

FORMACIÓN DE PELÍCULAS DE QUITOSANO Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA COMO EMPAQUE PARA ALIMENTOS

FORMATION OF CHITOSAN FILMS AND ITS ECONOMIC VIABILITY AS FOOD PACKAGING

Mancillas Álvarez Irasema Lilian¹, C. Gutiérrez Miguel², López Gómez Osmín Josué³, Santos López Gonzalo⁴

¹Doctor en Ciencias. Universidad Estatal de Sonora. irasema.mancillas@ues.mx. 6621738890, Ley Federal del Trabajo S/N, C.P. 83100, Hermosillo, Sonora, México.

²Doctor en Ciencias. CONACyT-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca. michavezg@ipn.mx, 951 517 0610 Ext. 82740, Hornos 1003, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

³Ingeniero Industrial. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle de Etna. ospaladin@gmail.com, 951 305 29 27, Abasolo S/N, Barrio del Agua Buena, Santiago Suchilquitongo, Oaxaca, 68230, México.

⁴Doctor en Ciencias. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Valle de Etna. gonzalo.sl@itvalletla.edu.mx. 951 305 29 27, Abasolo S/N, Barrio del Agua Buena, Santiago Suchilquitongo, Oaxaca, 68230, México, **Autor corresponsal.**

Resumen -- Películas a base de quitosano con potencial aplicación para su uso en empaques biodegradables alimentos fueron desarrolladas en este trabajo. Dos tipos de películas modificando el sistema solvente-quitosano fueron obtenidas, una utilizó ácido acético diluido y la otra con el uso de ácido cítrico y temperatura de 80°C. La caracterización realizada de las películas nos indica que ambas películas son traslucidas, flexibles, con un contenido de humedad alrededor del 34%, y una densidad aparente cercana a 0.5 g/cm³, el análisis termomecánico nos indica una temperatura de transición vítrea 38 y 35 °C para las películas con ácido acético y ácido cítrico, respectivamente y la degradación en el interior del suelo se dio en aproximadamente 3 semanas para ambas películas.

Un análisis de la viabilidad económica de un empaque a base de quitosano fue realizado, encontrando una población objetivo de potenciales consumidores en personas entre los 22 y 37 años quienes el 95% tiene conciencia ecológica y de los cuales el 80% tiene hábitos de reciclaje. El 60% de los encuestados tiene conocimiento de alternativas de empaques biodegradables y el 90% está dispuesto a adquirir productos que utilicen empaques biodegradables, pero solo 58.5% ha utilizado estos productos ocasionalmente y un 24 % los usa frecuentemente. Los resultados nos indican que las películas a base de quitosano tienen características físicas y propiedades funcionales que las hacen atractivas para su uso como material de empaque y que los consumidores entre 22 y 37 años en su mayoría están conscientes de sus beneficios y tiene apertura a adquirir estos empaques biodegradables.

Palabras Clave: empaque alimenticio, películas de quitosano, viabilidad económica.

Abstract -- Chitosan-based films with potential use in biodegradable packaging applied to food were developed. Two types of films were obtained by modifying the chitosan solvent system, one using diluted acetic acid and the other using citric acid and temperature of 80 °C. The

characterization of the films indicates that they are translucent, flexible, with a moisture content of about 34%, with an apparent density close to 0.5 g/cm³, the thermomechanical analysis indicates a glass transition temperature to between 20 and 60 °C and degradation inside the soil occurred in approximately 3 weeks.

An analysis of the economic feasibility of a chitosan-based packaging was carried out, finding a target population of potential consumers between 22 and 37 years of age, 95% of whom are ecologically aware and 80% of whom have recycling habits. Sixty percent of those surveyed are aware of biodegradable packaging alternatives and 90% are willing to purchase products that use biodegradable packaging, but only 58.5% have used these products occasionally and 24% use them frequently. The results indicate that chitosan-based films have physical characteristics and functional properties that make them attractive for use as packaging material and that consumers between 22 and 37 years of age are mostly aware of their benefits and are open to purchasing biodegradable packaging.

Key words – food packaging, chitosan films, economic viability.

