

Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente

Design of Multimedia Packaging with Biodegradable Materials to Protect the Environment Through the Graphic Industry

ANGÉLICA HERRERA CÉSPEDES

**Centro para la Industria de la
Comunicación Gráfica - CENIGRAF
SENA, Bogotá**

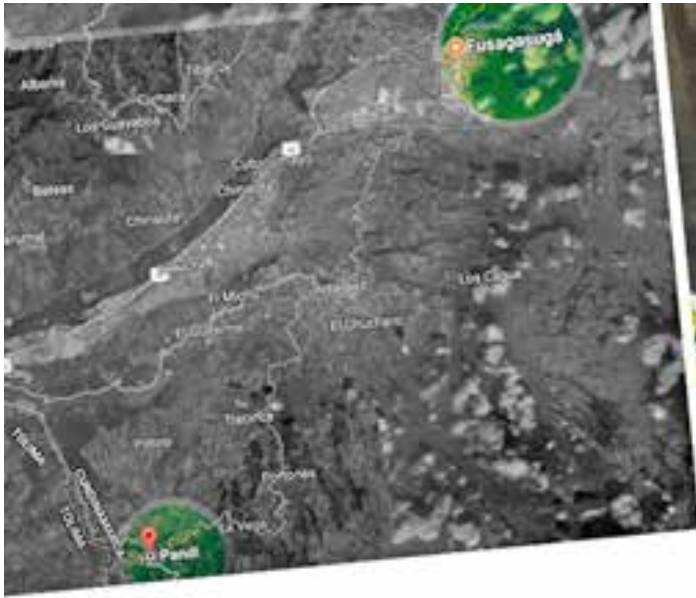
aherrera266@misena.edu.co

Fecha de recepción: 02-11-2018

Fecha de evaluación: 09-11-2018

Fecha de aceptación: 13-11-2018





Diseño de empaques multimediales con materiales biodegradables para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de diseñar y desarrollar prototipos de empaques con menor impacto ambiental integrando las tecnologías de la Información y la Comunicación para proteger desde la industria gráfica el medio ambiente; el producto de este trabajo consistió de un empaque secundario multimedial con realidad aumentada para comercializar café tostado en grano, de una marca de la región para impulsar el trabajo colaborativo y generar identidad en la comunidad de caficultores de la provincia del Sumapaz y ,finalmente, un documental que presenta algunos apartes de la cultura campesina que labora con el café en esta zona del país. El diseño del empaque abordó el análisis de aspectos como: estructura, diseño gráfico, materias primas, procesos de producción y fin de vida del producto.

La investigación se centra en un estudio mixto a través de un estudio de caso evaluando las características de los actuales empaques de café que se emplean en Colombia. El trabajo contempla cinco fases de estudio entre ellas está: 1) perspectiva teórica 2) empaques para café en el mercado nacional, 3) búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica, 4) diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies-estrategias de diseño de ciclo de vida) y 5) incorporación de las nuevas tecnologías

Abstract

The present investigation was carried out with the objective of designing and developing prototypes of packages with less environmental impact by integrating information and communication technologies to protect the environment through the graphic industry; the product of this work was a secondary multimedia packaging with augmented reality to market roasted coffee beans, a regional brand to promote collaborative work and generate an identity in the community of coffee farmers in the province of Sumapaz and, finally, a documentary that presents some sections of the peasant culture that works with coffee in this area of the country. The package's design addressed the analysis of aspects such as: structure, graphic design, raw materials, production processes and end of life of the product.

The research focuses on a mixed study through a case study evaluating the characteristics of the current coffee packages used in Colombia. The work includes four phases of study including: 1) theoretical perspective 2) packaging for coffee in the national market, 3) search for materials with lower environmental impact and evaluate their performance through physical tests that were carried out in the testing and testing laboratory of the Center for the Graphic Communication Industry, 4) design and development of new packaging proposals based on the methodology of the life cycle design strategy wheel - LiDS (Lifecycle Design Strategies) and 5) incorporation of new information and communication technologies in packaging design and dissemination of the research project.

de la Información y la Comunicación en el diseño del empaque y divulgación del proyecto de investigación.

En los resultados se buscó obtener prototipos de empaques que generen menos impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida, y que pudieran ser producidos con las tecnologías disponibles en el Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica CENIGRAF-Sena.

Palabras clave: diseño, empaques, alimentos, café, impacto ambiental, análisis del ciclo de vida, TIC.

Introducción

El sector del empaque desempeña un rol importante en el entorno de bienes de consumo porque permite la conservación de los productos desde el momento que es empacado hasta cuando llega al consumidor, manteniendo las características de fabricación. De acuerdo con datos recientes, los alimentos representan significativamente el mayor consumo de los materiales de empaque utilizados en el mundo con el 51%, seguido por las bebidas con el 19%, el cuidado de la salud con el 5%, y cosméticos con el 4% (Pira, 2016). Se cree que los empaques representan una solución para conservar los alimentos sin que se alteren sus propiedades por un mayor periodo de tiempo, reducir la pérdida de alimentos y facilitar la comercialización, porque al estar al ambiente son afectados por diversos agentes físicos, químicos, biológicos y cambios propios que llevan a su deterioro más rápido.

De acuerdo con la documentación desde la segunda mitad del siglo XX se dio un acelerado incremento en la industria del empaque, con la aparición del modelo de tiendas de autoservicio (Stewart, 2007), hasta llegar a la significativa, compleja y heterogénea industria que hoy abastece de empaques a redes de producción, comercio y consumo global de alimentos. Gracias a este comportamiento, se ha dado un aumento del consumo de empaques desechables y productos de corta vida

The results sought to obtain packaging prototypes that generate less environmental impacts throughout their life cycle, and that could be produced with the technologies available in the Center for the Graphic Communication Industry CENIGRAF-Sena.

Keywords: Design, Food, Packages, Coffee, Environmental Impact, Life Cycle Analysis, ICT.

que están afectando el medio ambiente, por el ritmo de consumo desmedido que genera mayores cantidades de basura, ocasionando mayor gasto de energía y uso de recursos asociados a estos procesos de producción industrial, la mayoría de empaques no están diseñados para reincorporarse al final de su vida útil a nuevos ciclos de producción industrial o a los ciclos naturales de descomposición orgánica.

Este detrimento ambiental ha aumentado la necesidad de que la industria del empaque asuma mayor responsabilidad con el medio ambiente y la sociedad, llevando a cabo transformaciones importantes con las cuales mantenerse a la par de las demandas del consumidor y de los cada vez más estrictos requerimientos normativos (Denison & Yu Ren, 2002). Debido a esta creciente preocupación, se han desarrollado metodologías tales como el Análisis de Ciclo Vida (LCA, por sus siglas en inglés) que permite la búsqueda y evaluación de soluciones técnicas en el momento de diseñar un producto, que pueden ser adoptadas para reducir los impactos a lo largo de todas las fases de producción y consumo (Siracusa, 2014). Este enfoque puede ser de gran ayuda en la toma de decisiones tanto estratégicas como operacionales en la industria o negocio (Hospido et al., 2001). Por tanto, la presente investigación propone

utilizar esta metodología para evaluar la optimización en el desempeño ambiental del empaque para café tostado con relación a los impactos ambientales asociados a nuevos diseños estructurales, sin dejar de lado el diseño gráfico e integración de las tecnologías de la información y la comunicación que permitan la interacción del producto con el cliente.

