubos. Siendo este mismo un material flexible y duradero, se convierte en una de los materiales más cómodos y distintivos a la hora de desplegar un gran porcentaje de producción en cuanto a embalaje y empaquetado es referido.

El uso de material trae consigo ciertas consecuencias ambientales de gran prominencia y demarcación al momento en que el ciclo de vida del material finaliza, ya que, no tiene posibilidad de ser reciclado o reutilizado en ningún proceso de valor comercial u/o humano, debido a los diferentes procesos etiquetado, colerización y trato dado a este mismo. Por ello proponemos la iniciativa de la implementación de ciertos materiales sustitutos de este material plástico, que cumplirán con las mismas cualidades de preservación y protección del producto, pero que, de igual manera, cumplirán con el objetivo de salvaguardar el medio ambiente. La ventaja más importante del empaquetado biodegradable es su potencial para reducir los residuos. En lugar de desechar toneladas de plástico que languidecen en los vertederos durante décadas, los empaques biodegradables para alimentos se degradan de forma natural y completa.

El empaquetado de alimentos cumple una función esencial para prolongar la vida útil, mantener la calidad y la seguridad de los productos, pero los materiales de envasado pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente. Los polímeros convencionales fabricados con materias primas derivadas del petróleo son un envase muy utilizado para los alimentos. La protección se hace a través de los empaques, los cuales generalmente se elaboran a partir de polímeros sintéticos. El aprovechar los recursos naturales como fuente de conservación y reciclaje se convierte en una excelente opción e innovación en el desarrollo de nuevos productos biodegradables.

Su total biodegradación en productos como CO₂, agua y posteriormente en abono orgánico es una gran ventaja frente a los sintéticos. «Los envases convencionales llevan incorporadas propiedades de barrera que protegen los productos y garantizan el mantenimiento de la calidad que los consumidores esperan», afirma un portavoz de Wrigley. «Esto es más difícil con materiales alternativos como el papel y los filmes compostables, por lo que es esencial realizar pruebas a menor escala para evaluar el rendimiento y la viabilidad». Las películas y recubrimientos biodegradables y comestibles, fabricados a partir de polímeros naturales e ingredientes funcionales, y formados en la superficie de los productos alimentarios o colocados entre los diferentes componentes de un alimento, ofrecen una excelente promesa para la protección y conservación de los alimentos.

En la última década ha crecido rápidamente el interés por el desarrollo y el uso de materiales de envasado biodegradables para prolongar la vida útil y mejorar la calidad de los productos alimenticios frescos, congelados, deshidratados, fritos o formulados. Además, no ha habido suficientes incentivos para que los procesadores incorporen los materiales biodegradables a sus productos. Hasta la fecha, los envases biodegradables han atraído gran atención, y se están llevando a cabo numerosos proyectos de investigación en este campo. Una razón importante de esta atención es la comercialización de materiales de envasado respetuosos con el medio ambiente.

Además, el uso de materiales de envasado biodegradables tiene el mayor potencial en los países en los que el vertedero es la principal herramienta de gestión de residuos. Nuestro proyecto se dimensiona en la investigación de variadas estrategias direccionadas a la sustitución de los materiales convencionales, aplicados al área de embalaje u/o empaquetado de productos de confitería.

Las implicaciones prácticas de este estudio son significativas, dada la creciente concienciación entre empresas y consumidores sobre la importancia de la promoción del desarrollo sostenible a través de alternativas de envasado ecológico.

Analizar, investigar y promover diferentes tipos de materiales biodegradables que funcionen como alternativas sustitutas del polietileno en la producción de empaques y embalaje de productos de confitería es nuestro objetivo principal.

Las alternativas de solución para remplazar el polietileno en los empaques para confitería, se gestionó de manera cualitativa y cuantitativa, en el que se utilizaron materiales tecnológicos tales como Excel para ilustrar y presentar información relevante sobre los distintos materiales encontrados para fabricación de empaques, además partiendo de la investigación bibliográfica en las diferentes bases de datos disponibles como el Google académico y Scopus quienes son nuestra fuente primaria para identificar los artículos y proyectos de investigación que están orientadas en el desarrollo de nuevos materiales para el remplazo de los plásticos convencionales y sus diferentes alternativas de empaques biodegradables, o el uso que se les da como opción de reemplazo del polietileno en empaques para productos de basados en confitería.

Posteriormente se definieron los requerimientos de los empaques para golosina teniendo en cuenta las características de los empaques y requisitos de sanidad impuesto por las normativas legales de Colombia.

