

Bioeconomía de biocompuestos basados en residuos orgánicos domésticos para la disminución del impacto ambiental generado por residuos plásticos de un solo uso en el Edificio Pasaje Amador de la ciudad de Quito

Andrea Hernández^{1*}, Marco Rojo²

¹Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Quito, Ecuador

²Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI, México)

*Autor para correspondencia/Corresponding author: andrea.hernandez@ambiente.gob.ec

Bioeconomy of biocomposite based on domestic organic waste to reduce the environmental impact generated by disposable plastic waste in the Pasaje Amador Building in the city of Quito

Abstract

Bioeconomy of biocomposite from domestic organic waste is a research project which seeks to lead a transformation from a "linear" paradigm to a "circular" paradigm, through the revaluation and testing of domestic waste. The main objective was to know the importance and benefit of designing and implementing a bioeconomy model for the design of biocomposite from domestic organic waste in the Pasaje Amador building located in the city of Quito, Ecuador. This seeks to reduce the environmental impact due to the use of plastics. The methodology was naturally mixed and the main investigative sample for the investigation consisted of 15 microenterprises, 10 offices and 10 departments. The investigation consisted of three phases; it began with a data collection phase, by means of a survey, which was used to test the statistical reliability. It was followed by a second experimental phase, where biocomposites were designed from organic waste. In order to do this, 4 experimental tests were carried out, so the results were obtained with confidence, using a non-probabilistic analysis. Within the experimentation, it was considered the intentional manipulation of independent variables, measurement of dependent variables, control, validation and comparison groups. From the experimental phase, 4 biocomposite types were obtained with compositions of 80% starch and 20% cellulose; 80% starch and 20% collagen, 80% starch and 20% polymer waste, 80% starch and 20% chitosan. The best composition for the designed biocomposite was the one corresponding to the composition of 80% starch from domestic organic waste and 20% chitosan. The latter use shrimp waste as a precursor.

Finally, the design was evaluated in a third phase through a bioproduct satisfaction survey. A survey instrument was applied in the Pasaje Amador, making a comparison with single-use plastics, supporting the positive hypothesis of the investigation, which



Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0



Editado por /

Edited by:

Eva O.L. Lantsoght

Recibido /

Received:

06/06/2022

Aceptado /

Accepted:

19/03/2023

Publicado en línea /

Published online:

15/05/2023



assumed that this model of Bioeconomy of biocomposites from domestic organic waste, allowed to reduce the environmental impact generated by single-use plastic waste in the Pasaje Amador Building in the city of Quito.

Keywords: Bioeconomy, biocomposites, plastic, pollution, environment.

Resumen

Bioeconomía de biocompuestos basados en residuos orgánicos domésticos es un proyecto de investigación que busca aportar a una transformación de un paradigma "lineal" a un paradigma "circular", mediante la revalorización y aprovechamiento de residuos domésticos. El objetivo principal fue conocer la importancia y beneficio de diseñar e implementar un modelo de bioeconomía circular para el diseño de biocompuestos a partir de residuos orgánicos domésticos en el Edificio Pasaje Amador ubicado en la ciudad de Quito, Ecuador. Con esto se busca reducir el impacto ambiental generado por utilización de plásticos de un solo uso. La metodología fue de naturaleza mixta y la muestra para la investigación consistió de 15 microempresas, 10 oficinas y 10 departamentos. La investigación constó de tres fases; se inició con una fase de recolección de datos mediante un cuestionario, mismo que fue sometido a pruebas estadísticas de confiabilidad. Se continuó con una segunda fase experimental donde se diseñaron los biocompuestos a partir de residuos orgánicos; para esto se realizaron 4 ensayos experimentales, para que así los resultados presenten confiabilidad utilizando un análisis no probabilístico. Dentro de la experimentación se tuvo en cuenta la manipulación intencional de variables independientes, la medición de variables dependientes, control, validez y grupos de comparación. De la fase experimental se obtuvo 4 materiales compuestos con distintas composiciones: 80% de almidón y 20% de celulosa, 80% de almidón y 20% de colágeno, 80% de almidón y 20% de residuos de polímeros y 80% de almidón y 20% quitosano. La mejor composición para el biocompuesto diseñado fue de 80% de almidón proveniente de residuos orgánicos domésticos y 20% de quitosano, utilizando este último como precursor a los residuos de cáscara de camarón.

El diseño finalmente en su tercera fase fue evaluado mediante un cuestionario de satisfacción del bioproducto. Este instrumento fue aplicado en el Pasaje Amador, logrando una comparación con los plásticos de un solo uso, afirmando así la hipótesis positiva de la investigación, la cual consistió en asumir que el modelo de bioeconomía de biocompuestos a partir de residuos orgánicos domésticos, permite disminuir el impacto ambiental generado por residuos plásticos de un solo uso en el Edificio Pasaje Amador de la ciudad de Quito.