Población, alimentos, empaques y residuos. Cifras en crecimiento

Según datos del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, el número de habitantes pasará de 7.2 mil millones a 9.6 mil millones para el año 2050, y de acuerdo con esto, se estima que para el 2018 crecerá el consumo de alimentos a un 45% (DANE, Euromonitor International, en Procolombia, 2015) lo que sugiere un aumento en la demanda de empaques, de igual manera, según lo señalado por la empresa de inspección y certificación internacional SGS, se estima que durante el 2017 la demanda de empaques primordiales para el mercado global de alimentos presente un comportamiento que corresponda a la tendencia de crecimiento de la última década, como se muestra en la Figura 1 (Martínez, 2016).

De acuerdo con esto, se evidencia el aumento de la demanda de los materiales de empaque, principalmente

empaques plásticos y de cartón. Se calcula que más del 54% de la producción del sector de plásticos en el mundo, se destina a la producción de envases y empaques, mientras que en el sector papel y cartón se destina un 40% de la producción para este fin (Múnera, Molina y Montoya, 2011, en Martínez, 2016). El 62% de plástico se destina a envases para alimentos, el 22% en bebidas y cosméticos, el 9% en artículos de aseo y el 7% restante en productos de otros sectores. Colombia está catalogada como el cuarto mercado principal de América Latina para la producción de envases plásticos tanto rígidos como flexibles, con ventas que superan los 291 mil billones de unidades y que seguirán creciendo gradualmente a una tasa del 2,1% CAGR (tasa de crecimiento anual compuesto) en el periodo 2016-2019 (Euromonitor International, 2016 citado por Procolombia).

Los plásticos representan diversas ventajas por su versatilidad de usos, la gran libertad de diseño formal, la alta velocidad de producción y la rentabilidad por su bajo costo, lo que los hace muy apreciados para la fabricación de empaques de usar y tirar (Viñolas, 2005). El incremento en la producción y consumo de empaques, está directamente relacionada con la generación de residuos sólidos, cuya disposición y manejo en una ciudad como Bogotá representa impactos ambientales importantes.

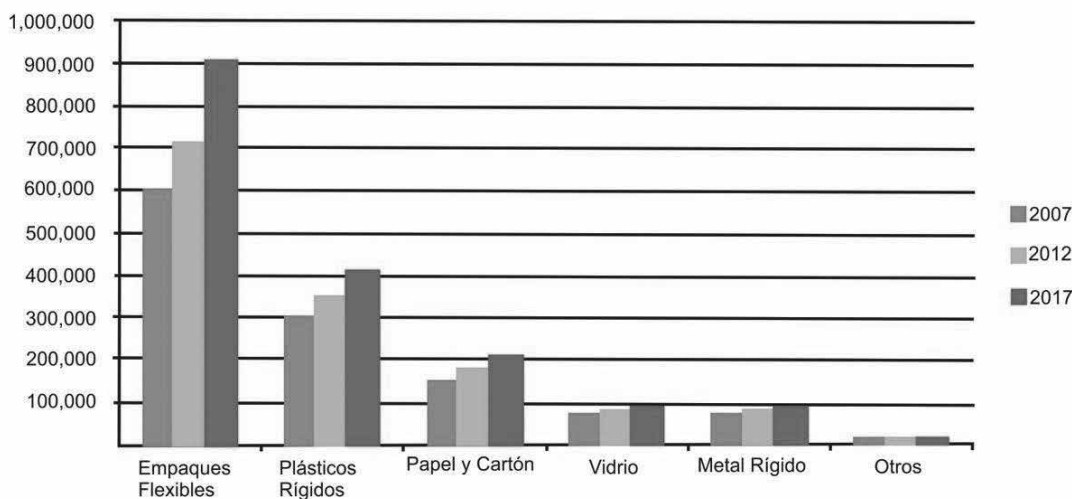


Figura 1. Empaques primordiales para el mercado global de alimentos organizado por material de empaque (millones de Unidades), 2007. **Fuente:** Milvain, 2014 en, Martínez, 2016.

El estudio de caracterización y cuantificación de los materiales potencialmente reciclables presentes en los residuos sólidos de Bogotá, presentado por la Unidad Especial de Servicios Públicos en el año 2011, halló que en el 2004 llegaban 5.200 toneladas de residuos diariamente al Relleno Sanitario de Doña Juana, de las cuales 3.588 (69%) correspondían al sector domiciliario. Los resultados generados por el estudio estimaron que para ese año llegaron 950 toneladas de material potencialmente reciclable. El 45% (428) correspondían a residuos plásticos, 23% residuos de papel y cartón, 15% textiles, vidrio el 11% y 6% metales (Téllez, 2012).

Por otro lado, según datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016), en Colombia la tasa de reciclaje de residuos como papel, cartón, vidrio, metales y plásticos es del 17% correspondiente a 11,6 millones de toneladas de basura que se producen en el país al año. Se proyecta que para el año 2018 haya incrementado a un 20% a través de la implementación de acciones concretas para desarrollar la gestión integral de residuos a partir de los lineamientos generales que ha planteado el Gobierno Nacional y de las orientaciones brindadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE. Estos lineamientos están orientados al reciclaje de papel, a los residuos de envases y empaques, al transporte transfronterizo de residuos con fines de reciclaje e implementación efectiva de la

política para la Gestión Integral de Residuos enfocada en la prevención y la minimización de residuos.

Diseño de producto en la industria gráfica y del empaque

Las actividades de diseño y desarrollo del producto gráfico y de empaque en general están integradas por unos subsectores, claramente reconocibles y diferenciados, que participan en fases específicas de desarrollo de los productos gráficos, y que se encuentran estrechamente relacionados entre sí. Estos subsectores son: diseño, preimpresión, impresión y postimpresión (AIDO, 2005).

De acuerdo con Enroth (2001), los productos impresos son desarrollados en colaboración con los clientes (clientes directos, agencias de publicidad, publicistas), diseñadores e impresores (preprensa, imprentas, troqueladores, encuadernadores). En este contexto, el diseño y desarrollo de productos impresos se puede dividir en dos fases principales que reúnen los subsectores mencionados anteriormente (Figura 2): fase de diseño y fase de manufactura.