A lo anterior se procedió a crear un sistema de evaluación cuantitativa mediante indicadores que cumplen como actividades que permiten evaluar si se cumple o no con los criterios definidos anteriormente, además a los indicadores se le agregaron unas ponderaciones las cuales fueron definidos mediante la importancia que tiene el indicador dentro de la fabricación del empaque, logrando realizar la evaluaciones de los materiales pertinentes y seleccionando aquellos que están cumpliendo con los requerimientos necesarios para la fabricación de los empaques de confitería, Obteniendo como resultado un filtro que nos permite resaltar aquellos materiales que resultan como producto de las alternativas de solución del artículo.

Gracias al estudio y análisis realizado a lo largo de todo nuestro proyecto, podemos determinar a partir de ciertos criterios e indicadores establecidos en base a las necesidades de preservación y protección requeridas específicamente para productos pertenecientes al área de confitería, se evaluó y determinó que los materiales tales como: El tapioca (almidón a base de yuca), el almidón de maíz (producto producido en grandes cantidades y de gran relieve ambiental) y los termobioplásticos (originarios de diferentes tipos de materia prima de base natural, por ejemplo, la papa) son los materiales que mejor se adaptan a las demandas requeridas por el producto objeto de estudio.

Además de este estudio, se identificó e investigó la capacidad y valor adquisitivo de estos materiales en cantidades de nivel industrial, que permitan contar con una cuota de producción elevada de estos materiales de producción, concluyendo, que la capacidad adquisitiva de estos materiales biodegradables se ve favorablemente

reducida a comparación del valor adquisitivo del polietileno de alta densidad, presentando así, una razón más a favor del cambio.

La gran cantidad de residuos plásticos producidos a nivel global se mantiene en constante aumento debido a la forma como los seres humanos le damos uso a estos mismos y, de igual forma, otorgamos una nula importancia a la severidad que compromete el cómo tratamos de «deshacernos» de estos desperdicios plásticos, los cuales, terminan en zonas de gran relieve natural e importancia ambiental como océanos y terreno salvaje. Gracias a todos estos acontecimientos, han promovido muchas investigaciones que están orientadas al aprovechamiento de residuos agroindustriales y el desarrollo de nuevos materiales que permitan tener un menor impacto ambiental.

La implementación de todas estas alternativas, convergen de igual forma, con ciertos beneficios prometedores referido tanto al cuidado medio ambiental como para la sociedad. Uno de los principales beneficios que conllevan estas acciones, se encuentra relacionada con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el nivel de generación de desperdicios posterior a la realización de diferentes procesos industriales o finalización de la vida útil de variados tipos de productos que cuentan con empaquetado a base de material plástico.

Palabras clave: Empaque, empaques biodegradables, polietileno, envases ecológicos; envases sostenibles; envases respetuosos con el medio ambiente; comportamiento de los consumidores; empresas; gestión de residuos.

ABSTRACT

The use of plastic and its derivatives in various up-to-date commercial industrialization processes compromise to a great extent the remarkable effects at a general level of the environmental field. One of the main affectations that has been endured the most in recent decades is the increase in the temperature of the planet, known as global warming, caused at a higher level, by the careless and disorganized manner of treatment given to the non-renewable waste used in the industrialized environment. Due to the above, it is necessary to strive to reduce all those activities that cause environmental damage in all aspects of life. More emphasis needs to be placed on recycling, waste management and environmentally friendly solutions, due to the increased amount of waste caused by the penetration of plastics.

The manufacture of plastics is a constantly growing industry, especially the production of packaging, for different food products, so the amount of plastic waste generated is also gradually growing, only a part of this waste is recycled, another part is destroyed and the remaining amount will continue to pollute the environment.

Our project is based on researching, analyzing and proposing a handful of alternatives with biodegradable characteristics as the main exponent of analysis and study, focused on the productive field of the food industry, specifically, confectionery products. Which have certain indicators and characteristics inherent in their types of packaging and packaging, since they need a type of material focused on the preservation and protection of environmental and/or external agents that may compromise the state and quality of the product. interest, companies choose to use a special type of alloy from the polyolefin family, known as polyethylene, which is one of the most widely used plastic materials in the world and is usually used in typical applications such as bottles, bags, toys and tubes. Being this same a flexible and durable material, it becomes one of the most comfortable and distinctive materials when deploying a large percentage of production in terms of packaging and packaging is referred to.

The use of material brings with it certain environmental consequences of great prominence and demarcation at the moment in which the life cycle of the material ends, since it has no possibility of being recycled or reused in any process of commercial or/or human value, due to the different labeling processes, cholerization and treatment given to it. For this reason, we propose the initiative of the implementation of certain substitute materials for this plastic material, which will comply with the same qualities of preservation and protection of the product, but which, in the same way, will comply with the objective of safeguarding the environment. The most important advantage of biodegradable packaging is its potential to reduce waste. Instead of discarding tons of plastic that languish in landfills for decades, biodegradable food packaging degrades naturally and completely.