Palabras clave: Bioeconomía, biocompuestos, plástico, contaminación, ambiente.

INTRODUCCIÓN

La bioeconomía se desarrolla como un modelo de economía para avanzar hacia un sistema de desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades del presente



sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras. En esta se destacan e incorporan varios conceptos complementarios tales como economía verde, la cual busca la reducción de carbono y el aprovechamiento eficiente de recursos naturales, económicos y sociales. Se encuentra también el concepto de economía circular, basado en un sistema de aprovechamiento de recursos de manera racional y eficiente dentro de todo el ciclo de vida de un producto o servicio, minimizando la generación de desperdicios, siendo la vinculación entre la bioeconomía y la economía circular la red de valor basada en la biomasa [1].

Este estudio contempla como desafío la disminución del impacto ambiental generado por residuos plásticos de un solo uso en el Edificio Pasaje Amador de la ciudad de Quito. La investigación busca aportar a la transformación de un paradigma lineal a un paradigma circular, mediante el aprovechamiento y revaloración de los residuos orgánicos domésticos generados. Esto se logra a través de modelos experimentales de diseño de biomateriales, así como su evaluación y concientización de su uso, para así minimizar el impacto ambiental que han generado los plásticos de un solo uso [2]. Se obtiene beneficios económicos, ambientales y sociales, tornándose en un proyecto integral que estratégicamente plantea soluciones reales a problemáticas ambientales. Para esto se considera que la contaminación por plástico de un solo uso ha causado problemas de salud, daño de ecosistemas marinos y terrestres y afectación a componentes ambientales como el agua, el suelo y el aire [3]. De igual manera los residuos que pueden volver a tener un nuevo uso no son aprovechados económicamente.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal conocer la importancia y beneficio de implementar un modelo de bioeconomía para el diseño de biocompuestos a partir de residuos orgánicos domésticos. Esto es un reto debido a que la estructura industrial con la que cuenta Ecuador es tradicional y existen obstáculos para que los bioprocesos y bioproductos amigables con el medio ambiente se impulsen en el país. Sin embargo, identificar los factores que obstaculizan o que podrían impulsar esta visión, traería beneficios no sólo económicamente sustentables sino también medioambientales que mejorarían la calidad de vida de las personas. De implementar un modelo de bioeconomía en el Ecuador para el diseño de biocompuestos se daría un avance en el desarrollo de un proyecto pionero que pueda replicarse a otros productos y servicios. De igual manera, esto se alinearía a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador y al cumplimiento de la Agenda Mundial de Desarrollo 2030, con énfasis en los siguientes objetivos:

- Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.



- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.
- Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad.

El estudio aprovecha las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos orgánicos (biomasa) de nuestra área de estudio, a fin de diseñar un modelo piloto en el Pasaje Amador. Este lugar es el primer Centro Comercial de Quito, el cual cuenta con diferentes establecimientos como locales comerciales y viviendas que generan desechos orgánicos que pueden ser utilizados en la producción de bioplásticos o biocompuestos. Debido a que los polímeros o plásticos de un solo uso utilizan como materia prima combustibles fósiles, alrededor del 20% de la producción del petróleo mundial es destinada para la generación de materiales plásticos. A esto se suma la contaminación de la industria hidrocarbúrica extractiva, la cual ha impactado ecosistemas por su actividad, así como por derrames e incidentes propios de la actividad [4], dejando un alto impacto ambiental, social y problemas de contaminación de recursos hídricos, suelo, aire, deforestación y otros.

Los componentes químicos y la materia prima de los polímeros o plásticos de origen sintético hacen de este un material de difícil degradación. Se estima de acuerdo con datos de Organización de Naciones Unidas, que el 90% del agua embotellada y 83% de agua de grifo contienen partículas de plástico, comúnmente llamados microplásticos [5], mismos que han generado problemas de salud a nivel respiratorio y digestivo. Los productos de espuma de polietileno contienen sustancias químicas cancerígenas como el estireno y el benceno, que atacan el sistema nervioso. Esto se suma a los problemas ambientales como contaminación de cuerpos de agua dulce, contaminación de ecosistemas marinos, intoxicación y muerte de especies terrestres y marinas, destrucción de flora y de ecosistemas, lo cual agrava los desastres naturales y producen obstrucción de alcantarillas. Esto ocasiona problemas de plagas y un sinnúmero de agravantes que hacen de esta una problemática de orden mundial [6].

En relación con los productos plásticos, mundialmente se consume un millón de bolsas plásticas por minuto, es decir más de quinientos billones al año y los sorbetes plásticos constituyen el cuarto residuo más común que se encuentra en los océanos. Si se uniera el plástico generado y consumido de todo el mundo se podría envolver siete veces al planeta. De acuerdo con cifras de la ONU, el reciclaje del plástico es de un 9%, es decir el 91% restante se dirige a vertederos o al ambiente [7]. De igual manera, el consumo irracional de plástico, con base en la falta o poca concientización de la población mundial, la masiva difusión de productos de origen polimérico sintético, así como el bajo costo de producción y alcance de este material ha hecho del plástico un producto de descarte sin contemplar las consecuencias de contaminación socioambiental [1].