1. Diseño. Comprende las actividades creativas, de diseño y composición gráfica del producto. Con frecuencia en este subsector ocurre el contacto directo con el cliente que demanda el producto, y que brinda la información básica acerca de las características



Figura 2. Fases de diseño y desarrollo de producto impreso.
Fuente. Elaboración propia adaptada Enroth 2001.

y el contenido de la pieza gráfica. En ocasiones, estas actividades son realizadas por los subsectores de preimpresión e impresión para el caso de las micro y pequeñas empresas.

2. Fase de manufactura en la que se desarrollan los procesos de preimpresión y postimpresión, la preimpresión incluye las actividades que se desarrollan después del diseño y antes del proceso de impresión. En este subsector se encuentran las empresas especializadas en el alistamiento de archivos y transferencia de los diseños del medio digital según el sistema de impresión a la forma impresora, empleando diversos métodos como estereotipia, galvanoplastia y en la actualidad por fotograbado. La impresión es un subsector que agrupa a las empresas dedicadas principalmente a los procesos de impresión offset, serigrafía, flexografía, huecograbado, digital, etc.

3. Postimpresión. Aquí se encuentran las empresas especializadas en hacer los acabados a los productos impresos, como pueden ser encuadernación, plastificado, estampado, troquelado, etc.

Los productos y servicios que se ofrecen desde la industria gráfica son demandados de manera generalizada por otras industrias de todos los sectores de la economía, entre ellas las de alimentos, textiles, farmacéutica, cosmética, servicios financieros, servicios públicos, entidades gubernamentales, etc. Sin embargo, se puede afirmar que su alcance es a todos los mercados, pues este sector es en esencia un prestador del

servicio de divulgación, transferencia, y comunicación de información y conocimientos, que las sociedades humanas requieren permanentemente (Gómez, 2016).

La industria gráfica en Colombia se encuentra concentrada en Bogotá, quien representa el 75% del total de la oferta nacional, el comportamiento nacional del número de procesos que priman en la industria está entre 2 y 3 es decir, el 52% de las empresas involucran las etapas de producción o subsectores y el 30% se especializa en un proceso, el diseño tiene una importancia significativa en los procesos de producción, las grandes y medianas empresas involucran la fase de diseño y manufactura. La producción gráfica nacional muestra que en las micro y pequeñas empresas aún prevalece los impresos, con un fuerte crecimiento en empaques y etiquetas, la producción se da por demanda, el servicio de preprensa lo tercerizan. Las medianas y grandes empresas también, presentan un fuerte crecimiento en la producción de etiquetas y empaques, junto con los impresos, predomina la producción lineal, la preprensa se realiza en la empresa, es de destacar que las grandes empresas brindan mayor estabilidad laboral porque su producción es sólida y constante en el año (Herrera, 2017).

En la Tabla 1, se presenta la categorización de los productos que hacen parte de la oferta de este sector.

En Colombia la participación de las empresas del sector en la producción de impresos asociados con el sector de empaques representa un segmento

Tabla 1. Segmentos de producción de la Industria gráfica. **Fuente:** Elaboración propia con datos del PTP, 2012.

Publicitario/Comercial	Empaques	Publicaciones periódicas	Editorial
-Catálogos			
-Publicomerciales			
-Directorios	-Empaques	-Periódicos	-Impresión de libros
-Formas y Valores	-Etiquetas	-Revistas	
-Oficina			
-Otros			

importante, teniendo en cuenta los porcentajes de empresas que participan en la producción de etiquetas (56%), empaques rígidos (28%) y empaques flexibles (11%) (Figura 3).

Gestión de los aspectos ambientales del empaque en su ciclo de vida desde el diseño de producto

Es una premisa ampliamente aceptada que las decisiones que se toman en la fase de diseño son determinantes en la afectación que tendrán los productos sobre el ambiente a lo largo de sus distintas etapas desde la obtención de la materia prima, el proceso de transformación y producción, el uso y el post consumo. Según Capuz (2004), entre el 70% y el 80% del costo ambiental del producto queda determinado por las decisiones adoptadas en el diseño.

Es por ello que se han desarrollado diversas herramientas especializadas, que permiten a los diseñadores y a las organizaciones en las que se desempeñan, prever de alguna manera los impactos ambientales de los productos que desarrollan. Dentro de los distintos métodos que actualmente existen para trabajar el diseño y desarrollo de producto desde un enfoque ambiental se destacan las enfocadas en la Evaluación de los Impactos Ambientales del Producto.

La metodología más utilizada para la evaluación de impactos ambientales centrada en productos industriales es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (Carretero, 2007), metodología que permite estudiar a profundidad todos los posibles efectos ambientales directos e indirectos atribuidos a las etapas del ciclo de vida del producto en base a un enfoque "de la cuna a la tumba" (Westkamper et al., 2000).

El ACV es empleado por muchas personas y organizaciones en diferentes áreas geográficas en el mundo en la realización de análisis ambiental comparativo entre productos, servicios y sistemas que realizan la misma función (Saleh, 2016). Esta investigación busca plantear una propuesta de empaque para café tostado con menor impacto ambiental a partir del ACV.

El empaque y las tecnologías de la información y la comunicación, una oportunidad de marketing e innovación

Según la fundación Telefónica, 2011. La realidad aumentada es la superposición de información virtual sobre espacios físicos a través de la pantalla de dispositivos electrónicos en tiempo real, esta tecnología enriquece la percepción de la realidad física con el contenido digital, siendo un espacio de interacción mixto, volviendo visible la relación que transita entre el mundo real y el mundo digital, el acceso de información puede ser preprogramada y almacenada en un dispositivo o por Internet, con la llegada de celulares inteligentes, tablets y dispositivos móviles ha permitido el desarrollo de aplicaciones y reproducción de esta tecnología.

"La realidad aumentada es una tecnología que le permite a uno colocar un layer de información digital sobre un feedback de video, es composición en tiempo real. Una información extra, en formato digital, sobre un feed de video, que es generalmente lo que se tiene, en tiempo real" (Sanmartín, 2013).

Según Caspar Thykier, la tecnología de realidad aumentada promete un futuro interesante para las marcas, porque involucra al consumidor y lo cautiva con experiencias memorables, manifiesta que las marcas que prosperarán serán la de los pensadores innovadores ya que serán reconocidos por sus empaques.

Con el fin de generar una propuesta de valor en el empaque para café tostado, para atraer, captar, retener y comunicar la proveniencia del producto contenido y ser un factor de decisión en la compra, se incluyó un elemento de realidad aumentada que cuenta el proceso de producción del café en la región de la provincia del Sumapaz, apoyado por un documental con algunos aspectos culturales que rodean a los campesinos.

Metodología

Con el fin de responder a la pregunta de investigación: ¿qué solución alternativa de empaques para café permite reducir los impactos ambientales asociados al ciclo de vida?, y poder diseñar y desarrollar prototipos de empaques que permitan la comercialización de café tostado proveniente de la provincia de Sumapaz e integrando las tecnologías de la información, la investigación se centra en un *estudio mixto* a través de un *estudio de caso* que evalúa las características de los actuales empaques de café que se emplean en Colombia.