Food packaging plays an essential role in extending shelf life, maintaining product quality and safety, but packaging materials can have a negative impact on the environment. Conventional polymers made from petroleum-derived raw materials are widely used packaging for food. The protection is done through the packaging, which is generally made from synthetic polymers. Taking advantage of natural resources as a source of conservation and recycling becomes an excellent option and innovation in the development of new biodegradable products.

Its total biodegradation in products such as CO₂, water and later in organic fertilizer is a great advantage over synthetic ones. "Conventional packaging has built-in barrier properties that protect products and ensure that the quality consumers expect is maintained," says a Wrigley spokesperson. "This is more difficult with alternative materials such as paper and compliant films, so smaller-scale trials are essential to assess performance and feasibility." Biodegradable and edible films and coatings, made from natural polymers and functional ingredients, and formed on the surface

of food products or placed between the different components of a food, offer excellent promise for food protection and preservation.

Interest in the development and use of biodegradable packaging materials to extend the shelf life and improve the quality of fresh food products has grown rapidly in the last decade, frozen, dehydrated, fried or formulated. Also, there has not been enough incentive for processors to incorporate biodegradable materials into their products. To date, biodegradable packaging has attracted a great deal of attention, and numerous research projects are being carried out in this field. An important reason for this attention is the marketing of environmentally friendly packaging materials.

Furthermore, the use of biodegradable packaging materials has the greatest potential in countries where landfill is the main waste management tool. Our project is dimensioned in the investigation of various strategies aimed at replacing conventional materials, applied to the area of packaging and/or packaging of confectionery products.

The practical implications of this study are significant, given the growing awareness among businesses and consumers of the importance of promoting sustainable development through eco-packaging alternatives.

Analyzing, researching and promoting different types of biodegradable materials that function as substitute alternatives to polyethylene in the production of packaging and packaging for confectionery products is our main objective.

The solution alternatives to replace polyethylene in confectionery packaging, was managed in a qualitative and quantitative way, in which technological materials such as Excel were used to illustrate and present relevant information on the different materials found for packaging manufacturing, also starting from of bibliographic research in the different available databases such as Google Scholar and Scopus, who are our primary source to identify articles and research projects that are oriented towards the development of new materials to replace conventional plastics and their different alternatives. of biodegradable packaging, or the use given to them as an option to replace polyethylene in packaging for confectionery-based products.

Subsequently, the requirements of the candy packaging were defined taking into account the characteristics of the packaging and sanitation requirements imposed by the legal regulations of Colombia.

To the above, a quantitative evaluation system was created through indicators that comply as activities that allow evaluating whether or not the criteria defined above are met, in addition to the indicators some weightings were added which were defined by the importance that has the indicator within the manufacture of the

packaging, managing to carry out the evaluations of the pertinent materials and selecting those that are complying with the necessary requirements for the manufacture of confectionery packaging, obtaining as a result a filter that allows us to highlight those materials that are as a product of the alternative solutions of the article.

Thanks to the study and analysis carried out throughout our project, we can determine from certain criteria and indicators established based on the preservation and protection needs required specifically for products belonging to the confectionery area, it was evaluated and determined that the materials such as: Tapioca (cassava-based starch), corn starch (product produced in large quantities and of great environmental importance) and thermobioplastics (originating from different types of natural-based raw materials, for example, potatoes). They are the materials that best adapt to the demands required by the product under study.

In addition to this study, the capacity and purchasing power of these materials in quantities of industrial level were identified and investigated, which allow having a high production quota of these production materials, concluding that the purchasing power of these biodegradable materials is seen favorably reduced compared to the purchasing value of high-density polyethylene, thus presenting one more reason in favor of the change.

The large amount of plastic waste produced globally is constantly increasing due to the way in which human beings use it and, in the same way, we give zero importance to the severity that compromises how we try to "dispose of". » of this plastic waste, which ends up in areas of great natural relief and environmental importance such as oceans and wilderness. Thanks to all these events, they have promoted many investigations that are oriented to the use of agro-industrial waste and the development of new materials that allow having a lower environmental impact.

The implemented of all these alternatives, they converge in the same way, with certain promising benefits referred to both environmental care and for society. One of the main benefits that these actions entail is related to the reduction of greenhouse gas emissions and the level of waste generation after carrying out different industrial processes or the end of the useful life of various types of products that have plastic-based packaging.

Keywords: Packaging, biodegradable packaging, polyethylene, ecological packaging; sustainable packaging; environmentally friendly packaging; consumer behavior; companies; waste management.