Frente a estos retos, en Ecuador como en otras partes del mundo se fortalecen las iniciativas para cambiar de un paradigma "lineal" a un paradigma "circular". Así se involucra a todos los actores tales como empresas, universidades, gobierno y a la sociedad en general, a fin de desarrollar modelos alineados con los problemas socioambientales. Su implementación se convierte en un reto, pero al mismo tiempo generaría beneficios no sólo económicos sino también ambientales, mejorando y garantizando la calidad de vida y el derecho de la población de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, como lo establece la Constitución del Ecuador.

Al implementar una biocultura económica en el Ecuador, se contribuiría en los modelos de desarrollo que buscan la conservación, protección y consumo racional de recursos. De igual manera, se fortalece la incorporación del componente ambiental en las diferentes actividades económicas productivas, tanto las de carácter estratégico como no estratégico, construyendo una sociedad consciente de los servicios y bienes que genera y consume.

Esta investigación busca profundizar en el área de conocimiento del ecodiseño de biomateriales, la bioeconomía y la química como herramientas de aplicación. Sin duda, hoy Ecuador requiere de modelos de desarrollo que permitan reducir las brechas de desigualdad social y económica, así como la difusión de conocimiento, innovación, tecnología y ciencia que permita dar solución a los desafíos de nuestra sociedad. La hipótesis positiva de la investigación asume que el modelo de Bioeconomía de biocompuestos a partir de residuos orgánicos domésticos, permite disminuir el impacto ambiental generado por residuos plásticos de un solo uso en el Edificio Pasaje Amador de la ciudad de Quito.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el presente estudio es de naturaleza mixta, de carácter cualitativo y cuantitativo. Se trata de una investigación realizada a partir de una justificación epistemológica y lógica, la cual busca sintetizar la parte intelectual y práctica, potenciando e integrando los dos enfoques para responder la pregunta de investigación [8]. Dicha pregunta en este caso es verificar si el modelo basado en la bioeconomía de biocompuestos generados a partir de residuos orgánicos domésticos, permite disminuir el impacto ambiental generado por residuos plásticos de un solo uso en el Edificio Pasaje Amador de la ciudad de Quito.

La población objeto del presente estudio se localiza en el Edificio Pasaje. Se contempla 35 establecimientos divididos en tres estratos los cuales son microempresas, oficinas y departamentos. En el caso de nuestro estudio, la población en la cual se realizó el levantamiento de información consta de quince microempresas, diez oficinas y diez departamentos. Se realizó un muestreo probabilístico considerando que todos los elementos de la población tuvieron la misma posibilidad de ser escogidos. Los elementos no dependieron de un direccionamiento de los criterios específicos de la investigación.

Para efectos del presente estudio, se utilizó el programa InnerSoftSTATS v2.3. Con base en el tamaño de cada estrato de la población de estudio se calculó el tamaño muestral



de cada estrato obteniéndose los resultados con un nivel de confianza del 95%. Se considera también un error máximo del 5%, un porcentaje estimado de 50% para la muestra, $p = 0,5$. Se toma en cuenta que la mayoría de las pruebas estadísticas exigen quince casos como mínimo por grupo de comparación [9] y dentro de nuestro grupo de estudios tenemos dos estratos con menos de quince casos.

En el diseño se utilizaron dos tipos de variables: las variables independientes y dependientes [10]. A partir de la propiedad cuantificable de la variable, se seleccionaron los instrumentos de recolección de datos, con el fin de obtener la información empírica necesaria para alcanzar los objetivos propuestos con la investigación y se pueda comprobar la hipótesis formulada. Para nuestra investigación se utilizó las variables cualitativas y cuantitativas, conforme se indica en la tabla 1.

Para fines de la investigación se inició con una fase de recolección de datos, para así diseñar el modelo de bioeconomía, mediante un cuestionario diseñado en base a investigación científica, el cual analizó, operacionalizó, codificó y midió las variables [10]. Una vez tabulados los datos, se obtuvo que el coeficiente de Alfa de Cronbach del cuestionario es de 0,973, determinando que la consistencia interna de la escala utilizada es alta [10].

En la segunda fase de la investigación, se estandarizó un protocolo de obtención de biocompuestos a partir de desechos orgánicos con base en toda la investigación realizada. Se realizó lo mismo con la información sistematizada del primer cuestionario, a través del uso de químicos convencionales que permiten reducir los costos de producción del biocompuesto diseñado, para que sea un material competitivo con relación al plástico de un solo uso.

Se finalizó con una tercera fase que evaluó el biomaterial diseñado, mediante un cuestionario de conformidad del producto, que conto con escalamiento Likert. Este contempló aspectos cualitativos y cuantitativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y equipos utilizados fueron plancha de calentamiento, balanza analítica, equipo de baño maría, agitadores magnéticos, vasos de precipitación y horno. Los reactivos y químicos utilizados fueron residuos, maíz, cáscaras de frutas, bagazo orgánico de residuos de alimentos crudos o procesados, glicerina, agua destilada, ácido acético 0,1 M, hidróxido de sodio 0,1 M, aditivos naturales como colágeno (gelatina), celulosa (papel reciclado, restos de madera), quitosano (cáscara de camarón y restos de mariscos) y polímero sintético (residuos de polímeros sintéticos), y plastificante natural (Aceite de linaza).

Los residuos orgánicos recibieron un pretratamiento, siendo clasificados en residuos con semillas y residuos de pieles o restos de alimentos. Para ambos grupos se estandarizó el protocolo para la extracción de almidón y humectación del biocompuesto.

Para la extracción de almidón de residuos con semillas se procedió a lavar las semillas con agua destilada y desinfectarlas sumergiéndolas treinta minutos en una solución de ácido acético al 10%. Posteriormente se procedió a secar por 24 horas, para luego



deshidratar el biomaterial durante 16 horas a 150° C. Finalmente se molió las semillas hasta obtener el almidón para su almacenamiento en un espacio sin humedad.

De igual manera para la extracción de almidón de residuos orgánicos y cáscaras de camarón, se procedió a lavar los residuos orgánicos con agua destilada, desinfectarlos en ácido acético preparado y secarlos de manera inmediata por 48 horas. Posteriormente se los llevó al horno durante treinta minutos a 50° C y luego se efectuó un segundo secado durante 40 minutos a 60° C. Finalmente se maceró y molió la biomasa seca, para así almacenar el almidón en un espacio sin humedad.

Para la humectación del biocompuesto, se colocó en un vaso de precipitación 10 g de almidón obtenido por proceso de secado y molienda (5 g derivados de maíz y 5 g derivados de residuos obtenidos de la muestra de estudio), 100 ml de agua destilada, 10 ml de glicerina como plastificante a la mezcla y 15 ml de ácido acético para promover el rompimiento de cadenas de amilopectina. Se procedió a mezclar por 15 minutos en el calentador con agitación constante y se adicionó 2 ml de hidróxido de sodio. Se colocó la mezcla en una bandeja de vidrio engrasado con aceite vegetal o de linaza, dejándolo secar en la estufa a 40°C durante dos horas.

RESULTADOS

Con los protocolos estandarizados se realizaron 4 ensayos experimentales utilizando los desechos orgánicos del Pasaje Amador bajo un porcentaje de 80% de almidón obtenido de residuos orgánicos y un 20% de aditivos como papel y madera (celulosa), gelatina (colágeno), desechos plásticos (polímeros) y cáscaras de camarón (quitosano). Se sometió todos los ensayos a las mismas condiciones de temperatura, humedad, polimerización y humectación. El mejor resultado de experimentación resultó ser la composición de 80% de almidón con 20% de quitosano. Esto se obtuvo con base en los ensayos mecánicos de resistencia, ensayo de límite plástico y óptico con uso de un microscopio para analizar la porosidad del material.

El ensayo final consistió en mezclar en un vaso de precipitación 8 g de almidón obtenido por proceso de secado y molienda (4 g de almidón derivados de maíz y 4 g de almidón derivados de residuos orgánicos), 2 g de quitosano proveniente de residuos de cáscaras de camarón, 100 ml de agua destilada, 10 ml de glicerina y 15 ml de ácido acético por 15 minutos en el calentador con agitación constante hasta lograr una pasta viscosa. Se adicionó 2 ml de hidróxido de sodio 0,1 molar y se dejó secar en la estufa a 40° C durante 2 horas.

Dentro del modelo diseñado se evaluaron en la muestra de estudio las siguientes variables que permitieron diseñar el biocompuesto. Estas se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Variables de diseño de biocompuesto

VARIABLES EVALUADAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESULTADOS %
Sexo de los encuestados	Masculino	88,6%
	Femenino	11,4%
Edad de los encuestados	Mayor a 41 años	11,4%
	41-50 años	45,7%
	de 51-60 años	28,6%
	Mayor a 61 años	14,3%
Tipo de establecimiento	Microempresas	42,8%
	Oficinas	28,6%
	Departamentos	28,6%
Número de personas que habitan en los establecimientos	1 o 2 personas	68,6%
	3 a 5 personas	14,3%
	6 a 9 personas	11,3%
	10 a 12 personas	2,9%
	Más de 12 personas	2,9%
Nivel de escolaridad	Primaria	5,7
	Secundaria	57,1%
	Tercer Nivel	28,6%
	Cuarto Nivel	8,6%
Residuos que se generan		
Volumen semanal de papel y cartón generado	1 – 4 kg	68,6%
	5 – 9kg	17,1%
	10 – 15 kg	11,4%
	Más de 16 kg	2,9%
Volumen semanal de plástico que se genera	1 – 4 kg	85,7%
	5 – 9 kg	2,9%
	10 – 15 kg	5,7%
	Más de 16 kg	5,7%
Volumen semanal de residuos orgánicos que se generan	No se generan	5,6%
	1 – 4 kg	74,3%
	5 – 9 kilogramos	14,3%
	10 – 15 kg,	2,9%
Más de 16 kg	2,9%	
Clasificación de desechos	No se realiza	100%
Destino final del papel y cartón generado como desechos	Recolección municipal	82,8%
	Reciclaje	8,6%
	Reutilización	8,6%



Variables evaluadas	Criterios de evaluación	Resultados %
Destino final del plástico generado como desecho	Recolección municipal	82,8%
	Sistema de reciclaje	8,6%
	Reutilización	8,6%
Destino final de los residuos orgánicos generados.	Sistema de recolección municipal	82,9%
	Reciclaje	11,4%
	No genera este tipo de residuo	5,7%
Volumen de consumo de plástico por semana	1 – 4 kg	68,6%
	5 – 9 kg	17,1%
	10 – 15 kg	5,7%
	Más de 16 kg	5,7%
	No genera este tipo de desecho	2,9%
'Costo por unidad de funda plástica o botella	0,01 a 0,03 centavos de dólar	68,6%
	0,04 – 0,06 USD	17,1%
	0,07 – 0,09 USD	5,7%
	0,10 – 0,12 USD	5,7%
	Más de 0.13 USD	2,9%
Características de bolsas plásticas para su elección	Fácil descarte	45,7%
	Bajo costo	37,1%
	Duración	5,7%
	Resistencia	5,7%
	Calidad	11,5%
Características de Botellas plásticas para su elección	Fácil descarte	91,4%
	Bajo costo	8,6%

Nota. Hernández, 2022. Descripción de las variables del estudio realizado en la muestra del estudio.

El biocompuesto obtenido en el ensayo experimental compuesto por 80% almidón y 20% de quitosano fue evaluado mediante un cuestionario con escalamiento Likert [11], para verificar el impacto que tiene la inserción del producto comparado con los plásticos de un solo uso. Así se analizó la calidad y satisfacción del producto para conocer aspectos de percepción del modelo experimental. Estos resultados se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Variables para evaluar el biocompuesto diseñado.

Variables evaluadas	Criterios de evaluación	Resultados %
Calidad del biocompuesto	Se adapta y satisface las necesidades de manera parcial	51,45%
	Satisfacción total	31,45%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo.	17,1%



VARIABLES EVALUADAS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESULTADOS %
Resiste y cumple de fines de uso	De acuerdo	37,1%
	Totalmente de acuerdo	34,3%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo.	28,6%
El biocompuesto entregado puede sustituir al plástico de un solo uso que utiliza en sus actividades diarias	Totalmente de acuerdo	22,9%
	De acuerdo.	20%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	57,1%
El material cumple la expectativa de utilidad.	Totalmente de acuerdo	42,9%
	De acuerdo	42,9%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14,2%
El bioproducto resulta atractivo visualmente	Totalmente de acuerdo	42,9%
	De acuerdo	42,9%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo.	14,2%
Recomendaría el uso del producto	Totalmente de acuerdo	51,4%
	De acuerdo	34,3%
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14,3%
Percepción de que el producto es ecoeficiente y amigable con el ambiente.	Totalmente de acuerdo	62,9%
	No se encuentra de acuerdo	37,1%
Biocompuesto como alternativa para reducir contaminación	De acuerdo	54,3%
	Totalmente de acuerdo	17,1%
	No estar de acuerdo ni en desacuerdo	28,6%
Interés de participar en alternativas y proyectos que reduzcan la contaminación ambiental	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	57,1%
	Totalmente de acuerdo	5,7%
	De acuerdo	34,3%
Canal de comunicación para iniciativas de producción de biocompuestos	Facebook	82,9%
	Página web	11,4%
	Instagram	5,7%

Nota. Hernández, 2022.

Finalmente el modelo de diseño de bioeconomía de biocompuestos fue publicado como parte del Programa de Estudios del Instituto de Educación y Formación Continua CIP GLOBAL Ecuador <https://cip-lex.com/>, mismo que puede accederse en el link: <https://drive.google.com/drive/folders/1D94-MgMpuZ40ds7b73gLIeYzFSByq0N?usp=sharing>

ANÁLISIS

Formular un modelo basado en la bioeconomía de biocompuestos a partir de residuos orgánicos domésticos en el Pasaje Amador permitió la aplicación de principios tales como la producción de bioproductos ecoeficientes, producción sostenible, revalorización de



residuos y aprovechamiento de biomasa dentro de una economía local formada por microempresas, oficinas y departamentos. Sobre estos en función al tipo y al número de habitantes existentes, se estableció el volumen de generación de desechos por tipo, sistemas de clasificación, tipo de desechos generados por establecimiento e impacto ambiental, lo que permite evaluar los detalles de generación de residuos orgánicos para su aprovechamiento como biomasa a fin de obtener un biocompuesto experimental.