El trabajo contempla cinco fases de estudio entre ellas está: 1) perspectiva teórica 2) empaques para café en el mercado nacional, 3) búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del CENIGRAF, 4) diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies) y 5) incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el diseño del empaque y divulgación del proyecto de investigación.

La primera fase perspectiva teórica, responde a la revisión analítica de la literatura en documentos e investigaciones acerca de: manufactura y análisis sensorial del café, normatividad técnica de empaques para alimentos y café, packaging y sustentabilidad, gestión ambiental y análisis del ciclo de vida, finalmente la incorporación de tecnologías de información y comunicación en empaques con realidad aumentada.

En la segunda fase del estudio cualitativo, se generó una ficha de análisis de empaque con el fin de recolectar información de los empaques para café que se encuentran actualmente en el mercado nacional, y realizar un análisis descriptivo de sus atributos industriales, gráficos y del producto.

La tercera fase corresponde a la búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica, entre los materiales analizados estuvieron, película flexible de maracuyá, cartón prensado, cartón microcorrugado, eart pack, Stone paper y película flexible de almidón de yuca.

La cuarta fase plantea el diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaques a partir de la metodología de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida – LiDS (Lifecycle Design Strategies), se aplicará un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) comparado para evaluar el desempeño ambiental de los empaques propuestos frente al empaque que más se utiliza en la actualidad a través de una herramienta de medición, finalmente, se integró en la función de comunicación de los empaques las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con un marcador de realidad aumentada y documental.

Resultados

Perspectiva teórica

El envase y empaque tiene varios propósitos como contener, proteger de la contaminación, riesgos mecánicos y robo, facilitar el transporte, comunicar e informar y conservar, dependiendo de los factores que afectan el alimento durante su almacenamiento varía el material y estructura puede ser flexible, semi-flexible o rígido; los factores a los que está expuesto el alimento almacenado son: 1. condiciones climáticas que pueden ocasionar cambios físicos y químicos en el alimento, la luz ultravioleta, el vapor de agua, oxígeno y cambios de temperatura; 2. contaminación por microorganismos, insectos, roedores y ambiente; 3. fuerzas mecánicas como impacto, abrasión, compresión, vibración; 4. manipulación y adulteración. Debido a estos factores el

mercado demanda exigencias de funcionalidad, atractivo visual y capacidad de preservar más tiempo los alimentos, otros aspectos a tener son la conveniencia, reducción de costos, diferenciación, contribución en el cuidado del medio ambiente y la salud a la población.

La conveniencia hace relación a proveer mayor comodidad al consumidor; apariencia, es la estética del producto la que atrae la atención del consumidor, presenta información nutricional de mercadeo y regulación sobre el producto; propiedades sensoriales, el empaque debe mantener las propiedades de sabor u olor por absorción del empaque; sustentabilidad está en el reto de diseñar empaques que impliquen menor uso de materiales provenientes de fuentes no renovables o la incorporación de materiales renovables, reducción de emisiones CO₂, consumo de energía, disminución de residuos o integración a la cadena de producción nuevamente.

El mercado de los envases, empaques y embalajes está sujeto a factores económicos, tecnológicos, logísticos, demográficos, sociales y ambientales que determinan el diseño, se busca que los productos sean atractivos, innovadores y respondan a las necesidades postmodernas de la sociedad como es la tendencia cada vez más al consumo de alimentos frescos y sanos lo que lleva al desarrollo de biomateriales, mejorar las barreras al oxígeno y al vapor de agua para aumentar la vida útil de los productos, garantizar la hermeticidad, desarrollar empaques que permitan la verificación del estado del producto (inteligentes), mejorar la vida útil (activos), implementar Tecnologías de la Información y la Comunicación a través de indicadores de radiofrecuencia (RFID), códigos tag y marcadores de realidad aumentada etc.

Factores logísticos como la eficacia cúbica permite una mejor distribución de los productos a lo largo de la cadena de distribución, seguridad en el almacenaje, identificación y manejo de inventarios, finalmente, el factor ambiental abarca la legislación, desarrollo de materiales, procesos de llenado y sostenibilidad. A través de la legislación se busca extender la responsabilidad al productor en las diferentes fases del ciclo de vida del producto como la recuperación, reciclaje

y disposición final de los materiales por medio de un sistema de gestión para su disposición, el desperdicio de comida a llevado a generar nuevas soluciones de envasado y desarrollo de materiales para prolongar la vida útil de los alimentos, los planes de desarrollo sustentables ayudan a reducir futuros costos económicos, medioambientales y sociales, fortalecen la competitividad económica y reducen la pobreza.

Empaques para café en el mercado nacional. Fase cualitativa

Se realizó la búsqueda y obtención inicial de datos e información acerca de las variedades de empaques para café tostado que se encuentran disponibles en el mercado nacional. En este sentido como parte de la metodología basada en la consulta de fuentes primarias, se recurrió a los empaques exhibidos con café tostado empacado para la venta en góndola en un supermercado de gran superficie de la ciudad de Bogotá, y por medio de una visita se hizo registro fotográfico en detalle de 20 diferentes referencias de empaques de café seleccionadas al azar, con la intención de hacer un análisis posterior de su contenido en términos informativos, gráficos, e industriales.

Se hizo una extracción inicial de información de las fotografías tomadas a los empaques de café, para tener un panorama general que permitiera crear categorías con las cuales estructurar una ficha de análisis de empaque y que se pudiera aplicar a cada una de las 20 referencias tomadas. Así, se determinó el contenido de esta ficha a partir de las siguientes unidades de análisis:

Atributos industriales principales. Describe los aspectos asociados a la producción industrial del empaque relacionada con el sector gráfico, en donde se incluyen: materiales que componen el empaque y su función; tecnología de impresión; tipo de tintas de impresión; acabados; y etiquetado ambiental y de calidad relacionado con el empaque.

Atributos gráficos principales. Describe las características asociadas a la parte visual del empaque, en

donde se incluyen: paleta de color; identidad básica de marca; textos y tipografías; imágenes, diagramación y jerarquías.

Atributos de producto (café). Describe lo relacionado con el producto contenido en lo relativo a: variedad, calidad; presentación; productor; características especiales, información legal, y etiquetado ambiental y de calidad relacionado con la producción del café.

Posteriormente, como parte del proceso de aplicación de la ficha de análisis descriptivo a cada empaque de la muestra tomada, en lo referente específicamente a los *Atributos industriales principales*, se hizo una búsqueda bibliográfica que permitiera comprender mejor los atributos considerados en esta unidad de análisis.

De esta búsqueda bibliográfica se encontró que, un factor determinante en términos funcionales de un empaque para café tostado es el oxígeno. El café tostado se presenta comercialmente bajo dos formas, entero y molido. El café en estas condiciones está conformado por más de 850 compuestos volátiles en su gran mayoría, en las condiciones de temperatura ambiente; también sensibles a la luz, al oxígeno, a la humedad y en general al medio que lo rodea (Riaño & Jaramillo, 2000).