REFERENCIAS

1. Cerqueira, M. A., Bourbon, A. I., Pinheiro, A. C., Martins, J. T., Souza, B. W. S., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. (2011). Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 22, Issue 12). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.07.002>
2. Dukalska, L., Ungure, E., Augspole, I., Muizniece-Brasava, S., Levkane, V., Tatjana, R., & Krasnova, I. (2014). Evaluation of the Influence of Various Biodegradable Packaging Materials on the Quality and Shelf Life of Different Food Products. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, 30(1). <https://doi.org/10.2478/plua-2013-0011>
3. Durango, A., Soares, N. D. E. F., & Arteaga, M. R. (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1).
4. Enriquez C, M., Velasco M, R., & Fernandez Q, A. (2013). Caracterización de almidones de yuca nativos y modificados para la elaboración de empaques biodegradables. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2(2).
5. Farris, S., Schaich, K. M., Liu, L. S., Piergiovanni, L., & Yam, K. L. (2009). Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications: a review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 20, Issue 8). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.04.003>
6. Janssen, L. P. B. M., & Moscicki, L. (2010). Thermoplastic Starch: A Green Material for Various Industries. In *Thermoplastic Starch: A Green Material for Various Industries*. <https://doi.org/10.1002/9783527628216>
7. Junior, I. T., Dal Bosco, T. C., Bertozzi, J., Michels, R. N., & Mali, S. (2020). Biodegradability assessment of starch/glycerol foam and poly(butylene adipate-co-terephthalate)/starch film by respirometric tests. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.24818>
8. López-Ojeda, G. C., Vargas-Zavala, A. V., Gutiérrez-Lara, M. R., Ramírez-Zamora, R. M., & Durán-Moreno, A. (2011). Oxidación fotoelectrocatalítica de fenol y de 4-clorofenol con un soporte de titanio impregnado con TiO₂. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(1).

9. Maftoonazad, N., & Badii, F. (2012). Use of Edible Films and Coatings to Extend the Shelf Life of Food Products. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 1(2). <https://doi.org/10.2174/2212798410901020162>
10. Motloung, M. P., Ojijo, V., Bandyopadhyay, J., & Ray, S. S. (2019). Cellulose nanostructure-based biodegradable nanocomposite foams: A brief overview on the recent advancements and perspectives. In *Polymers* (Vol. 11, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/polym11081270>
11. Pillai, S. K., Ray, S. S., Scriba, M., Ojijo, V., & Hato, M. J. (2013). Morphological and thermal properties of photodegradable biocomposite films. *Journal of Applied Polymer Science*, 129(1). <https://doi.org/10.1002/app.38763>
12. Piringer, O. G., & Baner, A. L. (2008). Plastic Packaging: Interactions with Food and Pharmaceuticals, Second Edition. In *Plastic Packaging: Interactions with Food and Pharmaceuticals, Second Edition*. <https://doi.org/10.1002/9783527621422>
13. Shulga, O., Chorna, A., & Kobylinskyi, S. (2017). Differential scanning calorimetry research of biodegradable films for confectionery and bakery products. *Chemistry and Chemical Technology*, 11(4). <https://doi.org/10.23939/chcht11.04.492>
14. Sid, S., Mor, R. S., Kishore, A., & Sharanagat, V. S. (2021). Bio-sourced polymers as alternatives to conventional food packaging materials: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.026>
15. Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 19, Issue 12). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.07.003>
16. Villada, H. S., Acosta, H., & Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas Agrarios*, 12(2). <https://doi.org/10.21897/rta.v12i2.652>
17. Wei, L., & Yazdanifard, R. (2013). Edible Food Packaging as an Eco-friendly Technology using Green Marketing Strategy. *Global Journal of Commerce & Management Perspective*, 2(6).
18. Xia, Z., Curtin, W. A., & Sheldon, B. W. (2004). A new method to evaluate the fracture toughness of thin films. *Acta Materialia*, 52(12). <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2004.04.004>
19. PROEXPANSION. (08 de 08 de 2014). *Comida envasada: Los diferentes tipos ed plastico para empacar*. Obtenido de Comida envasada: Los diferentes tipos ed plastico para empacar: <https://proexpansion.com/es/articles/443-comida-ensadasa-los-diferentes-tipos-de-plastico-para-empaquetar>

20. Wrigley, M. (2022). *Mars Home*. Obtenido de Mars Home: <https://www.mars.com/made-by-mars/mars-wrigley>
21. Procurement Resource . (12 de julio de 2022). Obtenido de Procurement Resource :
<https://www.procurementresource.com/resource-center/cassava-starch-price-trends>
22. S Global HDPE prices 2022 | Statista. (2023, May 16). Statista.
<https://www.statista.com/statistics/1171074/price-high-density-polyethylene-forecast-globally/>
23. Donzis, R. H. (2006). La Eficacia Social de las Normas Jurídicas. *Revista Electrónica de Teoría y Práctica de la Elaboración de Normas Jurídicas*, 2(4), 6–24.