Se considera que en la muestra de estudio no existe una clasificación y aprovechamiento de residuos, lo que se contrasta con un alto consumo de plástico de un solo uso que por su versatilidad y bajo costo, es parte de las actividades diarias. De igual manera en el análisis de la población se determina la poca o nula información en modelos de bioeconomía, así como desconocimiento por parte de la muestra de estudio de alternativas que permitan reducir la contaminación por plástico de un solo uso así como del aprovechamiento de los residuos que se generan.

La evaluación y validación experimental del biocompuesto diseñado se realizó mediante ensayos de resistencia, plasticidad y porosidad, así como mediante el uso de un cuestionario de conformidad del producto. Se determinó que el biocompuesto diseñado es un material plástico resistente de baja porosidad, apto para los fines de la muestra de estudio. Sin embargo se debe fortalecer el concepto con una difusión del biomaterial a fin de que gane credibilidad en los usuarios, en relación con la premisa de que el biocompuesto diseñado puede sustituir al plástico de un solo uso que se utiliza en las actividades diarias. El 42,9% de la muestra señala su opinión favorable, por lo que se debe trabajar en la difusión de los beneficios del material, así como en la expectativa del producto, campañas de marketing, comunicación usando redes sociales de alto impacto, difusión y branding. Así se afianza en los usuarios el consumo de un biocompuesto en base a sus principios y a sus beneficios.

DISCUSIÓN

La implementación de un modelo de bioeconomía en el Pasaje Amador nos permite determinar que estos modelos deben desarrollarse como parte de economías locales y territoriales [12]. Para el efecto es necesario reconocer el derecho que tiene la sociedad a estar informada y capacitada, para así fortalecer los procesos de producción y consumo sostenible, tales como la valorización y aprovechamiento de los residuos orgánicos que fueron objeto del presente trabajo [13].

De la investigación se establece la necesidad de una inversión en investigación científica y tecnológica a fin de resolver problemáticas de carácter ambiental, social y económico [14]. Estos problemas fueron ahondados por la pandemia de Covid-19, por razones como el aumento del uso de plástico y de otros materiales descartables como mascarillas y cubiertos que elevan la generación de residuos y por ende del impacto ambiental.

En Ecuador se deben desarrollar políticas públicas nacionales y provinciales que permitan afianzar los modelos de bioeconomía que contemplen el ciclo de vida de los productos que aprovechen los recursos durante todas sus etapas. Esto se realiza bajo principios de protección, conservación y prevención de los impactos ambientales,



enfocado en reciclaje a nivel domiciliario. Así mismo es necesario el desarrollo sostenible del territorio, el diseño de bioproductos y servicios y la gestión de residuos con la siguiente jerarquización y prevención: minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización, eliminación y disposición final, adopción de modelos circulares con la finalidad de generar ingresos, crear fuentes de empleo, fortalecer la conservación biológica, y aprovechar responsablemente de la biodiversidad. Todo esto a fin de garantizar el derecho humano de vivir en un ambiente sano, garantizando sostenibilidad. Para ello las líneas de continuidad deben centrarse en el desarrollo de biocompuestos y otro tipo de biomateriales ecoeficientes competitivos, principalmente en base a su costo en el mercado. El sector público debe promover la elaboración, aplicación y control de políticas e iniciativas públicas, así como el sector privado debe promover el desarrollo de proyectos y tecnologías innovadoras [15].

Del estudio realizado se determina la nula clasificación de desechos en la muestra de estudio y por ende en el Ecuador. Para el efecto se deberán implementar modelos de bioeconomía circular en las empresas y municipalidades con la finalidad de aprovechar los residuos, evitando que los mismos sean dispuestos sin aprovechamiento previo. Se deben considerar sus propiedades para obtener materia prima para el diseño de biocompuestos y otros materiales que se pueden generar a través de procesos de reciclaje, procesamiento, reúso, recuperación y otras técnicas de aprovechamiento de residuos [16].

Dentro de los modelos de bioeconomía, se deben contemplar en el desarrollo biotecnológico la bioética que permita que sobre cualquier diseño de aprovechamiento de recursos naturales, que se garantice la seguridad alimentaria, el buen vivir y el aprovechamiento sostenible y sustentable de recursos. Estos son aspectos éticos que permiten el desarrollo de modelos de bioeconomía que mantengan en equilibrio las variables ambiente, sociedad y economía. Se afianza en el desarrollo post pandemia, que sin duda alguna busca el crecimiento local de nuestras comunidades con un enfoque de conservación y aprovechamiento racional de recursos. Es importante establecer que los modelos de bioeconomía y desarrollo de biotecnología deben hacerse bajo normativas legales de acuerdo con el país donde estos se desarrollen, contemplando de manera fundamentada los derechos de propiedad intelectual, patentes y la accesibilidad de la tecnología en los países en desarrollo, así como la concientización del público y su aceptación del desarrollo [17].

Considerando que de nuestro estudio se determina el desconocimiento de la población a alternativas con relación al plástico de un solo uso o a modelos de bioeconomía, es necesario la difusión de conocimiento, así como el desarrollo de estrategias de comunicación. Con esto se logra una concientización de la población en general y la sensibilización de todos los actores sociales, a fin de que se logre el empoderamiento de la población y sea esta quien abandere y ejecute proyectos sostenibles con base biológica y sea participe de un cambio de la matriz productiva de modelos fósiles a modelos de aprovechamiento de recursos naturales de una manera racional [18].

Finalmente es necesario realizar proyecciones y tendencias de las amenazas principales de los modelos de bioeconomía [19]. Para ello se debe establecer una evaluación de riesgos e impactos de los diseños implementados a escala local e industrial [20]. Esto se realiza con el fin de establecer medidas de control y regulación que garanticen el fin



de los modelos de bioeconomía, el cual es el aprovechamiento de recursos naturales de manera sostenible aprovechando la biotecnología como base del desarrollo de bioproductos y bioservicios, reduciendo la generación de residuos, a fin de garantizar modelos sostenibles [21].

CONCLUSIONES

La bioeconomía de biocompuestos dentro de esta investigación permitió la concientización de la muestra de estudio a un modelo de economía sostenible para desarrollar biocompuestos. Esto permite que las comunidades locales opten por diseños alternativos que admitan reducir el impacto ambiental del uso de plástico de un solo uso, considerando que en el Ecuador la Gestión de residuos sólidos en los hogares ecuatorianos es nula e insuficiente. Del porcentaje de material reciclado el plástico se recicla con un 33,0 %, seguido de los residuos orgánicos con un 27,0 %, el papel/cartón un 21,4 % y el vidrio 12,7 %. Las provincias con mayor porcentaje de hogares que clasifican sus residuos son Galápagos, Loja y Azuay, siendo una fortaleza esta gran cantidad de biomasa que puede ser aprovechada a escala industrial.

El modelo experimental para diseñar biocompuestos a partir de residuos orgánicos fue estandarizado y mejoró con la incorporación de aditivos de materiales reciclados como celulosa (proveniente de papel reciclado), polímeros sintéticos (desechos inorgánicos), colágeno (gelatina) y quitosano (proveniente de desechos de cáscaras de camarón). El mejor aditivo experimental es el quitosano, ya que mejora la resistencia de los bioplásticos generados cuya composición tiene 80% de almidón de residuos orgánicos y 20% de aditivos de materiales reciclados. Los residuos orgánicos del Pasaje Amador se pueden utilizar como agentes plastificantes de películas de almidón ya que tienen altos contenidos de fibra que ayudan a mejorar las características del bioplástico. Estas son estabilidad térmica, disminución de la absorción de humedad y la recristalización del almidón por la interacción entre la fibra y el almidón termoplástico [22].

La muestra de estudio del Edificio Pasaje Amador estableció su satisfacción con el biocompuesto diseñado, haciendo que la toma de decisiones a futuro involucre un cambio de paradigma donde se valore en sus operaciones el uso de biocompuestos. Es decir, la muestra de estudio entiende la importancia del impacto socio ambiental, la transparencia y trazabilidad de sus materias primas a fin de descartar el uso y consumo de plástico de un solo uso que agrava la contaminación ambiental y que contamina cuerpos de agua, suelo, aire y demás recursos naturales.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de investigaciones jurídicas y sociales CIP LEX –Ecuador y su filial CIP GLOBAL Ecuador, centros de investigación dedicados a la ciencia y desarrollo académico, quienes han apostado al desarrollo de la bioeconomía en sus líneas de investigación, financiamiento y desarrollo, y a la Administración del Edificio pasaje Amador de la ciudad de Quito por permitir implementar un modelo en sus instalaciones.



A la iniciativa científica Bioenvist Ecuador, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, a la Universidad Iberoamérica de México, quienes contribuyeron con insumos técnicos y científicos para la presente investigación y a la Universidad San Francisco de Quito por permitir difundir los resultados del presente estudio.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

A.J.H. Responsabilidad de la dirección en la planificación de la actividad investigadora y ejecución; Desarrollo and diseño de metodología; obtención de fondos; creación del modelo proceso de investigación; realización de experimentos; redacción; revisión y edición del manuscrito.

MAR. Análisis formal de aplicación de estadísticas, matemáticas para analizar datos de estudio.