Debido a su área superficial y al alto contenido de lípidos, la acción del oxígeno provoca oxidación y posterior rancidez del producto lo cual depende principalmente de la temperatura de almacenamiento, el contenido de humedad y el grado de tostión (Ramos & Castaño, 2004). En el caso de los granos de café, se detectan efectos de oxidación al cabo de 72 horas después de tostado si el producto está expuesto al aire (Castaño, Mayorga, Rodríguez, & Lozano, 2004).

Por otro lado, se encuentra que, el café recién tostado libera una cantidad importante de gas carbónico que se encuentra atrapado en el interior de los granos, generalmente un 2% en peso. Este proceso de desgaseificación ocurre en altas concentraciones los primeros 30 días después de tostado y luego disminuye considerablemente, pero continúa produciéndose incluso hasta un año después de tostado (ICONTEC, 2008), razón

por la cual se recomienda empacarlo lo antes posible ya que se puede dar la pérdida de los aromas propios, característica importante que debe preservarse. Esta, junto con el aspecto físico y el conjunto de las propiedades químicas y sensoriales, contribuye a identificar un buen café y a hacer que el consumidor prefiera una u otra marca (Riaño & Jaramillo, 2000).

Coincidiendo con la muestra de empaques tomada, investigaciones previas han identificado que se utilizan diferentes tipos de empaques para café tostado que pueden ser de papel, metal, plástico, vidrio y materiales compuestos encontrando que son las estructuras flexibles de plástico las más comunes (Castaño et al., 2004).

Aunque generalmente ningún material plástico cumple con la función de barrera y protección que requiere el café tostado, estos se combinan con otros plásticos o con aluminio para formar materiales más complejos o laminados que reúnan las propiedades más importantes de sus componentes. Así se ha identificado que los materiales más utilizados para empaque de café tostado en Colombia son el poliéster en diferentes combinaciones: metalizado, saranizado, papel triplex y el polipropileno bi-orientado (BOPP) combinado con polietileno (Gutiérrez, 2011).

Respecto al control de la atmósfera interna del empaque con relación a los niveles de gas carbónico, oxígeno y humedad, se encontró que, de los distintos métodos existentes, como el empaque al vacío y los secuestrantes o absorbentes de oxígeno, el uso de válvulas desgasificadoras es el más utilizado en Colombia.

Estas válvulas son accionadas por la diferencia de presión que se crea al desgasificarse el café, en el momento en el cual la presión interna es superior a la atmosférica, se abre la válvula y se vuelve a cerrar cuando la presión interna es superior a la atmosférica con la eliminación de CO₂ se escapan también aromas en una relación directa, mientras más tiempo de almacenamiento más pérdida de aroma, aunque la pérdida de calidad no se da principalmente por la pérdida de volátiles sino por la acción del O₂ (Riaño & Jaramillo, 2000).

Búsqueda de materiales con menor impacto ambiental y evaluación de desempeño de los mismos a través de pruebas físicas que se realizaron en el laboratorio de pruebas y ensayos del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica

En esta fase, se realizó la búsqueda de materiales con menor impacto ambiental provenientes de procesos de investigación en Colombia se esperaba que estos ya estuvieran patentados, pero aún se encuentran en fase de desarrollo y validación sin embargo, se evaluó su desempeño para la industria gráfica y el empaque, entre estos materiales está película flexible de maracuyá y película flexible de yuca; por otro lado, también se analizó materiales comerciales como: cartón prensado, cartón microcorrugado, Earth pack y Stone paper.

El Centro de Industria y Servicio del Meta ha estado trabajando en la propuesta del desarrollo de polímeros biodegradables a partir de desechos agroindustriales ricos en polisacáridos como la pectina que se encuentran en la mayor parte de los tejidos vegetales, como es el aprovechamiento de residuos de cáscara de frutas (maracuyá) ricos en pectina para la formulación de un agro-polímero con la visión de ir desplazando el uso de plástico tradicional.

Este biopolímero aún se encuentra en etapa de desarrollo, los investigadores están analizando características como: propiedades mecánicas, calidad óptica, requisitos de barrera, siendo afectadas por parámetros del material utilizado como matriz estructural, condiciones de fabricación de película y la concentración de aditivos.

En este momento los investigadores se encuentran trabajando en formulaciones de aditivos, los aditivos plastificantes son utilizados para mejorar la flexibilidad, resistencia y permeabilidad a gases; sin embargo, esta investigación entró a realizar varias pruebas en el laboratorio de pruebas y ensayos del Cenigraf, para evaluar el estado de desempeño del material en la industria gráfica y empaque.

Por otro lado, la investigación trabajó validando el desempeño de una película flexible proveniente del almidón de yuca, producto de investigación del grupo "Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de interés

Agroindustrial-CYTBLA" adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca; producto de la investigación liderada por el PhD. Héctor Villada, que estudió el uso de biopolímeros naturales en empaques biodegradables semirígidos y películas flexibles. Los empaques biodegradables se obtienen de recursos renovables y tienen menor impacto al medio ambiente, lo cual es una ventaja significativa frente a los polímeros sintéticos usados para empacar alimentos.

El bioplástico obtenido con base en almidón de yuca posee características similares a los elaborados partir del petróleo, la mayor diferencia está en que los productos obtenidos de esta materia prima, podrán ser reutilizados durante un año y al desecharlos son biodegradables.

La extracción de yuca se hace mediante procesos tradicionales que luego de sedimentarse, pasa a fermentación, se seca al sol y se mezcla con agua y plastificantes de origen natural; luego se lleva a una máquina extrusora y se corta en pellets (partículas pequeñas granuladas), que se convierte en materia prima para elaborar diversos productos, para el caso de la película flexible, los gránulos pasarán por otra máquina extrusora que al final en la boquilla da la forma de película.

Hay que mencionar, además los materiales comerciales como cartón prensado, cartón microcorrugado, Earth pack y Stone paper que también fueron objeto de estudio en la investigación. El cartón prensado es un material formado por varias capas de papel superpuestas, se presenta preparado en láminas secas de color gris a base de fibra virgen o de papel reciclado. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar embalajes y envases, básicamente cajas de diversos tipos. El cartón microcorrugado es uno de los materiales más empleados para envase y embalaje, debido a su gran resistencia durante el transporte y almacenamiento, es reciclable. El Earth pack es un papel proveniente del bagazo de la caña de azúcar, libre de blanqueadores, químicos

y no esmaltado. El papel Stone paper es un papel de origen mineral fabricado a base de carbonato de calcio que emplea aglomerante, una resina de polietileno de alta densidad, se caracteriza por su durabilidad, versatilidad y resistencia al agua, aceite, grasas y al rasgado, su proceso de producción se caracteriza por ser limpio, reciclable, fotodegradable, no utiliza agua y celulosa.