INTRODUCCIÓN

La soberanía alimentaria según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) es un derecho de los países para definir sus políticas, estrategias sustentables de producción, distribución y consumo de los alimentos, que garanticen a la población una alimentación sana y nutritiva, respetando su cultura y diversidad de sistemas de producción, comercialización y gestión de los espacios rurales [1]. Una de estas políticas que han cobrado importancia en los últimos años en México y que gira alrededor de los productos alimenticios es la sustitución de productos derivados del petróleo de un solo uso por alternativas biodegradables que tengan menor impacto en el ambiente al momento de desecharse [2].

Ante esta problemática una de las alternativas que ha cobrado fuerza para ser una fuente de moléculas o componentes que sustituyan a los derivados del petróleo

son los biopolímeros. Estas moléculas de gran tamaño molecular se encuentran formando parte de la estructura de organismos vivos o son productos del metabolismo de algunos microorganismos. Uno de estos biopolímeros que han sido fuente de diversos estudios para poder sustituir productos derivados del petróleo es el quitosano el cual se obtiene a partir de la desacetilación de la quitina la cual es una de las biomoléculas más abundantes en la naturaleza y con mayor capacidad de regeneración anual con 1011 toneladas al año en el mundo [3].

El quitosano está constituido químicamente por unidades de N-acetil-glucosamina y D-Glucosamina unidas mediante enlaces glucosídicos $\beta(1-4)$. Las principales características fisicoquímicas del quitosano son el peso molecular promedio, el índice de polidispersión y el grado de acetilación [4]. Estas características influyen en sus propiedades funcionales como son: propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antioxidante, mucoadhesivas, hemostáticas, propiedades estructurales que permiten formar nuevos materiales como geles, compositos, esponjas, películas, etc, y características como biodegradabilidad y biocompatibilidad [5].

Dentro de estos materiales con diferente tipo de estructura formados a partir de biopolímeros las películas han sido objeto de estudio de manera importante ya que se han generado diferentes tipos de formulaciones incorporando aditivos de bajo peso molecular o polímeros de origen sintético formando biocompositos, con la finalidad de mejorar principalmente las propiedades físicas de los materiales, tratando de emular a los productos derivados del petróleo [6].

Existe otro factor importante por el que los productos formados a base de biopolímeros aún no han sido ampliamente utilizados y es su costo, el cual suele ser más alto que el de los productos derivados del petróleo, además del escaso conocimiento que tiene el consumidor de los beneficios que presentan utilizar los productos a base biopolímeros. Es por esto que en el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de películas a base del biopolímero quitosano, evaluar su funcionalidad y presentar una propuesta de viabilidad económica para su uso como empaque enfocado a productos alimenticios.

DESARROLLO

Materiales y métodos

Quitosano comercial (marca Sigma-Aldrich) de cascara de camarón y de bajo peso molecular (entre 50,000-190,000 Da y grado de acetilación $\geq 75\%$) fue utilizado como base principal de los filmes, Además, ácido cítrico y ácido acético (marca Meyer).

Soluciones formadoras de películas.

Para preparar los diferentes tipos de películas se utilizaron diferentes soluciones formadoras de películas (SF), las cuales consisten en disolver el quitosano en

diferentes sistemas solventes y las condiciones se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Soluciones formadoras de películas a base de quitosano

Nomenclatura	Composición	Condiciones de procesamiento
SFQsHAc	Quitosano (1% p/v) disuelto en ácido acético (0.3 M)	Agitación por 24 horas a temperatura ambiente (24 °C)
SFQsHC	Quitosano (1% p/v) disuelto en solución de ácido cítrico en agua destilada (1% p/v)	Agitación por 4 horas y a 80 °C.

Proceso de elaboración de películas.

Para preparar las películas a base de quitosano se utilizó el mismo procedimiento para los diferentes tipos de SF. Se tomaron 10 mL de SF y mediante la técnica de “as cast” se vertió el contenido en una caja Petri de vidrio las cuales fueron colocadas en un horno de calentamiento (marca Riosa, modelo H41) sin agitación a 40 °C por 24 horas.

Caracterización fisicoquímica de las películas.

Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad de las distintas películas mediante el método oficial 930.15-1930(1999) de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos (AOAC, por sus siglas en inglés) [7]. Este método consistió en pesar crisoles de porcelana a 105 °C incorporando pedazos de películas de tamaño de 2 x 2 cm de los cuales se tomó su peso inicial (P_i) y se sometieron a secado a 105 °C hasta alcanzar el peso constante (P_f), el porcentaje de humedad fue determinado utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = [(P_i - P_f) / P_i] \times 100 \quad \text{Ec. (1)}$$

Densidad

Se determinó la densidad aparente de cada película según la metodología reportada por Lozano-Navarro y col. (2018), en donde se recortaron círculos definidos de cada película los cuales fueron pesados (P_c) y con un vernier digital (Marca Wen modelo:10764) se midió el diámetro de cada círculo (D) y con un micrómetro digital (Marca Wen modelo:10725) se midió el espesor de los círculos (A), obteniendo la densidad aparente (ρ) sustituyendo los valores en la siguiente fórmula [8]:

$$\rho = [P_c / (\pi \times (D^2/2) \times A)] \quad \text{Ec. (2)}$$

Temperatura de transición vítrea

Mediante una analizador termo-mecánico (marca TA Instruments modelo: TMA Q400) se determinó la temperatura de transición vítrea (T_g) de las películas. Para el experimento se obtuvo el cambio de dimensión con respecto a un rango de temperatura de 0 a 120 °C

utilizando una probeta de cuarzo de penetración con una rampa de calentamiento de 5 °C/min. El rango de la T_g incluye el punto inicial, medio y final de temperaturas y para su determinación se tomó como referencia la norma de la ASTM (American Society for Testing and Materials) E 1545-22 [9].

Biodegradación de las películas en suelo

Para estudiar la biodegradación de las películas en el suelo se utilizó como referencia el estudio publicado por Ediyiyam y col. (2021) [10]. En esta prueba se utilizó un suelo comercial de la Marca Garden's con un contenido de materia orgánica de 20.33 % (p/p). Las películas fueron recortadas en tamaños de 2 x 2 cm y se colocaron en un hueco en el suelo a 5 cm de la superficie para posteriormente taparlo. Se observaron los cambios de peso en las películas y de manera visual en un periodo de tiempo de 1, 2 y 3 semanas.

Metodología para el diseño de un plan de marketing de empaque a base de quitosano

Para el diseño de un plan de marketing se planteó la misión, la visión, se realizó una segmentación de mercados considerando aspectos como geográfico, demográfico y psicográfico. Se realizó un análisis de competencia, se investigó la normatividad de empaques biodegradables.

Se realizaron encuestas, identificando primero el número de personas a encuestar en la región de Valles Centrales de Oaxaca que tiene una población aproximada de 1,033,884 habitantes según el Gobierno del Estado de Oaxaca, se siguió la metodología de QuestionPro para considerar el número de encuestas a realizar, para un nivel confianza de 95%, la desviación media de 1.96, y un margen de error de 5%, a partir de lo que puede realizarse el siguiente cálculo [11]:

$$n = [1.96 * .96 * 0.5 * 0.5 / (0.05 * 0.05)] \quad \text{Ec. (3)}$$

Como resultado, se obtuvo que con una muestra aleatoria de 385 individuos.

Esto aplica sin importar el tamaño de la población, siempre que se cumplan las normas de aleatoriedad.

Es importante mencionar que el número aproximado de la población no es el tamaño real de la región de Valles Centrales del Estado de Oaxaca, sino más bien se trata de una muestra representativa de dicho segmento y que se utilizó sólo para fines de esta investigación. Se realizó un análisis de las encuestas observando tendencias de la población objetivo.

Cuestionario para definición de características y preferencias del mercado.

A continuación, se presenta el cuestionario elaborado:
ENCUESTA PARA LANZAMIENTO Y PROMOCIÓN DE UN EMPAQUE HECHO A BASE DE QUITOSANO.

Por favor, rellene esta pequeña encuesta.

La información que nos proporcione será utilizada para conocer el grado de aceptación en el mercado de un empaque hecho a base de un material orgánico.

Edad: _____ Sexo: Masculino: _____ Femenino: _____

Localidad donde radica: _____

1.- Escala de sus ingresos promedio mensual:

\$4,000 - \$6,000

\$6,001-\$8,000

\$8,001-\$10,000

\$10,001-\$12,000

\$12,001- \$15,000

\$15,001-\$20,000

\$20,000-\$28,000

\$28,000-\$50,000

2.- ¿Tienes conocimiento del cuidado del medioambiente y los problemas que hay sobre la contaminación?

Sí _____ No _____

3.- ¿Qué tanto te interesas por el medio ambiente?

● Es demasiado importante

● Es importante

● Me es irrelevante

● No es importante

4.- ¿Se considera usted un consumidor ecológico? Un consumidor ecológico se puede definir como "aquel consumidor que manifiesta su preocupación por el medio ambiente en su comportamiento de compra, buscando productos que sean percibidos como de menor impacto sobre el medio ambiente" (Chamorro, 2001).

Sí _____ No _____

5.- ¿Dentro de su hogar usted clasifica la basura?

Sí, Razón por la que lo hace

● Requerimiento legal

● Porque el reciclaje ayuda a nuestros problemas climáticos

No clasifico la basura

6.- ¿Sabes de empresas que sean ecológicas en Oaxaca?

Sí ¿Cuáles?

7.- ¿Sabe de la existencia de productos que hayan sido elaborados a base de material orgánico?

Sí _____ No _____

8.- ¿Los compra usted?

Sí ¿Por qué?

No, ¿Por qué?

9.- ¿Qué es lo que más te importa con respecto a este tipo de productos? Marca todas las respuestas que te interesen.

● El impacto con el medio ambiente

● Que sean prácticos

● Que sean de calidad

● Que sean fáciles de adquirir

● Qué sea económico

● Otro (Por favor especifique)

10.- ¿Adaptas tendencias rápido o prefieres esperar a que ya tengas seguridad sobre el producto?

Si, adapto

Prefiero esperar

11.- ¿Usted qué es lo que piensa cuando se le habla de un empaque hecho a base de Quitosano? El Quitosano es un material presente en el caparazón de numerosos invertebrados, (crustáceos, insectos, escarabajos, cascarudo o bicho torito) es altamente biodegradable y no es tóxico, por lo que se presenta como alternativa ecológica a los plásticos procedentes del petróleo.

Me agrada ¿Por qué?

Me desagrada ¿Por qué?

12.- ¿Estaría usted dispuesto a adquirir un producto hecho a base de material orgánico cómo lo es el Quitosano?

Sí No

13.- ¿Con qué frecuencia usa empaques de plásticos para alimentos?

- 1 vez por día
- 1 vez por semana
- 1 vez por mes
- Nunca
- Más veces (Por favor especifique)

14.- ¿Has utilizado productos biodegradables?

- Sí, muchas veces
- Sí, en ocasiones
- No, nunca
- No sé si los he comprado

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se obtuvieron 2 diferentes tipos de películas las cuales resultaron ser transparentes y flexibles. En la figura 1 se observa la película de quitosano al 1% (p/v) disuelto en ácido acético 0.3 M (QsHAc) y la película de quitosano al 1% (p/v) disuelto en ácido cítrico al 1% (p/v) en agua destilada (QsHC).

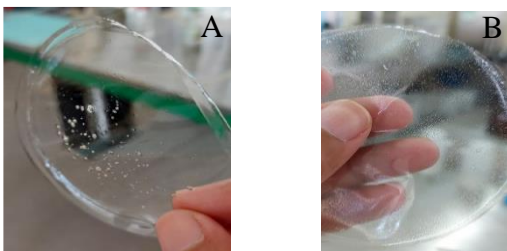


Figura 1. Películas después de A)QsAc y B)QsHC

Contenido de humedad y densidad aparente de las películas

El quitosano es un biopolímero que tiene una baja solubilidad en agua, tradicionalmente es disuelto en soluciones ácidas acuosas diluidas [12]. En este caso las películas de quitosano presentan una solubilidad de aproximadamente un 33 y 34% (Tabla 2), estos valores son similares a los reportados en un estudio de formación de películas de quitosano con colágeno y en donde el blanco de películas de quitosano presenta valores del 34% [13]. Estos porcentajes obtenidos nos indican que las películas son parcialmente hidrofílicas por lo que

podrían utilizarse en aplicaciones que involucren un contenido de humedad.

Tabla 2. Humedad y densidad de películas a base de quitosano

Muestra	humedad (%) ± DE	Densidad aparente (g/cm ³) ± DE
QsHAc	33.38 ± 0.86	0.50 ± 0.08
QsHC	34.00 ± 2.15	0.43 ± 0.05

DE: Desviación estándar

La densidad aparente de las películas de quitosano resulto ser menor en las de QsHC (0.43 g/cm³), esto podría deberse a que se forma una estructura más compacta de las cadenas de quitosano al disolverlas en ácido cítrico. Valores menores se han reportado en películas a base de quitosano combinadas con almidón (0.08 g/cm³) y en otro estudio en donde obtuvieron películas de quitosano combinadas con gelatina al compararlas con el blanco de quitosano al 2 % (p/v) reportan una densidad aparente mayor (0.675 g/cm³) [8,14].

Temperatura de transición vítrea

La temperatura de transición vítrea (Tabla3) determinada en ambos tipos de películas presentó valores similares, en el caso de las películas de QsHAc presentaron una temperatura media de T_g de 38 °C y en las de QsHC de 35 °C. Esta diferencia de 3 °C entre ambos sistemas podría atribuirse al solvente ácido cítrico ya que se ha reportado que algunos compuestos basados en citrato actúan como plastificantes al combinarlos con biopolímeros como acetato de celulosa y ácido poliláctico [15]. Se ha reportado que la temperatura de transición vítrea cambia con su contenido de humedad ya que este genera un efecto plastificante, en donde se explica que se generan interacciones por puente de hidrógeno entre el agua y los grupos amino e hidroxilo disponible. En sistemas de quitosano se ha indica que para valores menores del 40% de humedad la T_g mantiene valores medios de 30 °C, siendo similares con los reportados en este trabajo de 34% [16,17]. Esto nos indica que las películas presentan una estabilidad termo-mecánica en un rango de temperatura entre 38 y 35 °C.

Tabla 3. Temperatura de transición vítrea

Muestras	T _g (°C)		
	Entrada	Punto medio	final
QsHAc	19	38	67
QsHC	23	35	60

Biodegradación de películas en suelo

En la figura 2 se observan las películas incorporadas en el suelo y en la figura 3 se observan las películas al paso de 48 horas. En estas condiciones fue complicado quitar los restos de suelo de las películas para poder pesarlos por lo que se fue visualizando los cambios de tipo cualitativo.

Los resultados obtenidos son similares a los mostrados en un estudio elaborado por Oberlinter y col. (2021) de películas de quitosano disuelto en ácido láctico y combinadas con un antioxidante de encino en donde las películas formadas únicamente con quitosano en un periodo de 3 días llegaron a hidratarse y deformar su estructura original al incorporarlas en 3 diferentes tipos de suelos [18].



Figura 2. Preparación biodegradación de películas en el suelo

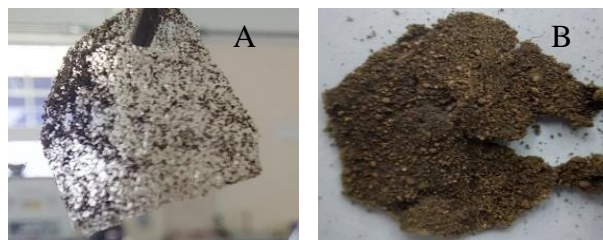


Figura 3. Películas después de 48 h. A) QsAc y B) QsHC

En la tabla 4 se presenta el seguimiento durante 3 semanas de las películas incorporadas en el suelo en donde las películas de QsHAc presentan más resistencia que las de QsHC, este comportamiento según lo reportado por Melro y col. (2021) se podría atribuir a que el sistema de películas formadas con la disolución de quitosano con ácido cítrico genera un sistema con mayor carácter hidrofílico que las películas formadas en sistema quitosano en ácido cítrico [19].

Tabla 4. Monitoreo de las películas en el suelo

Muestras	Toma de resultados por semanas		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
QsHAc	Se mantiene en un 90% del original	Mantiene un 55% del original	Mantiene un 20% del original
QsHC	Se mantiene en un 60% del original	Se mantiene un 30% del original	Se degrado completamente

Metodología de plan de marketing

Con la implementación del plan de marketing se busca lanzar y promover un empaque de acuerdo con el mercado objetivo visualizando los beneficios de su funcionalidad para darlas a conocer al consumidor.

La misión del plan se basa en el diseño, producción y comercialización de un empaque basado en bioplástico biodegradable que no afecte al medio ambiente en su degradación. La visión es crear un empaque biodegradable para los sectores industriales y de alimentos en México. Se toma como base el marketing deontológico que busca “orientar a las empresas y consumidores para que sus procesos de oferta y demanda tengan formas responsables de actuación con relación al cuidado y la protección del ambiente. Para lo cual se integran elementos fundamentales como las tradicionales 4 Ps del marketing mix” [20].

El plan de marketing está enfocado a desarrollarse en el estado de Oaxaca, en la región de los valles centrales ya que es una zona en la que se desconoce en la mayoría de la población que existen alternativas de materiales utilizables como empaque biodegradable.

La población objetivo del plan de marketing son las personas entre 22 y 37 años de clase media trabajadora que tienen una percepción económica entre \$3500 y \$5000 mensuales y que sea un consumidor preocupado por el medio ambiente y tenga la capacidad económica de pagar productos en este sector específico. Esta población objetivo está basada en un estudio de Global Webindex en donde indican que las personas entre 22 y 35 años (conocidos como millenials) son más comprometidas con el medio ambiente y por lo tanto se encuentran más familiarizadas con este tipo de productos [21].

En la zona seleccionada son pocas las compañías que ofrecen empaques que son desechables, biodegradables y biocompostables, en donde se puede nombrar a:

- Biomark que maneja productos hechos a base de almidones o ácido poliláctico.
- Nutripack con productos compostables y biodegradables con capacidad de degradarse en 240 días y son hechos a base de papel, fécula de maíz, bagazo de agave y fibras de bambú y caña.
- Biobelula Mr. que es una empresa social y ambientalmente responsable que ofrecen productos a base de fécula de maíz que tienen una desintegración entre 1 y 5 años.
- Grupo Polytek del Sur que genera productos derivados de petróleo, pero también produce materiales biodegradables que se degradan de 12 a 24 meses.
- Ecoshell es una empresa con cobertura en todo el país de México que produce diferentes productos biodegradables que tienen un tiempo de biodegradación de 90 a 240 días.

Es importante indicar que estas compañías dedicadas a la elaboración de materiales biodegradables deben de seguir la legislación mexicana, principalmente estar alineados a la Norma Mexicana NMX-E-273-NYCE-2019 “Industria

del plástico-plásticos compostables-especificaciones y métodos de prueba” [22].

De manera similar existen organizaciones internacionales como la ASTM generan estándares de medición y definiciones de materiales, para el caso de materiales compostables esta norma indica un método de prueba para comprobar la biodegradabilidad del material, estas técnicas de validación deben de formar parte de una caracterización del material [23].

Encuesta de aceptación de empaque a base de quitosano

La encuesta fue estructurada para el mercado objetivo indicando datos demográficos (edad, sexo, zona de residencia e ingresos) de ámbito ecológico (conocimientos de educación ambiental) de conocimiento de quitosano y productos a base de este biopolímero y también se realizaron preguntas del tipo de consumidor que es el encuestado y con una pregunta abierta se le pide su opinión de un empaque elaborado a base de quitosano. La encuesta se realizó en la plataforma Google Forms siendo enviada a la población objetivo a través de medios de comunicación.

Resultados y análisis de la encuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos el 40.7% de las personas encuestadas, su escala de ingresos se encuentra por medio de los \$6,001 a \$8,000 mensuales, siguiendo el 28.6% con ingresos de \$4,000 a \$6,000, el 16.6% con ingresos de \$8,001 a \$10,000, un 7.9% con un ingreso de \$10,001 a \$12,000, posteriormente el 2.5% con ingresos de \$12,001 a \$15,000, el 2.1% con \$15,001 a \$20,000 y sólo el 1.7% con uno de los ingresos más altos que se encuentra en una escala de \$20,001 a \$28,000.

El 95% de los encuestados si tiene conocimiento del cuidado del medioambiente y los problemas que hay sobre la contaminación, mientras que el 5% no. En seguida el 50.2% considera que es muy importante el cuidado por el medio ambiente, mientras que el 45.6% considera que es importante, únicamente el 4.1% dio una respuesta de irrelevancia.

En la pregunta número cuatro se obtuvo un 75.1% de respuestas de personas que asumen ser consumidores ecológicos, mientras que el resto no. Además de que el 78.8% si clasifica la basura en su hogar y de igual manera el resto no lo hace. Un 80.3% la clasifica para que sea reciclada y de esta manera ayudar a atender los problemas climáticos y un 17.6% lo hace por requerimiento legal.

Posteriormente en la pregunta número seis el 81.3% no conoce empresas que sean ecológicas en Oaxaca, mientras que un 18.7% sí, sin embargo, mencionaron algunas como Herrozinc, INSOVIMEX, ECOCE, Ecorreto, El pino verde, pero el resto de las mencionadas no son de origen Oaxaqueño y tampoco usan en todos sus productos materiales que se degradan fácilmente.

El 60.2% si sabe de la existencia de productos que hayan sido elaborados a base de material orgánico y el 39.8% no, algunas razones por la que los han comprado es

porque algunos locales de comida rápida usan empaques biodegradables, o porque existe un gusto de tener un medio ambiente más sano libre de la basura y demás cosas que contaminen, además de que son menos dañinos a la salud.

El 81.3% de los encuestados lo que más le importa con respecto a este tipo de productos es el impacto que tiene con el medio ambiente, un 49% también busca que sea económico, otra característica que le importa al 46.1% es que sean fáciles de adquirir, 45.6% busca en el mismo producto la calidad y al 44.8% de igual forma que sean prácticos.

Al 58.5% se les puede considerar como consumidores impulsivos, porque asumieron que adaptan tendencias rápido, mientras que el 41.5% prefiere esperar a tener seguridad sobre el producto.

Con respuestas positivas al futuro empaque, el 95.9% de los encuestados si están dispuesto a adquirir un producto hecho a base de material orgánico cómo lo es el quitosano, sólo el 4.1% no lo haría.

Un dato alarmante en cuanto a la frecuencia con la que se usan empaques plásticos para alimentos es que el 52.7% los usa una vez por semana, el 26.6% los usa una vez por día, el 19.9% los usa una vez por mes y solo el 0.8% nunca los ha usado.

A pesar de ello, también han utilizado productos biodegradables, el 58.5% los ha usado en ocasiones, el 24.1% muchas veces, el 13.3% no sabe si los ha comprado y únicamente el 4.1% nunca ha utilizado un producto biodegradable.

Los resultados obtenidos al compararlo con el estudio de Gutiérrez (2009) indica que se establecen bases sólidas para la generación de un plan de marketing urbano que tenga como enfoque el bienestar social [24].

CONCLUSIONES

Las películas biodegradables a base de quitosano tienen potencial aplicación como materiales biodegradables enfocados a productos alimenticios, esto debido a la naturaleza y funcionalidad de sus componentes. Los empaques biodegradables a base de quitosano son considerados atractivos para la población objetivo entre 22 y 37 años una vez que se tiene información de las ventajas que generan los empaques biodegradables a base de quitosano. Los empaques biodegradables a base de quitosano representan una alternativa de desarrollo de la soberanía alimentaria en el manejo de alimentos, además de utilizar componentes que su degradación puede generar beneficios a los ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la estudiante Yasmin Vega Santiago quien realizó su residencia profesional en el proyecto desarrollado dentro del presente trabajo. Al laboratorio de Biomacromoléculas del Centro

Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Ley marco derecho a la alimentación, seguridad y soberanía alimentaria.* (s. f.).
- [2] *Diputados prohíben la venta de productos de plásticos “de un solo uso” en la CDMX; las empresas tendrán que fabricar artículos biodegradables.* (s. f.). Recuperado 23 de junio de 2023, de <https://congresocdmx.gob.mx/comsoc-diputados-prohiben-venta-productos-plasticos-solo-uso-cdmx-las-empresas-tendran-que-fabricar-articulos-biodegradables-1466-1.html>
- [3] Jardine, A., & Sayed, S. (2016). Challenges in the valorisation of chitinous biomass within the biorefinery concept. *Bioresources, Biomass, Bio-fuels and Bioenergies* 2016, 2, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2016.09.007>
- [4] Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603-632. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001>
- [5] Kurita, K. (2006). Chitin and chitosan: Functional biopolymers from marine crustaceans. *Mar Biotechnol (NY)*, 8(3), 203-226. <https://doi.org/10.1007/s10126-005-0097-5>
- [6] Vieira, M. G. A., da Silva, M. A., dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47(3), 254-263. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2010.12.011>
- [7] *AOAC 930.15-1930(1999), Loss on drying (Moisture) for feeds. AOAC Official Method.* (s. f.). Recuperado 27 de enero de 2022, de http://www.aoacofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=2702
- [8] Lozano-Navarro, J. I., Díaz-Zavala, N. P., Velasco-Santos, C., Melo-Banda, J. A., Páramo-García, U., Paraguay-Delgado, F., García-Alamilla, R., Martínez-Hernández, A. L., & Zapién-Castillo, S. (2018). Chitosan-Starch Films with Natural Extracts: Physical, Chemical, Morphological and Thermal Properties. *Materials*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/ma11010120>
- [9] *E1545 Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperature by Thermomechanical Analysis.* (s. f.). Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://www.astm.org/e1545-22.html>
- [10] Ediyilyam, S., George, B., Shankar, S. S., Dennis, T. T., Waclawek, S., Černík, M., & Padil, V. V. T. (2021). Chitosan/Gelatin/Silver Nanoparticles Composites Films for Biodegradable Food Packaging Applications. *Polymers*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/polym13111680>
- [11] *Calculadora de tamaño de muestra | QuestionPro.* (s. f.). Recuperado 23 de junio de 2023, de <https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html>
- [12] Pillai, C. K. S., Paul, W., & Sharma, C. P. (2009). Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science*, 34(7), 641-678. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001>
- [13] Hou, C., Gao, L., Wang, Z., Rao, W., Du, M., & Zhang, D. (2020). Mechanical properties, thermal stability, and solubility of sheep bone collagen-chitosan films. *Journal of Food Process Engineering*, 43(1), e13086. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13086>
- [14] Ahmed, S., & Ikram, S. (2016). Chitosan and gelatin based biodegradable packaging films with UV-light protection. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 163, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.08.023>
- [15] Gutiérrez, M. C., De Paoli, M.-A., & Felisberti, M. I. (2012). Biocomposites based on cellulose acetate and short curauá fibers: Effect of plasticizers and chemical treatments of the fibers. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 43(8), 1338-1346. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2012.03.006>
- [16] Dhawade, P. P., Raman, & Jagtap, N. (2012). Characterization of the glass transition temperature of chitosan and its oligomers by temperature modulated differential scanning calorimetry. *Advances in Applied Science Research*, 3(3), 0-0.
- [17] Ratto, J., Hatakeyama, T., & Blumstein, R. B. (1995). Differential scanning calorimetry investigation of phase transitions in water/ chitosan systems. *Polymer*, 36(15), 2915-2919. [https://doi.org/10.1016/0032-3861\(95\)94340-Y](https://doi.org/10.1016/0032-3861(95)94340-Y)
- [18] Oberlinter, A., Bajić, M., Kalčíková, G., Likozar, B., & Novak, U. (2021). Biodegradability study of active chitosan biopolymer films enriched with Quercus polyphenol extract in different soil types. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101318. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101318>
- [19] Melro, E., Antunes, F. E., da Silva, G. J., Cruz, I., Ramos, P. E., Carvalho, F., & Alves, L. (2021). Chitosan Films in Food Applications. Tuning Film Properties by Changing Acidic Dissolution Conditions. *Polymers*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/polym13010001>
- [20] Vásquez Erazo, E., Vásquez Álvarez, J. S., & Vásquez Álvarez, J. (2016). Marketing deontológico: Herramienta para la sostenibilidad ambiental. *Industrial Data*, 19(1), 117-124. Redalyc.
- [21] Morris, T. (2022, abril 19). *Green Consumerism: Who Cares About The Environment?* GWI. <https://blog.gwi.com/trends/green-consumerism/>
- [22] DECLARATORIA de vigencia de la Norma Mexicana NMX-E-273-NYCE-2019., Diario Oficial de la Federación (2006). <https://doi.org/10.1787/9789264070066-en>
- [23] *Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or*

Industrial Facilities. (s. f.). Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://www.astm.org/d6400-22.html>
 [24] Gutiérrez Andrade, O. W. (2009). BASES PARA UN PLAN DE MARKETING URBANO. PERSPECTIVAS. *PERSPECTIVAS*, 23, 179-188. Redalyc.

ROLES DE CONTRIBUCIONES

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Irasema Lilian Mancillas Álvarez, Gonzalo Santos López
Curación de datos	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Gonzalo Santos López
Metodología	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Miguel C. Gutiérrez, Osmín Josué López Gómez, Gonzalo Santos López
Administración del proyecto	Gonzalo Santos López
Recursos	Gonzalo Santos López
Supervisión	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Gonzalo Santos López
Validación	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Gonzalo Santos López
Visualización	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Miguel C. