

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA E INDUSTRIAL
EN EL ECODISEÑO DE EMPAQUE DE
ABONO ORGÁNICO”**

Realizado por:

MARÍA CRISTINA RECALDE LARREA

Director del proyecto:

Mónica Susana Delgado Yánez

Codirector del proyecto:

Katty Coral Carrillo

Como requisito para la obtención del título de:

**MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL
CON MENCIÓN EN EFICIENCIA
ENERGÉTICA**

Quito, 11 de marzo de 2020

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, MARÍA CRISTINA RECALDE LARREA, con cédula de identidad # 171267793-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA 171267793-7

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA E INDUSTRIAL EN EL ECODISEÑO DE
EMPAQUE DE ABONO ORGÁNICO”**

Realizado por:

MARÍA CRISTINA RECALDE LARREA

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

ha sido dirigido por el profesor

MÓNICA SUSANA DELGADO YÁNEZ

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Mónica Susana Delgado Yáñez

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

EDILBERTO LLÁNES CEDENO

WALBERTO EFRAÍN GALLEGOS ERAS

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante el

tribunal examinador



Edilberto Llánes



Walberto Gallegos

Quito, 11 de Marzo de 2020

DEDICATORIA

A Dios, mis hijos y padres.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Santa Madre de
Dios, María Santísima.

A mi familia y amigos.

a mi tutor Mónica Delgado, profesores

todas aquellas personas que participaron con su apoyo y colaboración en el
desarrollo de este trabajo:

Tabatta Caicedo
Rodrigo Iturralde
Gabriela Zambrano
Wilmer Pérez
Andrea Cedeño
Diana Barreno
Santiago Álvarez

Profesor

Mónica Delgado

Katty Coral,

Estudiantes de 3er semestre 2019

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

14/11/2019 21:47:33

Para someter a:

To be submitted:

Eficiencia Energética e Industrial en el **Ecodiseño de empaque de abono orgánico**

María Cristina Recalde¹ Mónica Delgado¹, Katty Coral¹Edilberto

Llánés²,

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales,

Quito, Ecuador.

14/11/2019 21:47:33

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Mónica Delgado, Universidad
Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito,

Ecuador.

Teléfono: +593-98404 2278; email: monica.delgado@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Empaque, abono orgánico, desecho, plástico e
impacto ambiental

Resumen.

El empaque actual de abono de jardinería no permite ser reciclado, debido a la complejidad de su estructura, contiene 6 materias primas: PET (poliéster) 14 g/m², tinta 2 g/m², adhesivo 2 g/m², foil de aluminio 21,6 g/m², capa sellante, PE (polietileno) 110,5 g/m². El objetivo de la investigación fue mejorar la eficiencia energética del empaque con uno nuevo y consecuentemente, proporcionar beneficios ambientales y económicos. Para ello se realizó, inicialmente, una evaluación ambiental para determinar la reducción de la huella de carbono con el empaque propuesto, y la reducción del impacto ambiental mediante la matriz de Leopold / MED (Materia, Energía y Desechos). Después de realizar pruebas de calidad usando la cámara de estabilización acelerada se identificó que el empaque propuesto elimina el poliéster, el foil de aluminio, y deja un polietileno de 37,9 g/m². Con el nuevo empaque se elimina el impacto ambiental negativo en cuanto a aluminio de un solo uso, el uso del agua disminuye, y se reduce en 50% los costos de adhesivo. Tras comparar las características físicas, químicas y microbiológicas del producto con el empaque propuesto, se determina que con el nuevo empaque existe una reducción de consumo de energía de 18-22% en la temperatura de sellado, inicialmente la temperatura es de 160°C a 180°C y con el empaque actual es de 130 °C- 140 °C., la huella de carbono se reduce en un 50%, reduce la generación de residuos sólidos en un 16% en peso, disminuye el 50% de adhesivos y se reduce el costo en un 2%. Finalmente, este cambio mejora la percepción ambiental de responsabilidad en el cuidado del ambiente.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

El 65,4% de encuestados manifestó responsabilidad con el ambiente, el 98.5% escogería un empaque que se pueda reciclar, en tanto que el 90.8%, consideró que la calidad del producto, está relacionada a una empresa ambientalmente responsable.

Palabras clave: Eficiencia energética, empaque, reciclaje, desecho, desarrollo sostenible, economía verde

Abstract.

The current garden fertilizer packaging cannot be recycled, due to the complexity of its structure. It contains 6 raw materials: PET (polyester) 14 g/m², ink 2 g/m², adhesive 2 g/m², aluminum foil 21.6 g/m², PE (polyethylene) 110.5 g/m² and sealant layer. The objective of the research was to improve the energy efficiency of the packaging by making a new one which will, therefore, provide environmental and economic benefits. For this, an environmental assessment was initially carried out to determine the reduction of the carbon footprint with the proposed packaging and the reduction of environmental impact through the Leopold / MEW matrix (Matter, Energy and Waste). After performing quality tests using the accelerated stabilization chamber it was identified that the proposed packaging eliminates polyester, aluminum foil, and leaves a PE of 37.9 g / m². With the new packaging, the negative environmental impact in terms of single-use aluminum was eliminated, water use decreased, and adhesive costs were reduced by 50%. After comparing the physical, chemical and microbiological characteristics of the product with the proposed packaging it was determined that with the new packaging there was an energy consumption reduction of 18-22% in the sealing temperature. Initially such temperature was 160 ° C to 180 ° C and with the current packaging it became 130 ° C-140 ° C, the carbon footprint was reduced by 50%, the generation of solid waste was reduced by 16% in weight, 50% of adhesives decreased and costs were

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

reduced by 2%. Finally, this change improved the environmental perception of responsibility in the care of the environment. In the survey, 65.4% of respondents expressed they consider themselves environmentally responsible people, 98.5% would choose a packaging that can be recycled, while 90.8% consider that the quality of the product is related to an environmentally responsible company.

Keywords: Energy efficiency, packaging, recycling, waste, sustainable development, green economy

Introducción.

A fin de mejorar la eficiencia energética y por medio de esta, contrarrestar los problemas ambientales que ha ocasionado el uso indiscriminado de recursos y el aumento de la calidad de vida de los últimos años (García, 2007; Martínez-Reyes, 2016), se vio la necesidad de aumentar el control ambiental en las industrias (Tamayo-Orbegozoa, Molina, Azucena, y Izaguirre-Olaizolab, 2012), así se vino desarrollado nuevos modelos productivos considerando temas económicos (Yanes y Gaitan, 2005), sociales y ambientales (Chambouleyron y Pattini, 2004; Lett, 2014), en los procesos de producción (Mercado y Córdova, 2005; J. L. Pérez y Meza, 2013) y disminuir la producción de residuos (Montoya- Rodríguez y Martínez, 2013; Osorio-Gómez, Chavarro-Guzmán, Valderrama-Ocoró, y Peña- Montoya, 2018).

El Código Orgánico Ambiental ecuatoriano define la responsabilidad extendida del productor sobre la gestión de desechos en todo el ciclo de vida del producto, incluyendo la selección de materiales (Espitia C, Pedraza-Rendón H, y Valencia J, 2017), y la disposición final cuando el producto se convierte en desecho luego de su vida útil (AMBIENTAL, 2017; del Ambiente, 2017; Garzón, 2017).

Adicionalmente, existe ordenanzas aprobadas para regular y reducir el uso del plástico, en la provincia de Loja (Jiménez-Jiménez, 2016) y en Galápagos (Mosquera-Mieles, 2019). La Ordenanza de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil en proceso de publicación de septiembre del 2018 para regular la fabricación y comercio de productos plásticos (Suárez Rodríguez, 2019). De la misma manera otros Municipios en el país cuentan con estas regulaciones en proceso de ser aprobadas como es el caso de Manabí, Quito y Cuenca, todo esto con la misma finalidad (Riofrio-Álvarez, Navarrete, Maribel, y Navarro Cedeño, 2019; Ubilla Rojas, 2019) y la Asamblea empezó a tratar en el año 2019. El 31 de diciembre de este

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

año se aprobó la ley.

La preocupación por la generación de gases de efecto invernadero (GEI) entre ellos CO₂, en la actualidad considera también la participación de los consumidores verdes (Morante, 2008; Espitia-Moreno C, Pedraza- Rendón H, y Bonales-Valencia J, 2017), todo esto permitirá al productor tomar decisiones para poder realizar el cambio (CABELLO, 2017; Mansilla-Pérez y Ruiz-Ruiz, 2009).

El realizar el análisis de empaques más amigables con el ambiente, cuando se tiene casos de éxito, se verifica la reducción en consumo energético, de agua, y reducción medible de desechos sólidos de fabricación y disposición final (Restrepo-Gallego, 2006). En la actualidad se habla ya del término de economía circular como el marco general del ecodiseño (Balboa y Somonte, 2014) que tiene como base la cumbre de Rio de 1992, por la relación en el ámbito económico –empresarial (Castillo-Torres, Vela-Meléndez, Llonto- Caicedo, y Oliva-Mera, 2017) busca establecer como herramienta el ecodiseño para la fabricación de productos sostenibles (Artaraz, 2002; Feitó Cespón, Cespón-Castro, y Rubio Rodríguez, 2016; Ramírez-Juidías y Galán-Ortiz, 2006).

La finalidad de esta investigación fue el rediseño del empaque de abono, considerando el ensayo experimental para verificar que no altere la calidad del producto, el análisis energético-ambiental y económico, que permita que el empaque pueda ser reciclado, considerando vital para el estudio, además verificar la aceptación del cliente (Gravini, Díaz, Rangel, y Vides, 2018; Navarro, 2004).

El abono orgánico para jardinería producido a partir de la degradación de materia orgánica de origen animal, (Cuvi, 2015; A. Pérez, Céspedes, y Núñez, 2008) fabricado en la ciudad de Quito en una parte del sector industrial, cuyo empaque presenta inconvenientes para una disposición segura que minimice la generación de GEI (Cespón, Castro, Curbelo, y Varela, 2015) Martínez-Curbelo, y Covas-Varela, 2015), esto debido a la complejidad de su

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

estructura, que incluye foil de aluminio en su composición, es importante considerar un cambio del empaque para minimizar su impacto al ambiente (Montoya et al., 2014; Palacios-Alvarado, 2015) y hacerlo energéticamente más eficiente (Ralón M, 2016), considerando que actualmente es uno de los grandes retos para la industria, es lograr fabricar productos sostenibles (García y Year, 2006; Pérez-Belis y Bovea; Slimane, Glaser, y Auplat, 2015), siendo una herramienta para tal efecto la Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 en organizaciones y la NORMA CERTIFICABLE UNE 150301 del 2003: “Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño” y la norma ISO 14001-2015, con bases en el análisis de ciclo de vida de un producto (García y Year, 2006; Pérez-Belis y Bovea; Roberts y Robinson, 1999; Testa, 2004).

Objetivo General

Mejorar la eficiencia energética en la vida útil del empaque de abono orgánico actual que contiene foil de aluminio con el empaque propuesto con polietileno de alta densidad, realizando una serie de pruebas de calidad, evaluaciones MED (material, energía y desechos) y de Huella de Carbono, que permita a la empresa beneficiarse energéticamente y económicamente.

Objetivos Específicos

Para el cumplimiento del objetivo de la investigación son necesarios los siguientes objetivos específicos:

- Reducir el impacto energético y ambiental del empaque de abono, mediante el cálculo de la huella de carbono y la Matriz de Leopold /MED.
- Determinar mediante análisis físico químico y microbiológico, que el producto mantiene las mismas características en el tiempo.
- Realizar encuestas para determinar el interés y aceptación de los consumidores del nuevo empaque, considerando que presenta mejores condiciones energéticas.
- Comparar el costo del nuevo empaque con el costo del empaque actual, mediante la comparación simple de las dos propuestas económicas.

Estado del arte.

Ecodiseño

El ecodiseño es una herramienta que permite a los productores integrar aspectos energéticos - ambientales en la fabricación de los productos, tomando en cuenta el uso y disposición de los desechos que se generen en el ambiente posterior a su consumo, lo que además permite la reducción de emisiones de GEI y de costos en algunos casos (Gonzalez, 2017). Algunos criterios que deben ser tomados en cuenta en un ecodiseño, son: Reducción material (Baxter, Hastings, Law, y Glass, 2008) para realizar un producto únicamente con las óptimas cantidades de materiales y energías, reduciendo además costos y emisiones al ambiente; el diseño por desmontaje, es decir primero considerar la durabilidad del producto por mucho tiempo (principio básico del ecodiseño) y después que el envase pueda ser reciclado en sus formas simples, así se debe evitar el tiempo de disgregar el envase para hacer reconocibles los distintos componentes para que puedan ser fácilmente identificables y reutilizables o reciclables; la mono-materialidad (Montoya, Martínez, Celedon, Khaddaj, y Berbesi, 2014), es decir un solo material que permita simplificar tanto el manejo del producto para embalar como el del reciclado cuando el producto llegue al final de su vida útil, el envase debe presentar la multifuncionalidad.

Es importante que las empresas en Ecuador comiencen a involucrar los aspectos energéticos - ambientales de sus productos, incluyendo mediciones y reducciones de huella de carbono como forma de diferenciarlos con los productos de sus competidores, con el fin de aumentar su ventaja competitiva (Testa, Tessitore, y Daddi, 2016).

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Empaque actual

Empaque Triple laminado, Poliéster, incluyendo foil de aluminio es un material muy utilizado en la fabricación de empaques ya que es estable, ligero e impermeable, tiene excelentes propiedades que protege el abono de la luz, de la humedad (Herrera-Bellodas, Lumbres-Álvarez D, Santos-Asesor, Vives- Garnique, y Carlos, n.d.), esto da características de alta resistencia al empaque y garantía al producto (Alitecno, 2017), adicionalmente cuenta con otra capa de Polietileno (Tenjo y Forero, 2012).

Polietileno

El Polietileno es un tipo de plástico reciclable al 100% (Fernanda et al., 2018).

Poliéster

Es una resina plástica que se la obtiene a través de una reacción química que es muy resistente a la humedad y a productos químicos (Mansilla-Pérez, 2009).

Foil de Aluminio

Producto a partir de la laminación de lingotes de aluminio, en la actualidad se ha desarrollado una variedad de materiales y aleaciones, como algunas técnicas para obtener el papel doméstico delgado o foil, realizado a partir de este proceso de varias etapas de laminación y de tratamientos térmicos de recocido en etapas tanto intermedias como finales de su producción por tanto requiere una significativa cantidad de energía, dinero y tiempo, de esta manera se logra obtener excelentes propiedades mecánicas del producto (Del Río, 2008).

Empaques

Son materiales utilizados para contener un producto, cumple la función de proteger, comunicar y dar seguridad al producto, importantes para el comercio de productos en el mercado (Mart, 2017).

Abono Orgánico

El abono orgánico es un material utilizado para mejorar la estructura del suelo y para

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

fertilizar los cultivos, su origen puede ser animal o vegetal, siendo utilizado para mejorar las características del suelo, como fuente para la vida y nutrientes para el suelo (Gravini, Rangel, y Vides, 2018).

Reciclaje

El reciclaje es un proceso que permite aumentar la vida útil de un material puede definirse como volver a hacer útil lo que ha sido desechado, para darle un nuevo uso de manera total, parcial, modificado o procesado como un nuevo producto que tenga un uso diferente al original, de esta manera se economizan recursos, y disminuyen los residuos sólidos, los costos de materias primas, permitiendo ahorrar agua y energía (“No Title,” 2017). Este proceso no solo permite que disminuya el consumo de energía, sino que aumente la vida útil de los rellenos sanitarios y que disminuyan las emisiones de CO₂.

Matriz de Leopold

Es un procedimiento utilizado para poder realizar la evaluación del impacto ambiental de un proyecto en desarrollo, por tanto, sirve para la evaluación de costos y beneficios ambientales y sociales. La matriz de Leopold constituye un resumen del texto de la evaluación del impacto ambiental (Ponce 2009).

Huella de carbono

Es una de las mejores herramientas que permite determinar las emisiones equivalentes de dióxido de carbono de un producto o proceso industrial para tomar conciencia del impacto causado en su producción y así tomar medidas correctivas que permitan reducirla (R.Morales, 2018), se expresan por tanto en kg CO₂ eq.

Materiales y Métodos

Materiales

Para la realización de esta investigación, se empacó el abono orgánico utilizado para jardinería de 2500 gr en su empaque actual, y el mismo abono con nuevo empaque propuesto.



Figura 1. Abono de jardinería en empaque actual y propuesto

Adicionalmente para la realización de pruebas de laboratorio, fue necesario el uso de la Cámara de estabilización acelerada, para determinar similares características del abono antes y después, bajo condiciones ambientales reales figura 2:



Figura 2. Cámara de estabilización acelerada

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Métodos

Para la realización de esta investigación, se utilizó el abono orgánico de jardinería de 2 kg en su empaque actual, y el mismo abono con la misma cantidad, en el nuevo empaque propuesto, a fin de comprobar que sus características se mantienen.

Para la formulación de la propuesta de cambio de empaque se realizó un análisis de metodologías de eco-diseño, reciclaje y economía circular (Moreno, Figueroa, y Montoya, 2018; Moreno y Montoya, 2011; Romero, 2009).

El diseño experimental de esta investigación considera variables ordenadas según factores cualitativos y cuantitativos (Chambouleyron, Arena, y Pattini, 2000):

Cualitativos: Los factores cualitativos considerados en este estudio son:

- Composición / Materiales de los empaques
- Deterioro de la imagen de los empaques
- Factibilidad de reciclaje de acuerdo con la composición de los empaques y posibles futuras aplicaciones del empaque.

Cuantitativos: Los factores cuantitativos considerados en este estudio son:

- Gramaje y calibre de materiales de los empaques
- Transmisión de vapor de agua de adentro hacia afuera
- Transmisión de oxígeno
- Temperatura de sellado
- Fuerza de sellado
- Resultados estadísticos de las encuestas realizadas a los clientes
- Composición física y química del producto en el nuevo empaque
- Composición microbiológica del producto en el nuevo empaque
- Diferencia de costos de los productos con el empaque actual y con el empaque propuesto

En la figura 3 se puede observar los métodos usados en la presente investigación.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

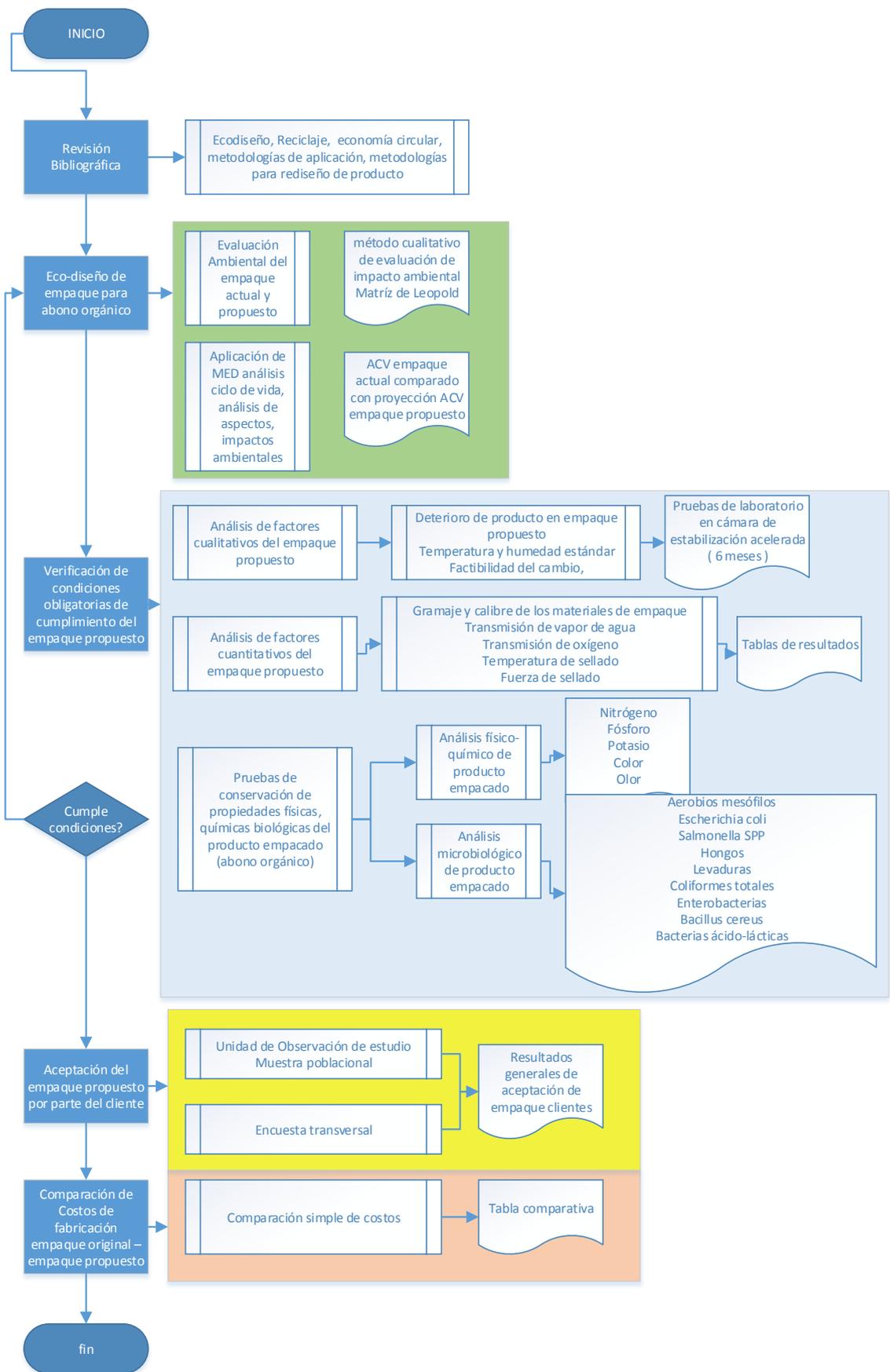


Figura 3. Metodología de investigación, elaboración propia

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Para la determinación de la eficiencia energética se investigó bibliográficamente el consumo energético de una máquina laminadora de la empresa Montana Gráfica, que se dedica a la elaboración de empaques flexibles para productos de alto consumo en Venezuela. En este artículo científico se determinó mediante Diagrama de Pareto los procesos generales de mayor consumo energético, uno de ellos el proceso de laminado metalizado que mediante mediciones de consumo de energía real, se obtuvo 7,942 kWh / mes en este equipo con operación continua, este proceso es para el proceso de sellamiento de plásticos de distintas naturalezas (Salazar , L .; Guzmán , V .; Bueno , A .,2018).

Con estos datos se determinó la huella de carbono que significaría este consumo energético, para el doble proceso de laminado en el empaque actual para comparar con la huella de carbono que tendría en nuevo empaque, el cual necesita un solo proceso de laminado.

Para este cálculo de la huella de carbono se consideraron parámetros de medición que se utilizaron están sujetos a la metodología presentada por el GHG Protocol (Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 en organizaciones) debido a su sencilla aplicación. La operación matemática para calcular las emisiones de Gas de Efecto Invernadero, se muestra en la siguiente ecuación: Emisiones GEI (kg CO₂ eq) = Nivel de actividad (kW / h) x Factor de Emisión específico (R. Morales, 2018) para Ecuador:

$$GEI (kg CO_2 eq) = Nivel de actividad \left(\frac{kW}{h} \right) x Factor de emisión$$

Ecuación 1. Cálculo para medición de Huella de Carbono (R. Morales, 2018).

El factor de emisión eléctrico, dato esencial que corresponde al CO₂ emitido en el Ecuador por la electricidad generada. Este factor se obtuvo bibliográficamente, en un artículo científico de Avances Ciencia y Tecnología (Parra Narváez, René, 2015), que fue cuantificado, considerando los datos de 47.5 % de generación eléctrica con fuentes renovables en el Ecuador, 49.1 % con fuentes no renovables y 3.3 % con importación (Parra Narváez, René, 2015). El factor de emisión eléctrico considerado fue de 0,6945 kg CO₂/kWh (Haro L.- Oscullo J., 2016).

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Con la información obtenida se realizó la evaluación de impacto ambiental/energético (Antón Vallejo, 2004; García y Navarro, 2018) mediante la Matriz de Leopold / MED (Anexo B), tanto para el nuevo empaque como para el empaque actual, determinándose cuál presenta un mayor valor, equivalente a un mayor impacto (Forero y Guzmán, 2017). La matriz de Leopold es una manera simple de analizar y priorizar los impactos ambientales y energéticos, la manera más eficaz de usarla es identificando los factores más significativos y evaluar en términos de la magnitud del efecto sobre los factores ambientales y de energía que figuran en el eje horizontal, entre el número 1 al 4, siendo uno el menor en magnitud y cuatro el mayor. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. De la misma manera se coloca un número entre 1 y 4 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia de los efectos (tabla 1).

Posteriormente se evaluó los números que se han colocado en las casillas y se multiplica la magnitud por la importancia para la cuantificación de impacto. Es mejor que la matriz se realice de forma reducida, sólo con los factores que han sido identificados como interactuantes. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado del impacto (Ponce 2009) .

Tabla 1.

Crterios de Evaluación de Impacto

Importancia	Tipo de Impacto
< 5	Irrelevante
5 – 9	Moderado
10 - 13	Severo
14 – 16	Crítico

La investigación se complementó, además, con la realización de pruebas para determinar la conservación del producto, estas pruebas se realizaron en el laboratorio Lasa (laboratorio acreditado por el SAE), el cual cuenta con la cámara de estabilización acelerada,

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

con el producto en el envase propuesto antes de la cámara y después de este proceso, con el fin de realizar comparaciones del comportamiento del envase propuesto y del producto en diferentes condiciones ambientales y de resistencia. Las pruebas se realizaron con un peso de 200 g de muestra (figura 4).



Figura 4. Empaque propuesto con producto para la prueba, autor

La estabilización acelerada es una aproximación al tiempo real de biodegradación del producto en condiciones ambientales reales, cuando llega el producto al laboratorio este es identificado (Cespón et al., 2015). A continuación, se determinaron los parámetros a ser evaluados al abono (Gravini et al., 2018):

Análisis Físico – Químicos

- *Nitrógeno total.*- para ello la muestra es colocada en un tubo de digestión para ser colocado en el destilador de nitrógeno para digerirlo a 400°C durante dos horas, de ahí se lo enfría, se destila la muestra, se adiciona 60 mL de hidróxido de sodio 6 N, el destilado se coloca en un matraz con ácido bórico e indicador, se recogen 150 mL de este destilado, se titula con ácido clorhídrico 0,1 normal hasta el cambio de color (a ligero color pálido violeta) y poder realizar el cálculo.
- *Fósforo.*- la muestra se lleva a la mufla a temperatura de 550°C , las cenizas se tratan

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

con ácido sulfúrico, se pone en baño maría treinta minutos, luego disolver el residuo en un Erlenmeyer con agua destilada, se ajusta a pH 7 con hidróxido de sodio 5 N, se trasvasa a un balón de 50 mL y se afora con agua destilada, se toma de esta solución 25 mL y se coloca fósforo b reactivo (Fosfato orto: solución estándar fósforo 1000mg/l como P (NIST)-100 mL) para realizar la lectura, la muestra es colocada en el espectrofotómetro, se hace un blanco con agua destilada para comparar lecturas antes y después con la muestra.

- *Potasio*.- Se pesa una cantidad de muestra representativa en un Erlenmeyer o recipiente de calentamiento, se adiciona una cantidad de ácido nítrico concentrado (68%) a la muestra y se coloca en una plancha de calentamiento para la digestión de la muestra. La solución ácida es calentada a una temperatura que asegure que no existan pérdidas de los analitos de interés por volatilización por un período de tiempo determinado. Este tiempo debe ser suficiente para asegurar la mineralización de la muestra y la liberación de las sustancias de interés. Luego del tiempo de calentamiento la muestra se enfría a temperatura ambiente y se trasvasa a material volumétrico donde se adiciona agua destilada hasta un aforo final de 50 mL. Se toma un volumen determinado de la solución ácida y se realiza una dilución final (2X) de la muestra previa a su inyección al equipo.

La muestra diluida es analizada mediante absorción atómica y posterior a la corrección efectuada con las diluciones y peso tomado se expresa la concentración de potasio en unidades de porcentaje en peso.

- *Características físicas (olor, color y aspecto)*

Se realiza visualmente a criterio de analista.

Análisis Microbiológicos

En el caso de los ensayos microbiológicos, la muestra debe ser tratada de forma que se

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

garantice la inocuidad del material utilizado en el tratamiento de la muestra. Para ello el envase que contiene el abono, es desinfectados exteriormente mediante la utilización de alcohol etílico al 70% en volumen, se abre el envase con tijera previamente esterilizada previo al pesaje de la muestra.

Se utiliza una solución buffer (agua esterilizada) para disolver la muestra sólida. Para ello, se añade 10 g de muestra a una cantidad de la solución buffer, el pesaje se realiza con una balanza analítica.

El envase utilizado es cerrado herméticamente y agitado por un tiempo determinado para asegurar la homogeneidad de la muestra final. Dependiendo del organismo que se quiera analizar, se utilizan los diferentes medios de cultivo, preparados previamente en placas de lectura. Se añade una muestra representativa a cada placa de cultivo y se incuba a la temperatura y tiempo indicados por los métodos específicos. Posterior a la incubación, se realiza la lectura de resultados (informe laboratorio). En este caso se analizó:

- Aerobios mesófilos
- Escherichia coli
- Salmonella
- Mohos y levaduras
- Coliformes totales
- Enterobacterias
- Bacillus cereus
- Bacterias ácido-lácticas

Posterior al análisis inicial, la muestra de abono es colocada en la cámara de aceleramiento, previamente se confirman las condiciones del estudio, es decir, 38°C de temperatura +/- 2 y Humedad Relativa de 75% W +/- 5 (Baxter, Hastings, Law, y Glass, 2008)

La muestra se mantuvo por un periodo aproximado de 30 días, equivalente a seis meses

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

en condiciones ambientales reales (Informe de laboratorio Lasa), la fecha de ingreso de la muestra fue el 27 de marzo 2019 y final fue el 2 de mayo 2019, posteriormente fue retirada de la cámara y se analizaron nuevamente los parámetros determinados inicialmente.

La investigación, contempló adicionalmente, determinar la aceptación del cliente del nuevo empaque mediante encuestas (Anexo A), considerando el valor que da el consumidor al escoger un producto por ser más amigable con el ambiente. El número de encuestados para la muestra se determinó mediante la siguiente ecuación

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2 (N - 1)}{z^2 pq}}$$

Ecuación 2. Cálculo de número de encuestados para la muestra (Vallejo, 2012).

n = número de muestra

N = universo

e = error muestra

pq = varianza de la población

z = nivel de confianza

Para hacer un sondeo de percepción de consumidores (empleados de la industria en estudio) para el caso, el Universo es N = 148 que corresponde al tamaño de la población que ya conocemos, se busca un nivel de confianza que sea del 90%, por lo tanto z = 1.96, y que el error no sea mayor del 3%, por tanto e = 0.03, a falta de otros datos y para un mayor seguridad se supone que pq = (0.50)(0.50) = 0.25, (Vallejo, 2012) la muestra necesaria será:

$$n = \frac{148}{1 + \frac{0,03^2 (148 - 1)}{1,96^2 0,25}}$$

n = 130 encuestados

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Se evaluó, adicionalmente, la diferencia de costo que representa el empaque propuesto con el actual, para determinar la factibilidad económica de su aplicación.

Resultados

Para el cálculo de la Huella de carbono, se considera el dato de consumo energético de la máquina laminadora, y se considera que para el empaque propuesto no se usará el segundo proceso de sellado ya que este nuevo empaque solo tiene una capa adhesiva, por lo que el consumo energético reduce a la mitad, por tanto el inventario de GEI se reduce en un 50% (Tabla 2):

Consumo energético Máquina laminadora: 7,942 kWh / mes (operación continua) (Salazar , L .; Guzmán , V .; Bueno , A .,2018).

Factor de Emisión Ecuador: 0,6945 kg CO₂/kWh (Haro L.- Oscullo J., 2016)

Huella de Carbono = Consumo energético x Factor de emisión

Tabla 2.

Emisión CO₂ por consumo de energía (kg CO₂e/año)

Empaques	Consumo energético (kWh / año)	Factor de Emisión kg CO ₂ /kWh	Huella de Carbono (kg CO ₂ e/año)
Propuesto	95.304*	0,6945	66.189
Actual	190.608	0,6945	132.377

Tabla 4: Datos de Huella de Carbono, Elaboración propia.

* consumo de energía de la máquina laminadora del estudio Salazar , L .; Guzmán , V .; Bueno , A .

Composición de empaques:

El empaque actual presenta un triple laminado incluido el foil de aluminio, capa de PET,

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Polietileno, mismo que se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3.

Composición de empaque actual

Nombre	Medidas g/m ²
PET	14
Tintas	2
Adhesivo	2
Foil de aluminio	21,6
Adhesivo	2
Capa sellante Pe	110,5

Autor: Fuente: Alitecno(Ficha técnica), elaboración propia

Composición empaque propuesto N°1 Bolsa PE (polietileno) para abono orgánico

El empaque propuesto consiste en una bolsa doypack flexible o plana 100% polietileno (tabla 4), lo que permite el reciclaje de este, siempre que exista la cadena. Posee una apariencia brillante lo que resalta la impresión, posee barrera a la humedad, tiene buena resistencia al punzado y al rasgado (Empaque, Es, Capas, Pel, y Tolerancias, 2018).

Tabla 4.

Composición de empaque propuesto

Nombre	Calibre (µm)	Gramaje (g/m ²)
PE	40	37,9
Tinta	-	2
Adhesivo	-	2
PE	100	83,1
	140	125

Fuente: (Cliente : 1 Descripción : BOLSA LAMINADA 83 IMPRESA ABONO ORGANICO 2 . 5 kg 30 X 38 CM FFA 12 CM CON ZIPPER Producto : Coext PE-EVOH / coext PE 140 micras . Coext PE-EVOH FÍSICO-MECÁNICAS n.d.), Elaboración propia.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Para la evaluación del impacto ambiental de los dos empaques, se recopiló información energética y ambiental (tabla 5).

Se obtuvo 1 impacto negativo crítico al agua y al suelo, en relación a la extracción de aluminio, del componente del empaque actual. Impactos negativos severos al suelo de la misma manera por la disposición de un mayor peso en el caso del empaque actual con Foil de Al, en el caso de energía es mayor el impacto para el caso del empaque actual por la generación de emisiones al aire por el consumo de energía de la máquina selladora de los dos adhesivos, esto lo hace menos eficiente en el tema energético. Para el caso de desechos para el empaque actual, es menos eficiente y con un impacto severo por la acumulación de desechos en rellenos sanitarios, problemas de emisión de gases de efecto invernadero y generación de lixiviados.

Para el caso del empaque nuevo propuesto, al agua tiene 1 impacto severo en el caso de la generación de aguas residuales en la producción del empaque, sin embargo, tiene 9 impactos positivos, como son: en el factor económico por la reducción a la mitad en costos de adhesivo ya que se utiliza una sola capa y no dos como en el caso del empaque actual y en la revalorización del desecho, también en demanda de servicios, este empaque permite reducir el consumo de energía porque la temperatura de sellado es menor en el empaque propuesto, que lo hace eficiente energéticamente. Para el caso de desechos del empaque propuesto, presenta impactos positivos en todos los factores ambientales considerando los beneficios de procesos de reciclaje, tanto en el tema ambiental (emisiones gaseosas, suelo y paisaje), social (para el caso de comunidades y salud) y económico (en el caso de generación de servicios y económicos).

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Tabla 5:

Resultados del ecodiseño de empaques

Parámetro	Empaque actual	Empaque propuesto	Resultados de ecodiseño
Temperatura de Sellado	160 °C- 180	130 °C- 140	<i>Hay un menor consumo energético en un rango de 30 a 40 °C menos, es decir una disminución entre un 18 % y 22% de la temperatura de sellado.</i>
Estructura	Poliéster (PET) / foil de aluminio/ Polietileno	Recipack Polietileno	Polietileno/ Disminución en el uso de materiales
Tipo de material constitutivo	Poliéster (PET) Foil de Aluminio Polietileno	Polietileno	Disminución del 50% de consumo de adhesivos de laminación
Reducción en el proceso de fabricación	Al contener 3 películas necesita de dos pasos de laminación, cada uno requiere aproximadamente 2.0 g /m2 de adhesivo de laminación, es decir hay un mayor consumo.	La estructura de Recipack al tener dos películas sólo requiere de un paso por la máquina laminadora donde se adiciona aproximadamente 2.0 g / m2 de adhesivo.	Reduce dos procesos de fabricación y tiempo de entrega se optimiza

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Característica	de	138 micras	140 micras
rendimiento del empaque		1106	92 g/m ²

Opciones para la disposición final	Esta estructura contiene foil de aluminio que al ser un metal no permite el aprovechamiento nuevamente del residuo posconsumo como materia prima.	Al ser un empaque de sólo polietileno, tiene un mayor aprovechamiento luego de su uso (posconsumo). Éste mediante un proceso de tratamiento se convierte nuevamente en pellets de polietileno (granos) que se usa como materia prima para nuevos productos.	<i>Se revaloriza el desecho</i>
------------------------------------	---	---	---------------------------------

Tabla 5: resultados del ecodiseño de empaques, elaboración Propia

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

	EMPAQUE ACTUAL	EMPAQUE PROPUESTO
ESTRUCTURA	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fce4d6;"> Poliéster / Foil de aluminio / Polietileno </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fce4d6;"> Recipack: Polietileno / Polietileno </div>
NÚMERO DE TIPOS DE MATERIALES DE LA ESTRUCTURA	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 3 Poliéster Foil de aluminio Polietileno </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 1 Polietileno </div>
<i>Disminución del 50% consumo de adhesivos de laminación</i>		
CONSUMO EN ADHESIVO DE LAMINACIÓN	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> Al contener 3 películas necesita de dos pasos de laminación, cada uno requiere aproximadamente 2.0 g /m2 de adhesivo de laminación, es decir hay un mayor consumo en esta. </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> La estructura de Recipack al tener dos películas sólo requiere de un paso por la máquina laminadora donde se adiciona aproximadamente 2.0 g / m2 de adhesivo. </div>
CARACTERÍSTICAS / RENDIMIENTO DEL EMPAQUE	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 138 micras 110,6 g/m2 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 140 micras 92 g/m2 </div>
<i>Disminución entre un 18 % y 22% de la temperatura de sellado. Hay un menor consumo energético</i>		
TEMPERATURAS DE SELLADO	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 160 °C- 180 °C </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0e0e0;"> 130 °C- 140 °C </div>
OPCIONES DE DISPOSICIÓN FINAL	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff9c4;"> Esta estructura contiene foil de aluminio que al ser un metal no permite el aprovechamiento nuevamente del residuo posconsumo como materia prima. </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff9c4;"> Al ser un empaque de sólo polietileno, tiene un mayor aprovechamiento luego de su uso (posconsumo). Éste mediante un proceso de tratamiento se convierte nuevamente en pellets de polietileno (granos) que se usa como materia prima para nuevos productos. </div>
VALOR AGREGADO ECONÓMICO / AMBIENTAL	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff9c4;"> No es posible darle un valor agregado al no tener la posibilidad de ser reciclado </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #fff9c4;"> Tal aprovechamiento genera un mayor valor agregado económico evitando de esta forma que se utilice materia prima virgen que implica a extracción de materiales fósiles. </div>

Figura 5. Comparación empaques

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Resultados de Laboratorio

A continuación, se detallan los resultados de la Estabilización acelerada que se realizó con el empaque propuesto (tabla 6 y 7).

Tabla 6.

Resultado de análisis físico químico del abono.

ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO				
PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO INICIAL	RESULTADO FINAL	UNIDAD	DIFERENCIA
NITRÓGENO	1,3	1,12	%	14%
FÓSFORO	1551,72	1970,59	mg/100g	27%
POTASIO	1088,177	925,014	mg/100g	15%
COLOR	NEGRO	NEGRO	-	0%
OLOR	CARACTERÍSTICO	CARACTERÍSTICO	-	0%
ASPECTO	CARACTERÍSTICO	CARACTERÍSTICO	-	0%

Nota: Laboratorio Lasa (19-4346 PRONACA (003) análisis.pdf n.d.)

Tabla 7.

Resultado de análisis microbiológico del abono

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS				
PARÁMETRO ANALIZADO	RESULTADO INICIAL	RESULTADO FINAL	UNIDAD	DIFERENCIA
AEROBIOS MESÓFILOS	560000	740000	UFC/g	32%
ESCHERICHIA COLI	3400	10	UFC/g	99,706%
			PRESENCI	
			A	
			/AUSENCI	
SALMONELLA SPP	AUSENCIA	AUSENCIA	A EN 25g	0%
HONGOS	4600	10	UPC/g	99,78%

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

LEVADURAS	10	10	UFC/g	0%
COLIFORMES TOTALES	9300	10	UFC/g	99,89%
ENTEROBACTERIAS	10000	10	UFC/g	99,90%
BACILLUS CEREUS	10	10	UFC/g	0%
BACTERIAS	ÁCIDO			
LÁCTICAS	15000	230000	UFC/g	1433%

Nota: Laboratorio Lasa (19-4346 PRONACA (003) análisis.pdf n.d.)

Encuestas

Se considera el nivel de confianza del 95% para un total de 134 encuestas a clientes, donde se encuentra que del consumidor, el 65,4 % de encuestados manifiesta que son consumidores responsables con el medio ambiente, el 64,6% separan y reciclan sus productos plásticos, el 98.5% escogería un empaque que se pueda reciclar, en tanto que el 90.8%, considera que la responsabilidad ambiental del productor va de la mano con la calidad del producto, sin embargo los costos de empaques eco-amigables no deben variar mucho, siendo un gran reto para el productor.

En cuanto a la comparación al costo al consumidor, en las tabla 8 y 9 se establecen los siguientes resultados

Tabla 8.

Costos Empaque Actual

Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mínima 7.000	0.472 + IVA	3304 + IVA
Mínima 15.000	0.377 + IVA	5655 + IVA
Mínima 21.000	0.345 + IVA	7245 + IVA

Nota, (Cotización 2019)

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Referencia: Bolsa Flex con zipper

Material: Pet/ Foil de Aluminio/Pebd

Medida: 30 x 38 cm Fuelle 12cm

Calibre 138 micras

Tabla 9

Costos Empaque Propuesto

Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mínima 7.000	0.469 + IVA	3283 + IVA
Mínima 15.000	0.371 + IVA	5565 + IVA
Mínima 21.000	0.337 + IVA	7077 + IVA

Nota, (Cotización 2019)

Referencia: Bolsa Flex con zipper

Material: PEAD/PEAD pigmentado blanco

(material reciclable de alta barrera al Oxígeno)

Medida: 30 x 38 cm Fuelle 12cm

Calibre 140 micras

Cómo resultado de esta información se puede observar que el precio del empaque reciclable no solo es similar al empaque actual, sino que resulta más económico, es decir es más rentable.

Discusión.

Un estudio similar de la Universidad EAFIT en Medellín, hace comparación de la huella de Carbono con diversos empaques, vidrio, empaques flexibles y PET, en este se determina que la huella de carbono el mayor para empaques de PET (C. Isaza Velásquez 2011). Esto da un mayor valor al cambio de empaque realizado en esta investigación, ya que se ha determinado que este componente presenta una mayor huella. El Foil de Aluminio, si bien presenta resistencia a un empaque, no permite que pueda alargar su vida útil después de haber sido utilizado.

Se realizó en Ecuador un análisis de ahorro energético mediante procedimientos basados en gráficos de control para las máquinas de mayor consumo (laminadora de empaques) en sus procesos industriales que logran también ahorros energéticos entre un 18 % y un 26 %, datos similares a lo obtenido en el presente estudio, realizando el cambio de empaque (Salazar., Luisa; Guzmán, Víctor; Bueno, Alexander, 2018), esto trae muchas ventajas competitivas y de responsabilidad ambiental.

Conclusiones.

El empaque propuesto presenta impactos positivos en cuanto a lo energético, ambiental, social y económico, en comparación con el actual. De la misma manera reducción de huella de Carbono.

Las pruebas de laboratorio concluyeron que las características físico-químicas del producto de abono orgánico se mantuvieron en similares condiciones en el nuevo empaque, es decir no se evidenció cambios significativos, que puedan determinar que en el nuevo empaque, el producto cambie sus propiedades. En el análisis microbiológico se evidenció una reducción de los microorganismos iniciales, esto es muy normal y se puede presentar en prácticamente cualquier empaque; en realidad en un producto vivo los cambios en las poblaciones microbiológicas e incluso en los contenidos químicos suelen modificarse en el tiempo, lo importante es que se mantuvo existencia de la actividad microbiológica o que hubiera proliferación de patógenos lo cual no ha ocurrido, más bien han logrado reducir con el paso del tiempo, las bacterias ácido lácticas son benéficas y sus altas concentraciones las hacen responsables de bajar los patógenos indeseables; por tal razón se puede considerar totalmente viable el cambio de empaque.

En el caso de la percepción de los clientes los resultados obtenidos en las encuestas concluyen que los consumidores en este segmento de mercado, están preocupados por reducir el impacto ambiental, se sienten responsables de sus acciones sobre el ambiente, buscan productos con empaques que sean reciclables para hacerlos funcionales, poder reducir desechos, evitar la contaminación por un tema de conciencia ambiental.

La diferencia del costo del empaque propuesto, de acuerdo con los datos proporcionados por el proveedor, alcanza un valor próximo al 2% más económico que el empaque actual.

Recomendaciones.

Es muy importante continuar realizando pruebas para otros productos, las personas están interesadas en seleccionar productos que ofrezcan garantías al ambiente para minimizar el impacto energético-ambiental, así se obliga a los fabricantes que mejoren sus productos y procesos continuamente para brindar al consumidor productos más amigables con el ambiente y las emisiones de GEI.

Se debe considerar que el proceso de reciclaje en los países, presentan muchos beneficios energéticos - ambientales, sociales y económicos, por esta razón, las autoridades ambientales deben poner mucho énfasis, no solo de generar leyes que obliguen a los productores sobre el uso de los empaques plásticos, sino también de capacitar de manera intensiva y continua a los consumidores, sobre la importancia, el manejo y adecuada disposición del plástico.

Las empresas que inicien estas consideraciones en la elaboración de sus productos serán las más competitivas, mucho mejor realizar antes de que las leyes los obliguen a ver estas alternativas, y en tiempos cortos, que no permitan su aplicabilidad inmediata, y que eso repercutan en multas y sanciones.

La diferencia de costo en grandes cantidades, representa una mayor competitividad frente al mercado, no solamente así considerando los beneficios ambientales que presenta el empaque.

Agradecimientos

ALITECNO, LASA y a la empresa productora de abono orgánico por su apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo. Rodrigo Iturralde por su valiosa información del producto a ser evaluado. A los estudiantes del tercer semestre de la maestría de Eficiencia Energética UISEK 2018-19.

Bibliografía.

- AMBIENTAL, C. G. D. P. (2017). Ministerio del Ambiente. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.*
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Revista Ecosistemas, 11(2).*
- Balboa, C. H., y Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Informador técnico, 78(1), 82-90.*
- Baxter, R., Hastings, N., Law, A., y Glass, E. (2008). A rapid and robust sequence-based genotyping method for BoLA-DRB3 alleles in large numbers of heterozygous cattle. *Animal genetics, 39(5), 561-563.*
- CABELLO, E. R. G. (2017). Ecodiseño de una torre de luz mediante la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV).
- Caicedo, C. L. G. (2016). Economía circular y su papel en el diseño e innovación sustentable. *Libros Editorial UNIMAR.*
- Castillo Torres, K. S., Vela Meléndez, L., Llonto Caicedo, Y., y Oliva Mera, D. M. (2017). Modelo de gestión estratégica con enfoque de innovación para la mejora de la competitividad empresarial. Caso de validación: Empresa Kaluz, 2016-2020.
- Cespón, M. F., Castro, R. C., Curbelo, G. M., y Varela, D. C. (2015). Diagnóstico ecológico y económico de la cadena de suministros para el reciclaje de plásticos en el contexto empresarial cubano. *Estudios Gerenciales, 31(136), 347-358.*
- Chambouleyron, M., Arena, A. P., y Pattini, A. (2000). Diseño de productos y desarrollo sustentable. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 4.*
- Chambouleyron, M., Arena, A. P., y Pattini, A. (2002). Consideraciones sobre ecodiseño para fábricas de muebles locales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 6.*
- Chambouleyron, M., y Pattini, A. (2004). El diseño y el imperativo ecológico. *Huellas(4).*
- Cuvi, N. (2015). An analysis of resilience in Quito, 1980-2015. *Bitácora Urbano Territorial, 25(2), 35-*

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

42.

del Ambiente, C. O. (2017). Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. *Recuperado de http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf*.

Feitó Cespón, M., Cespón Castro, R., y Rubio Rodríguez, M. A. (2016). Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(1), 135-148.

Forero, L., y Guzmán, F. (2017). Proceso de recuperación de PET de baja densidad: un estudio financiero aplicado al municipio de Tenjo.

García, A. (2007). Responsabilidad social empresarial. Su contribución al desarrollo sostenible. *Revista futuros*, 5, 17.

García, A., y Year, C. (2006). *La Norma De Ecodiseño Une 1503001*. Paper presented at the Congreso Nacional Del Medio Ambiente (Conama).

Garzón, R. P. B. (2017). Aplicación de los derechos de la naturaleza en Ecuador. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 14(28), 13-32.

González Ordaz, G. I., y Vargas-Hernández, J. G. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural*, 2, 105.

Gravini, L., Díaz, I., Rangel, L., y Vides, D. (2018). Production of Fertilizer from Solid Organic Waste at the Francisco de Paula Santander School.

Haro L. Oscullo J. Factor Anual de Emisión de CO2 Producido por el Parque Generador del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, Mediante la Aplicación de la Metodología de la Convención Marco Sobre el Cambio Climático UNFCCC, 2016

Herrán, J. A. F., Torres, R. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., y Portugal, V. O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.

Jiménez Jiménez, M. A. (2016). *Desarrollo de material constructivo con materia proveniente de plásticos reciclados aplicado a la construcción en la ciudad de Loja*. LOJA/UIIDE/2016,

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Revista argentina de microbiología, 46(1), 1-2.

López Brizuela, L. (2017). *Empleo de la plataforma Arduino para el desarrollo de actividades prácticas relacionadas con las mediciones*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería ...,

López Piñeros, M. (2015). *Análisis de la estructura y ventajas financieras de proyectos caracterizados como mecanismos de desarrollo limpio [recurso electrónico]*.

Mansilla-Pérez, L., y Ruiz-Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería industrial(027)*, 123-137.

Martínez Reyes, M. C. (2016). *La problemática de la cultura del empaque: del diseño centrado en el consumo, al diseño centrado en la función ambiental*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá,

Mercado, A., y Córdova, K. (2005). Desarrollo sustentable-industria: más controversias menos respuestas. *Ambiente y Sociedad*, 8(1).

Montoya, C., Sánchez, P. M., Jaimes, M. A. B., Lubo, M. M. C., Nieto, R. F. K., Mateus, A. F. M., y Lara, C. A. (2014). Eco empaque de la crema dental. *Revista de Tecnología, 13(3)*, 61-72.

Montoya Rodríguez, C., y Martínez, P. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque.

Morante, J. P. (2008). Consumidores verdes y sus motivaciones para la compra ecológica. *Peru: PUCP*.

Moreno, I. C. E., Figueroa, E. G., y Montoya, D. A. (2018). Sustentabilidad del diseño de envases para el aguacate mexicano, en la región de Tancítaro, Michoacán, como ventaja competitiva de exportación. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 5(1)*.

Moreno, I. C. E., y Montoya, D. A. (2011). Sustentabilidad ambiental en instituciones de educación superior, como enfoque de gestión. *Revista Ciencia Administrativa, 45-56*.

Moreno, I. C. E., Rendón, O. H. P., y Valencia, J. B. (2017). ECODISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración, 1(1)*, 59-71.

Moreno, I. C. E., Rendón, O. H. P., y Valencia, J. B. (2017). ESTRATEGIA DE DISEÑO DEL PRODUCTO DENTRO DE UNA PERSPECTIVA GLOBAL. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración, 2(1)*, 9-26.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

- Mosquera Mieles, A. N. (2019). *Análisis estadístico y económico de la iniciativa "Galápagos por una cultura sin plásticos" período, 2015-2018*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas,
- Navarro, G. (2004). *Ecodiseño ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*.
- Noguera, K. M., y Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356.
- Osorio Gómez, J. C., Chavarro Guzmán, L. E., Valderrama Ocoró, M. F., y Peña Montoya, C. C. (2018). Estudio dinámico del reciclaje de envases pet en el Valle del Cauca.
- Palacios Alvarado, R. G. (2015). *Estudio sobre la aplicación del Marketing Ecológico en línea con La Responsabilidad Social Empresaria, para si fuese necesario, hacer su planificación más eficaz*.
- Pérez-Belis, V., y Bovea, M. ECODISEÑO Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL: HERRAMIENTA PARA SU INTEGRACIÓN.
- Pérez, A., Céspedes, C., y Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(3), 10-29.
- Pérez, J. L., y Meza, V. S. (2013). Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. *Industrial Data*, 16(1), 108-117.
- RAMÍREZ JUIDÍAS, E., y GALÁN ORTIZ, L. (2006). *El ecodiseño como herramienta básica de gestión industrial*. Paper presented at the XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica.
- RALÓN MARTA, V (2016). Mejoras al proceso de laminación de dos estructuras de empaque flexible para incrementar la eficiencia en el área de laminación
- Restrepo Gallego, M. (2006). Producción más limpia en la industria alimentaria.
- Riofrio Álvarez, C. I., Navarrete, O., Maribel, C., y Navarro Cedeño, D. M. (2019). Importancia de productos biodegradables en Ecuador. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*(junio).
- Roberts, H., y Robinson, G. (1999). *ISO 14001 EMS: manual de sistemas de gestión medioambiental*: Editorial Paraninfo.
- Romero, G. D. (2009). Empresas y gestión ambiental en el marco de la responsabilidad social corporativa. *Economía industrial*, 371, 129-138.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

- Sayago, J. A. M., y Rodríguez, C. A. P. (2012). Causalidad y sensibilidad entre precios de los derechos de emisión europeos y los certificados de reducción de emisiones de mecanismos de desarrollo limpio en el mercado europeo de transacción de emisiones. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 141-167.
- Slimane, S. B., Glaser, A., y Auplat, C. (2015). *Eco-Design or Eco-Innovation? The Case of the Building Sector*. Paper presented at the ECIE2015-10th European Conference on Innovation and Entrepreneurship: ECIE 2015.
- Suárez Rodríguez, S. R. (2019). El problema de los plásticos de un sólo uso en España: situación actual y estrategias futuras.
- Tamayo Orbegozoa, U., Molinaa, V., Azucena, M., y Izaguirre Olaizolab, J. (2012). La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implantación y mejoras asociadas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa (IEDEE)*, 18(3), 216-227.
- Testa, M. (2004). *Pensar en salud: Lugar Buenos Aires*.
- Ubilla Rojas, Y. J. (2019). *La evolución de la industria plástico en el Ecuador período 2013-2017*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas,
- Vallejo, P. M. (2012). Tamaño necesario de la muestra:¿ Cuántos sujetos necesitamos. *Estadística aplicada*, 24(1), 22-39.
- Yanes, J. P. M., y Gaitan, O. G. (2005). Herramientas para la gestión energética empresarial. *Scientia et technica*, 3(29).
- Salazar , L .; Guzmán , V .; Bueno , A . ANÁLISIS DE MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN, 2018
- Parra Narváez, René, Factor de emisión de CO2 debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001 - 2014
- Carolina Isaza Velásquez METODOLOGIA DE ECODISEÑO PARA ENVASES Y EMBALAJES Medellín 2011.
- Rita Morales, Lima, 2018 Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO14064-1:2006, en el Centro de Producción “Productos Unión”

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 en organizaciones

Instituto Ecuatoriano De Nacionalización, 2010 INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 15189:2009. 2010. “Instituto Ecuatoriano De Nacionalización.” 2007: 15.
http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/JSI/nte_inen_iso_26000extracto.pdf.

OTRAS FUENTES

Alitecno, c. (2017). Ficha técnica.

Cliente : Alitecnoe descripción : bolsa laminada 83 impresa abono organico 2 . 5 kg 30 x 38 cm ffa 12 cm con zipper (pronaca) producto : coext pe-evoh / coext pe 140 micras . Coext pe-evoh físico-mecánicas.” (4): 2–4.

Delme (2018) ficha técnica.

Ministerio de ambiente del ecuador. (2017). Código orgánico del ambiente, 1–92.

Norma, I. A., y UNE, D. E. E. (n.d.). “la norma de ecodiseño UNE 1503001.”

Nueva estructura propuesta recipack : polietileno / polietileno poliéster / foil de aluminio / polietileno estructura actual.

Orden de compra no. 300052512. (2016), (300052512), 7021.

ANEXO A. Formato de encuesta para recolección de datos de percepción.



ENCUESTA PERCEPCIÓN EMPAQUES RECICLABLES

Esta encuesta nos permitirá conocer la percepción referente a la responsabilidad que tenemos los consumidores frente a los productos que compramos.

¿Te consideras un consumidor responsable con el ambiente?

Sí

No

¿Por qué?

Tu respuesta _____

¿Realizas separación de desechos en tu casa?

Sí

No

¿Por qué?

Tu respuesta _____

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

¿Escogerías un producto con un empaque que se pueda reciclar?

- Sí
- No

¿Por qué?

Texto de respuesta corta

¿Qué te motivaría a comprar un producto con empaque eco-amigable (reciclable)?

- El interés de tener un planeta más limpio
- Que sea más económico
- Que mantenga las características del producto
- Otra...

¿Consideras que la responsabilidad ambiental de una empresa va de la mano con la calidad de los productos que ofrecen?

- Sí
- No

¿Por qué?

Texto de respuesta corta

¿Hasta cuánto más pagarías por un producto con empaque más eco-amigable (reciclable)?

- 5% más
- 10% más
- 25% más

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

ANEXO 1: Detalle de resultados de la Encuesta

En tanto que en la percepción encontrada del consumidor, el 65,4 % de encuestados manifiesta que son consumidores responsables con el medio ambiente, el 64,6 separan y reciclan sus productos plásticos, el 98.5% escogería un empaque que se pueda reciclar, en tanto que el 90.8%, considera que la responsabilidad ambiental del productor va de la mano con la calidad del producto, sin embargo los costos de empaques eco-amigables no deben variar mucho, siendo un gran reto para el productor.

Pregunta 1

¿Te consideras un consumidor responsable con el ambiente?

130 respuestas

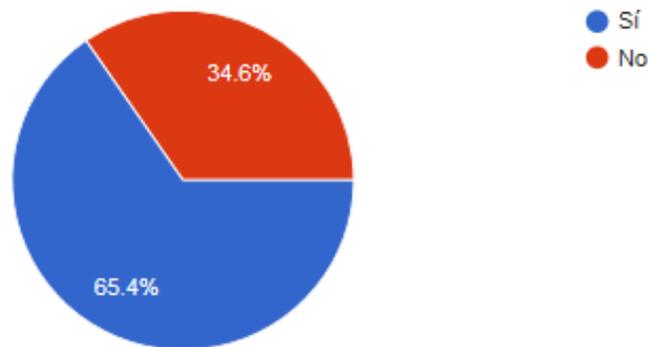


Figura 6. Resultado encuesta Pregunta 1

Por qué SI? Comentarios	# personas
Realizo separación de desechos y reciclaje	27
Evito el impacto al planeta	23
Evito consumo de desechables / reducción de desechos	20
Evito generar desperdicios innecesarios	4
Elijo empaques reciclables	3

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Por qué NO? Comentarios	# personas
Me falta más conciencia ambiental	6
Comodidad	3
No creo que evitar el uso de plástico sea suficiente para mejorar el ambiente	3
No tomo en cuenta los empaques	2
Veo solamente que sea económico y bueno el producto	1
Es complicado evitar el consumo de plástico	1

En la pregunta 1 la mayoría de consumidores, se consideran responsables con el ambiente y lo manifiestan en sus consumos y su preocupación de la generación de los empaques y otros desperdicios que generan al utilizar el producto adquirido, hay un porcentaje menor de personas que no les interesa ayudar al ambiente por una u otra causa, sobre todo falta de información, conciencia y por comodidad.

Pregunta 2

¿Realizas separación de desechos en tu casa?

127 respuestas

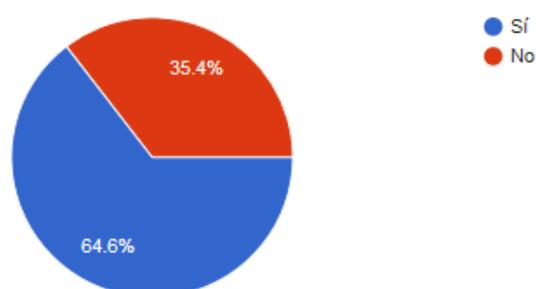


Figura 7. Resultado encuesta Pregunta 2

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Por qué SI? / Comentarios	# personas
Por responsabilidad social y ambiental	29
Para permitir reciclar y reducir los desechos	27
Por cultura ambiental	9
Por cumplimiento de ley	1

Por qué NO? / Comentarios	# personas
Por costumbre	4
Falta de tiempo	4
Comodidad	3
Porque a la final es mezclada	3
Por falta de interés	2
Voy a empezar a hacerlo	1
Desconocimiento de dónde y cómo hacerlo	1

Guardando la misma proporción, la mayoría de consumidores realizan separación de desechos en sus hogares, las personas que no lo realizan, básicamente el problema es la falta de conocimiento en el proceso.

Pregunta 3

¿Escogerías un producto con un empaque que se pueda reciclar?

130 respuestas

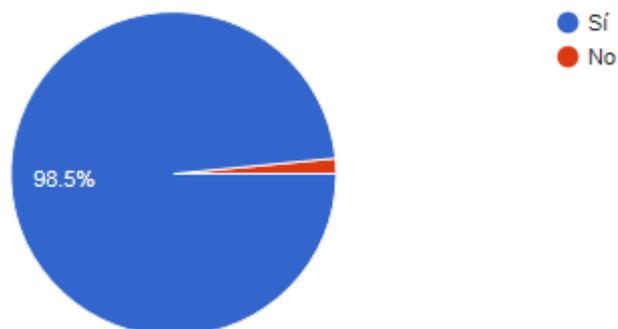


Figura 8. Resultado encuesta Pregunta 3

Por qué SI? / Comentarios	# personas
Por conciencia ambiental	42
Para evitar la contaminación	20
Reducir desechos	11
Aprovechar su funcionalidad	11
Lo tomaría en cuenta si lo indica en el producto	3
Es muy útil y fácil de hacerlo	2
Si es un producto de alto consumo	1
<hr/>	
Por qué NO? / Comentarios	# personas
Es mejor consumir productos que no generen ningún material, ni reciclable, lo reciclable también impacta el ambiente.	1

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Los resultados en esta pregunta, cuentan con un porcentaje casi total de consumidores que buscan escoger un producto que permita las condiciones favorables al ambiente, el proceso de reciclaje es una alternativa muy necesaria que minimiza en gran medida el impacto que generamos al ambiente y representa un gran incentivo al objetivo de esta investigación.

Pregunta 4

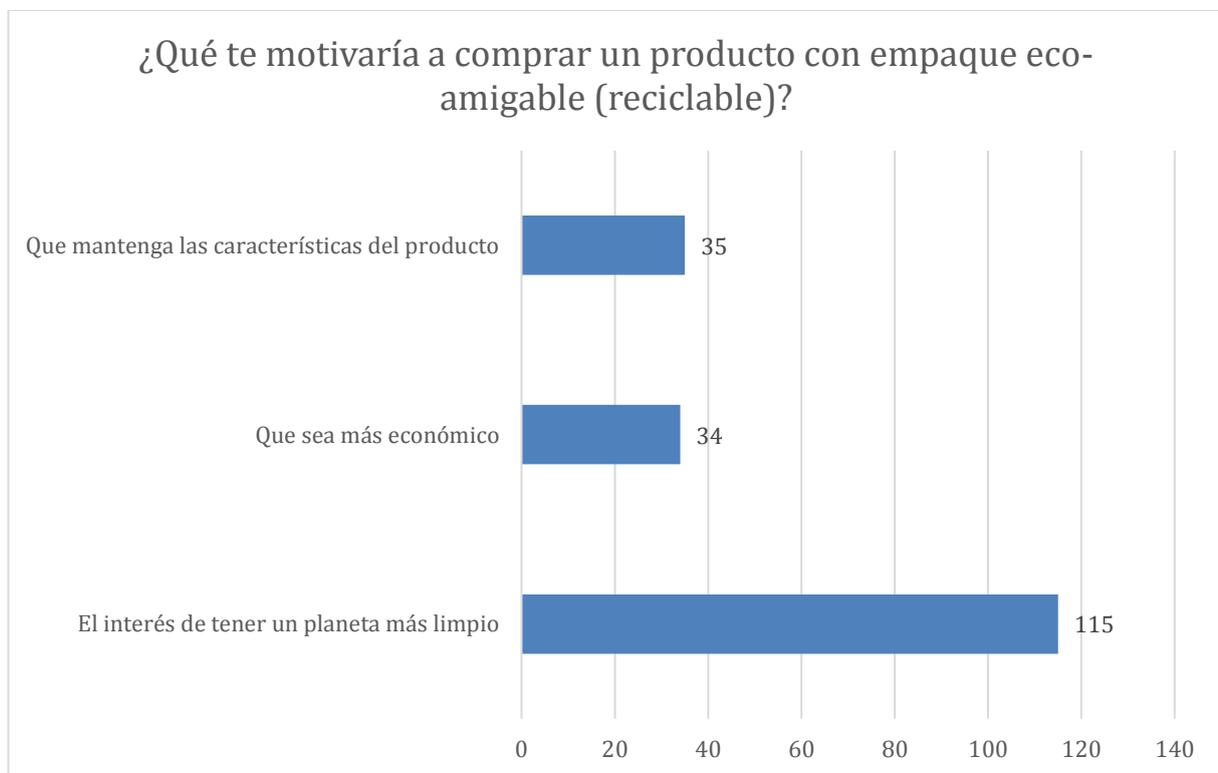


Figura 10. Resultado encuesta Pregunta 4

Un gran porcentaje de consumidores denota su máximo interés de comprar productos con empaques reciclables con la finalidad de tener un mejor planeta, aún superando que el producto sea más económico, es muy interesante esta respuesta considerando el tema de esta investigación.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Pregunta 5

¿Consideras que la responsabilidad ambiental de una empresa va de la mano con la calidad de los productos que ofrecen?

130 respuestas

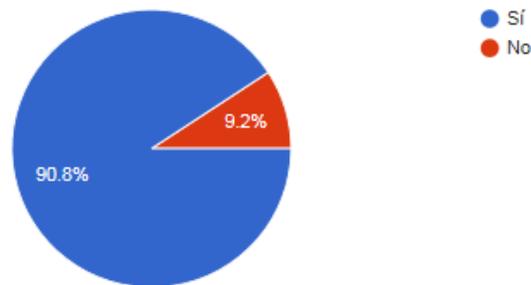


Figura 9. Resultado encuesta Pregunta 5

Por qué SI? / Comentarios	# personas
La responsabilidad es en general y se aplica a todo para poder ser coherentes	54
Se demuestra interés por el ambiente	8
Ayudaría a las ventas	3
Puede haber calidad sin responsabilidad ambiental, sin embargo considero es posible que vayan ligadas	2
Por qué NO? / Comentarios	# personas
Las empresas sólo piensan en las ganancias, no en el ambiente	3
Puede haber productos de buena calidad sin ser responsables con el ambiente	2
Todos deberíamos aportar	1

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

La mayoría de consumidores, considera que la empresa que realiza estas consideraciones en los empaques de sus productos, mejoran su imagen y las hacen más competitivas en el mercado.

Pregunta 6

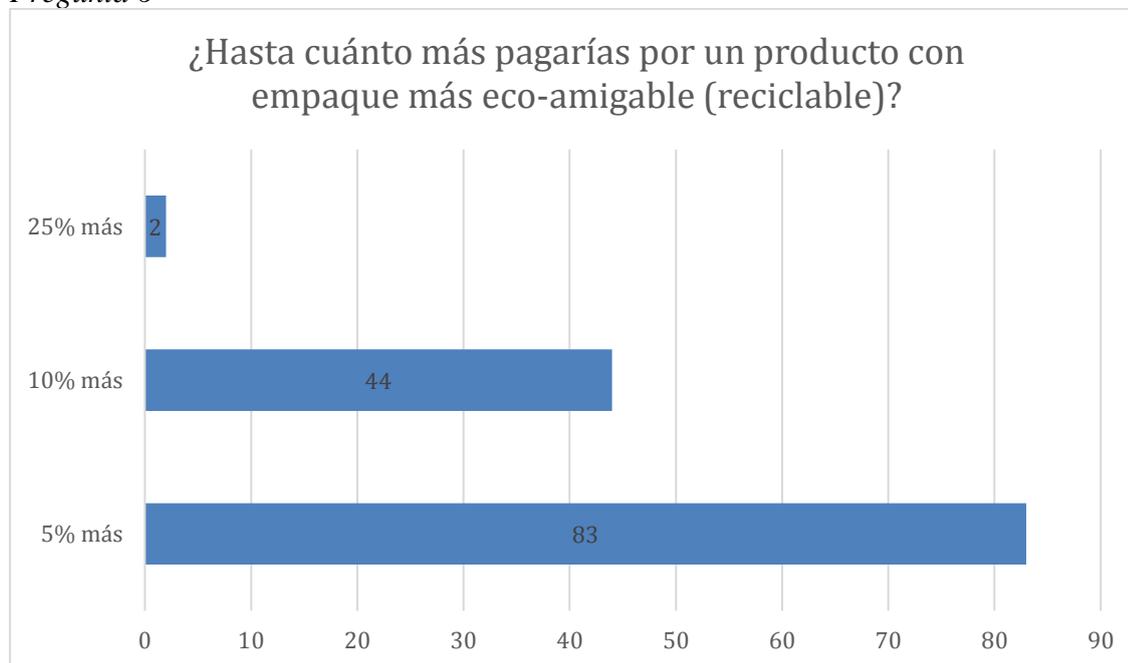


Figura 10. Resultado encuesta Pregunta 6

Esta respuesta nos da un enfoque de que el consumidor puede estar dispuesto a pagar solo un poco más por este tipo de productos, por lo que los dos empaques deben tener costos similares para que pueda considerarse una buena alternativa.

De acuerdo a las cotizaciones solicitadas al proveedor los costos de los empaques serían los siguientes (tabla 8 y 9):

Tabla 8.

Costos Empaque Actual

Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mínima 7.000	0.472 + IVA	3304 + IVA
Mínima 15.000	0.377 + IVA	5655 + IVA
Mínima 21.000	0.345 + IVA	7245 + IVA

Nota, (Cotización 2019)

Referencia: Bolsa Flex con zipper

Material: Pet/ Foil de Aluminio/Pebd

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

Medida: 30 x 38 cm Fuelle 12cm

Calibre 138 micras

Tabla 9.

Costos Empaque Propuesto

Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Mínima 7.000	0.469 + IVA	3283 + IVA
Mínima 15.000	0.371 + IVA	5565 + IVA
Mínima 21.000	0.337 + IVA	7077 + IVA

Nota, (Cotización 2019)

Referencia: Bolsa Flex con zipper

Material: PEAD/PEAD pigmentado blanco

(material reciclable de alta barrera al Oxígeno)

Medida: 30 x 38 cm Fuelle 12cm

Calibre 140 micras

Cómo resultado de esta información, se puede ver que el costo del empaque reciclable no solo es similar al empaque actual, sino que resulta más económico (en un 2%), es decir es más rentable.

Eficiencia Energética e Industrial en el Ecodiseño de empaque de abono orgánico

ANEXO B. Matriz de Leopold – MET

empaques	factores	FISICO								ANTROPICO													
		AIRE		AGUA		SUELO		PAISAJE		RELACIONES COMUNITARIAS		SALUD		SERVICIOS		ECONOMÍA							
		U	MAGNITUD	U	IMPORTANCIA	U	MAGNITUD	U	IMPORTANCIA	U	MAGNITUD	U	IMPORTANCIA	U	MAGNITUD	U	IMPORTANCIA						
EMPAQUE ACTUAL	MATERIA PRIMA																						
				-	4	4	-	4	4														
				-	16,00		-	16,00		0	0,00		+	2,00		-	0,00		0	0,00		-	0,00
				Irrelevante		Critico		Critico		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante	
								16% MAYOR EN PESO															
			0	0,00	0	0,00	-	3	4	12,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
			Irrelevante		Irrelevante		Severo		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante				
	ENERGÍA	Doble uso de la máquina selladora para los dos adhesivos																					
				-	4	3																	
				-	12,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
			Severo		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante				
	DESECHOS	generación de gases contaminantes en rellenos sanitarios																					
generación lixiviados en basureros y rellenos sanitarios																							
Acumulación de desechos																							
		-	3	4	-	3	4	-	3	4													
		-	12,00		-	12,00		-	12,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		
		Severo		Severo		Severo		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante		Irrelevante					