Para evaluar el desempeño en la industria gráfica y el empaque, los materiales objeto de estudio se sometieron a diversos ensayos en el laboratorio de pruebas y ensayos de tintas y papel del Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica-Sena. La Tabla 2. relaciona las pruebas que se realizaron a los materiales, en la Tabla 3 se enuncian los métodos de ensayo empleados.

Tabla 2. Relación pruebas de laboratorio realizadas a materiales. **Fuente:** Elaboración propia.

PRUEBAS DE LABORATORIO							
ESPESOR	TIPO DE MATERIAL	GRAMAJE	BRILLO ESPECULAR	RESISTENCIA AL PLEGADO	ÍNDICE DE COBB	HUMEDAD	POROSIDAD
1	Material flexible proveniente de la yuca						
2	Material flexible proveniente del maracuyá						
3	Cartón prensado						
4	Cartón microcorrugado cara blanca						
5	Earth pack						
6	Stone paper						
7	Material flexible de maracuyá con semilla						

Tabla 3. Métodos de ensayo empleados para evaluar los materiales. **Fuente:** Elaboración propia.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
Material flexible proveniente de la yuca	• NTC 352: Determinación de gramaje en papel y cartón. • NTC 322: determinación del espesor (calibre) del papel, cartón y cartón combinado. • NTC 2671: determinación de opacidad-método de reflectancia difusa. Fondo de papel - Método IGT: tiempo de secado de la tinta. • ASTM D5264: resistencia a la abrasión en materiales impresos. • NTC 5410: rugosidad de papel y cartón (método de "print surf" superficie para impresión). • NTC 4849: medición del pH de la superficie del papel. • NTC-ISO 13655: medición espectral y cálculo colorimétrico para imágenes en tecnología gráfica. • NTC 2671: determinación de opacidad-método de reflectancia difusa. Fondo de papel. • NTC 5618: determinación de brillo especular de papel y cartón a 75°. • NTC 358: resistencia del papel al plegado continuo. • NTC 810: propiedades de tensión del papel y el cartón. (Uso del dispositivo de velocidad de elongación constante. • NTC 596: determinación índice de COBB. • NTC 334: determinación humedad de papel y cartón. • NTC 831: resistencia del papel al paso del aire (met. Gurley).
Material flexible proveniente del maracuyá	
Cartón prensado	
Cartón microcorrugado cara blanca	
Earth pack	
Stone paper	
Material flexible de maracuyá con semilla	

Tabla 4. Prueba espesor del material. **Fuente:** Elaboración propia.

MATERIAL A EVALUAR	Promedio del espesor (mm)	Mínimo	Máximo	Desviación estándar de la muestra
Material flexible proveniente de la yuca	0,220	0,104	0,333	0,037
Material flexible proveniente del maracuyá	1,093	0,626	2,053	0,333
Cartón prensado	1,105	1,091	1,125	0,010
Cartón microcorrugado	1,660	1,641	1,674	0,009
Earth pack	0,327	0,287	0,355	0,031
Stone paper	0,250	0,244	0,255	0,003
Material flexible de maracuyá con semilla	1,285	1,034	1,652	0,141

Tabla 5. Prueba gramaje del material **Fuente:** Elaboración propia.

MATERIAL A EVALUAR	Peso (g)	Gramaje (g/m ²)
Material flexible proveniente de la yuca	6,605	132,100
Material flexible proveniente del maracuyá	53,349	1066,980
Cartón prensado	33,244	664,880
Cartón microcorrugado	20,168	403,360
Earth pack	10,825	216,500
Stone paper	19,507	390,140
Material flexible de maracuyá con semilla	37,979	759,580

Tabla 6. Prueba brillo especular del material. **Fuente:** Elaboración propia.

Material flexible proveniente de la yuca							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra.
36,7	49,1	14,9	10,4	36,53	42,8	20,9	6,9
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
27,3	45,2	13,0	8,5	29,5	45,2	38,0	6,3

Material flexible proveniente del maracuyá							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
34,0	40,2	30,2	3,0	30,5	34,5	26,4	2,7
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,4	7,5	5,4	0,6	6,3	7,4	5,6	0,6

Cartón prensado							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
4,5	4,9	4,1	0,3	4,6	4,8	4,4	0,1
LADO 2							
Dirección maquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra maquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
3,9	4,1	3,6	0,2	3,9	4,2	3,6	0,2

Cartón microcorrugado							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
7,8	8,1	7,3	0,3	9,1	9,7	8,5	0,5

LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
4,5	4,9	4,2	0,3	5,1	5,5	4,5	0,3

Earth pack							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
7,2	7,6	6,8	0,3	6,8	7,3	5,6	0,5
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,5	7,2	6,0	0,4	6,2	7,1	5,7	0,5

Stone paper							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
23,3	24,8	21,1	1,2	23,2	25,1	21,0	1,3
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
16,2	17,5	15,2	0,8	15,8	16,9	14,5	0,7

Material flexible de maracuyá con semilla							
LADO 1							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
45,7	50,8	38,4	4,8	44,8	52,3	36,2	4,2
LADO 2							
Dirección máquina (MD) (Unidades de brillo)				Dirección contra máquina (CD) (Unidades de brillo)			
Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar de la muestra
6,8	7,8	5,4	0,8	6,6	7,6	5,4	0,6

Tabla 7. Prueba humedad. **Fuente:** Elaboración propia.

	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
Material flexible proveniente de la yuca	22,4	52,3	1	8,48
	23,1	50	2	7,80
	21,7	48,2	3	8,92
Material flexible proveniente del maracuyá	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22	52,3	1	11,58
	21,6	46,8	2	21,91
Cartón prensado	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,8	54,1	1	6,48
	23,1	45,1	2	7,02
Cartón microcorrugado	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,8	54,1	1	6,80

Earth pack	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	23,1	45,1		
Stone paper	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	22,6	43,2		
Material flexible de maracuyá con semilla	Condiciones ambientales		No. réplica	Contenido de agua (%)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)		
	23,4	43,6		

Fase de diseño y desarrollo de nuevas propuestas de empaque

En esta etapa se plantearon 10 propuestas de empaques para café tostado bajo el principio de un mejor desempeño ambiental respecto a los empaques más utilizados actualmente que después de ser evaluadas se simplifica a una. Para ello, se trabajó con la metodología de *la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida* – LiDS (Lifecycle Design Strategies), e involucrar en la función de comunicación de los mismos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

La rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS, del inglés Lifecycle Design Strategies), es una de las herramientas más difundidas, estructuradas, y utilizadas en el campo del diseño de producto con énfasis en la dimensión ambiental (Gómez, 2016). Fue desarrollada en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), bajo la dirección de Carolien Van Hemel y Hans Brezet, y en esta se proponen una serie de estrategias y principios de diseño, en el que “el objetivo es proporcionar una visión general exhaustiva de alternativas para mejorar el perfil ambiental de un producto a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida...” (Van Hemel, 1998, en Bhamra, 2004).

Es una herramienta fundamentalmente comparativa que permite evaluar en qué medida determinado

diseño responde mejor que otro frente a las ocho estrategias descritas en la misma y cuyo resultado se sintetiza y presenta en un gráfico tipo radar de ocho ejes, en el que se superponen las alternativas de diseño comparadas.

En la Figura 4 se presentan de manera esquemática cada una de las estrategias propuesta de la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS), junto con sus posibles opciones de aplicación, de acuerdo a la adaptación hecha por Capuz, 2004 de Brezet, & v. Hemel, 1997.

Para el diseño se abordó la parte estructural y gráfica, en la etapa de análisis de los materiales y de acuerdo a los resultados de las pruebas de laboratorio y cumpliendo con criterios de desempeño ambiental para el empaque, como biodegradabilidad, compostaje, proveniencia de recursos renovables, proceso de obtención que implique bajo consumo energético, estén compuestos en parte por materiales reciclados, o que sean reciclables y teniendo presente los sistemas de impresión y acabados con que cuenta CENIGRAF, ya que esto ha sido definido como determinante en la etapa de aplicación de los procesos de producción, se concluyó el material que cumplía con la mayoría de criterios según la rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida fue el material Earth pack. En la Figura 5, se presentan algunas propuestas de empaques desarrollados en el proyecto.

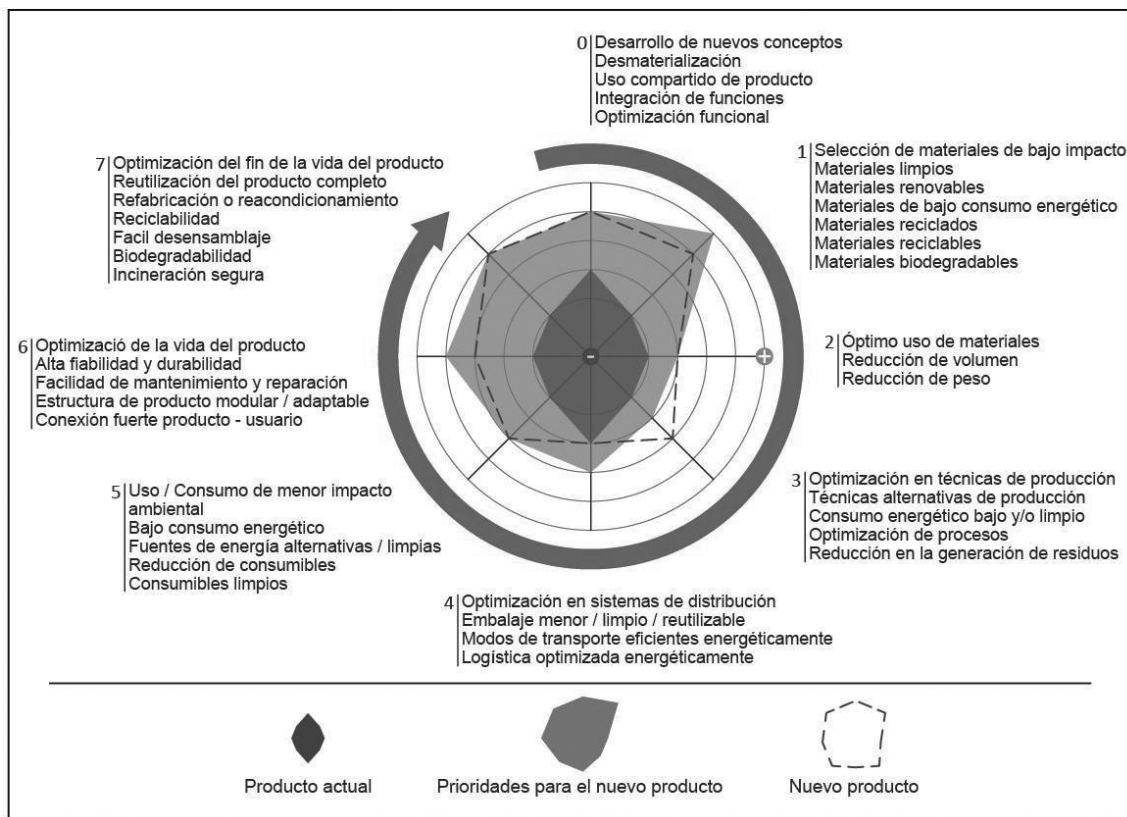


Figura 4. La rueda de estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS, del inglés Lifecycle Design Strategies).

Fuente: Elaboración propia adaptada de Brezet, & v. Hemel, 1997, en Capuz, 2004.

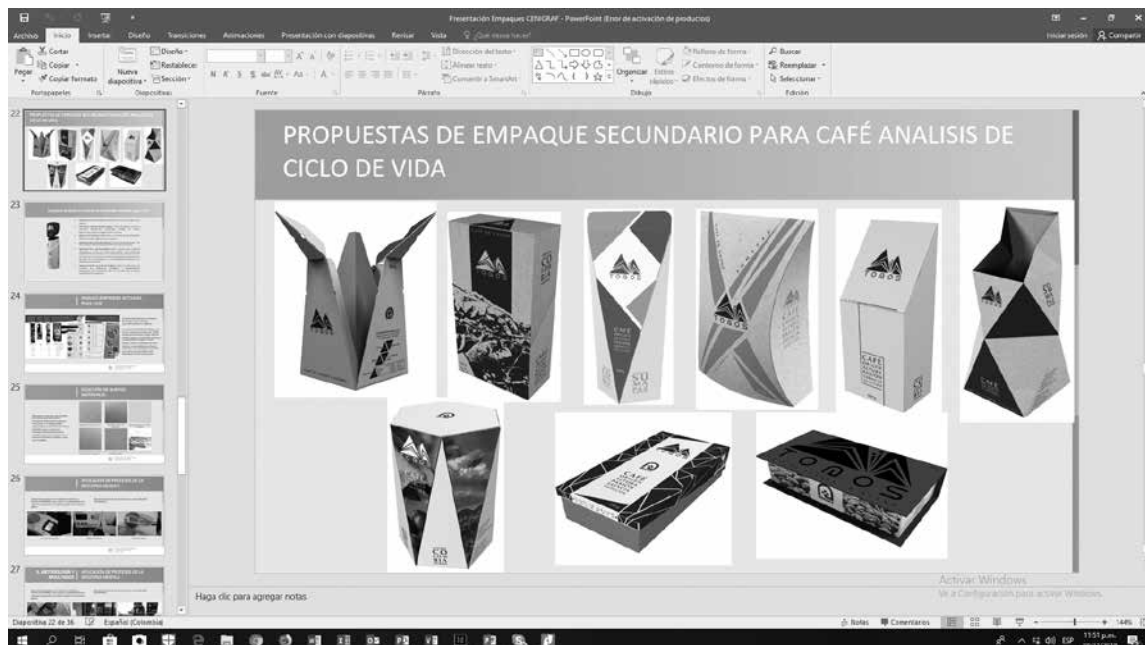


Figura 5. Propuestas de empaques secundario para café según análisis del ciclo de vida con la marca región propuesta por el grupo de investigación. **Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto a las consideraciones relativas al fin de vida del producto, la principal estrategia definida ha sido fortalecer la comunicación con el consumidor a través de la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el empaque con una aplicación móvil de realidad aumentada que comunica el proceso de producción del café, beneficios nutricionales y ambientales, cómo hacer una adecuada disposición del material del empaque una vez finalizado su uso. Dentro de esta estrategia también, se desarrolló un material audiovisual (documental "Protegiendo vida, cultura y aroma") que visualiza el entorno sociocultural de los pequeños caficultores de la provincia de Sumapaz a quienes se les diseñó el empaque.