CONFLICTO DE INTERÉS

La autora y coautor declara que no existe ningún conflicto de interés

REFERENCIAS

- [1] Orejuela, L. (2019). Relación de la economía circular, la tecnología cero desechos, la bioeconomía, la biorrefinería y el desarrollo sostenible y sustentable. *Ñawpay Revista técnica tecnológica*, 1 (1), 38- 47. https://www.researchgate.net/publication/338221895_Relacion_de_la_Economia_Circular_la_Tecnologia_Cero_Desechos_la_Bioeconomia_la_Biorrefineria_y_el_Desarrollo_Sostenible_y_Sustentable
- [2] Birner, R. (2018). Bioeconomy Concepts. En I. Lewandowski (Ed.), *Bioeconomy*. Springer, Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_3
- [3] Philp, J. (2018). The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. *New Biotechnology*, 40, 11-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.004>
- [4] Borja, F. (2019). Tough and Functional Cross-linked Bioplastics from Sheep Wool Keratin. *Scientific reports*, 9. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51393-5>
- [5] Eibes, P. M., y Gabel, F. (2021). Floating microplastic debris in a rural river in Germany: Distribution, types and potential sources and sinks. *Science of The Total Environment*, 816, 151641. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151641>
- [6] Georgescu-Roegen, N. (2017). *Bioeconomía: una nueva mirada a la naturaleza de la actividad económica*. *Revista de economía crítica*, 1(23), 152-168. <https://revistaeconomicacritica.org/index.php/rec/article/view/139>
- [7] Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2018/06/la-agenda-de-desarrollo-sostenible-necesita-un-impulso-urgente-para-alcanzar-sus-objetivos/>
- [8] Behar, D. (2008). *Introducción a la Metodología de la Investigación*. Editorial Shalom.
- [9] Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- [10] Frías, D. (2019). *Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- [11] Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. McGraw-Hill Interamericana.
- [12] Riera, M. (2021). Bioeconomía como modelo de negocio en el Ecuador. *Compendium*. 24(46). <https://www.redalyc.org/journal/880/88067978005/html/>
- [13] Lengyel, M. y Zanazzi, L. (2020). *Bioeconomía y desarrollo en la Argentina: oportunidades y decisiones estratégicas*. CIECTI. <http://www.ciecti.org.ar/04-bioeconomia-y-desarrollo-en-la-argentina-opportunidades-y-decisiones-estrategicas/>
- [14] Torres M. y Santos-Ordóñez E. (2020). Ecuador, Modern Biotechnology in Ecuador Development and Legal Framework. En A. Chaurasia D.L. Hawksworth y M. Pessoa de Miranda (Eds.), *GMOs. Topics in Biodiversity and Conservation*, vol 19 (p.533-540). Springer Cham. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-53183-6_29
- [15] Krauss, J.B. y Kutteneuler, D. (2018). Intellectual property rights derived from academic research and their role in the modern bioeconomy—A guide for scientists. *New Biotechnology*, 40, 133-139. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.013>
- [16] Rodríguez, A., Mondaini, A. y Hitschfeld, M. (2017). *Bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional y perspectivas*. Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>
- [17] Consejo Alemán de Bioeconomía – BÖR (2017). *Bioeconomy policies and strategies established by 2017. Diagram prepared by the German Bioeconomy Council (Bioökonomierat – BÖR)*. BÖR. <http://bioekonomierat.de/en/international/0/>
- [18] Consejo Alemán de Bioeconomía - BÖR. (2018). *Bioeconomy Policy (Part III) Update Report of National Strategies around the World. A report from the German Bioeconomy Council*. BÖR. http://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/GBS_2018_Bioeconomy-Strategies-around-the_World_Part-III.pdf
- [19] Global Bioeconomy Summit – GBS. 2015. (2015). *Conference Report. For a Global Sustainable Bioeconomy*. GBS. <https://gbs2020.net/history-2015/>



- [20] Global Bioeconomy Summit – GBS. 2018. (2018). *Communiqué. Global Bioeconomy Summit 2018 - Innovation in the Global Bioeconomy for Sustainable and Inclusive Transformation and Wellbeing*. GBS. http://gbs2018.com/fileadmin/gbs2018/Downloads/GBS_2018_Communique.pdf
- [21] MINCYT. (2015). *La bioeconomía en la Argentina: Oportunidades y desafíos*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina. Temas de discusión en el marco de la Red de Estudios en Bioeconomía del Conicet. <http://www.cursobioeconomia.mincyt.gov.ar/wp-content/uploads/2014/12/TEMAS-DE-DISCUSI%C3%93N-EN-EL-MARCO-DE-LA-RED-DE-ESTUDIOS-EN-BIOECONOM%C3%8DA-DEL-CONICET-ABRIL2015.pdf>
- [22] Shruthy, R., Preetha, R., y Sreejit, V. (2022). Biodegradable nano composite reinforced with cellulose nano fiber from coconut industry waste for replacing synthetic plastic food packaging. *Chemosphere*, 291, 132786. doi: <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.132786>