Conclusiones

Los desarrollos tecnológicos en torno a materiales que cumplan con las condiciones de barrera que requiere el café tostado, han estado enfocados principalmente en la utilización de plásticos sintéticos y sus combinaciones a través del laminado, no se ha podido evidenciar hasta este momento en la investigación la existencia de materiales biodegradables o compostables que cumplan con las barreras de permeabilidad, absorción y migración para evitar alteraciones en los productos en la etapa comercial.

Esto supone hacer énfasis en consideraciones alternativas a la biodegradabilidad, que permitan cumplir con el objetivo y alcances del proyecto en cuanto lograr desarrollar prototipos de empaques de menor impacto ambiental que los actuales, al llegar a este punto se consideran estrategias de diseño la selección de materiales que cuenten con un alto potencial de ser reutilizados en Colombia para la aplicación de estos en el empaque, la facilidad para su separación y gestión de residuos en la industria.

La realidad aumentada muestra el potencial para posicionar el producto y poder del empaque, ya que presenta una nueva dimensión de la información y

producto, afecta el factor de decisión de compra, genera una nueva experiencia al cliente, aumenta la frecuencia del consumo por el poder de sensibilización del proceso de obtención de café y la relación con los caficultores (vuelve al producto más activo) y de mayor recordación.

El diseño de empaque multimedial genera mayor oportunidad de negocio, amplia información del producto, promociona el ecoturismo en la región (provincia del Sumapaz), la propuesta puede articular redes sociales, procesos estadísticos (medibles e impulsados por datos).

Es un empaque potencial para el Internet de las cosas su contenido puede ser dinámico.

Un trabajo de investigación y desarrollo requiere la conformación de un grupo interdisciplinar.

El empaque no solo necesita atraer consumidores, sino también comprometerlos y capacitarlos para convertir al cliente en embajador de la marca región, llevando su mensaje por mucho tiempo después de la compra.

Para aprovechar las oportunidades presentadas por las tendencias emergentes la marca debe ser más reflexiva e involucrarse con lo que está sucediendo en la sociedad, literalmente comprometida a través del diseño de empaques.

Referencias

- AIDO. Asociación Industrial de Óptica, Color e Imagen (2005). *El ecodiseño como factor medioambiental en el diseño y desarrollo de productos. Sector Artes Gráficas*. Recuperado de <http://www.cigcv.com/gestiondeldisenoinformaciontecnica/medioambiente?ps=0>
- Aranda, A., Zabalza, I., Martínez, A., Valero, A. & Scarpellini, S. (2006). *El análisis del ciclo de vida, como herramienta de gestión empresarial*. FC Editorial.

- Capuz, S. (2004). *Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Alfaomega.
- Castañó, J., Mayorga, I., Rodríguez, D., & Lozano, A. (2004). Análisis comparativo de tres estructuras de empaque para café tostado. *Cenicafé*, 55(4):277-301.
- Chávez López, C. (2012). *Diseño gráfico sustentable. Estrategias para el uso de materiales y procesos en el diseño*. (Tesis de maestría). Recuperado de http://issuu.com/chrysa.dg/docs/disenografico-sustentable_christianchavezlopez
- Carretero, A. (2007). *Aspectos ambientales. Identificación y evaluación*. España: AENOR.
- Denison, E., & Yu Ren, G. *Packaging 3: Envases ecológicos*. (2002). México: McGraw-Hill.
- Enroth, María. (2001). *Tools for Eco-efficiency in the Printing Industry*. (Tesis de Licenciatura). Recuperado de <https://www.nada.kth.se/utbildning/forsk.utb/avhandlingar/lic/011213.pdf>
- Gómez, J. (2016). *Diseño de una herramienta de gestión ambiental para las micro y pequeñas empresas de la industria gráfica en Bogotá*. (Tesis de maestría).
- Gutiérrez, J. (2011). *Influencia de la intensidad de plasma y la velocidad de alimentación de aluminio sobre la difusión del oxígeno y el agua en películas de polipropileno biorientado recubiertas con aluminio*. (Tesis de maestría).
- Hospido, A., Novo, E., Feijoo, M. (2001). Life Cycle Analysis as a Tool for Assessing New Waste Water Treatment Systems. A Case Study of Textile Industry Effluent. *Tecnología del Agua*. 21, 60-66.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1998). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-3. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de envases de vidrio*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1999). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-5. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos metálicos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1999). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-6. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía del aprovechamiento de residuos de papel y cartón compuestos con otros materiales*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 2558. Café tostado y molido. Determinación del contenido de humedad. Método por determinación de la pérdida en masa a 103 °C (Método de rutina)*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2002). *Guía Técnica Colombiana GTC-ISO TR 14049. Gestión ambiental. Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la norma ISO 14041 para la definición del objeto y el alcance y para el análisis del inventario*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2003). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-4. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el reciclaje de papel y cartón*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2004). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-2. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2006). *Guía Técnica Colombiana GTC 53-7. Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos*. ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14040. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia*. ICONTEC.
- PROCOLOMBIA (2014). Bogotá y Cundinamarca le apuestan a la exportación. *La revista de las oportunidades*. Recuperado de <http://www.procolombia.co/publicaciones>
- McDonough, W. & Braungart, M. (2005). *Cradle to Cradle. De la cuna a la cuna: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. España: McGraw-Hill.

Martínez, M. (2016). *La problemática de la cultura del empaque: del diseño centrado en el consumo, al diseño centrado en la función ambiental*. (Tesis de maestría).

Milvain, N. (2014). *Global Product Manager-Packaging, UK*. Recuperado de <http://www.sgs.co/es-ES/Local/LATAM/News-and-Press-Releases/2014/09/Innovacion-y-Sostenibilidad-para-Empaques-de-Alimentos.aspx>

PROCOLOMBIA. (2016). *Ley de Modernización de la inocuidad alimentaria en los Estados Unidos (Food Safety Modernization Act – FSMA)*.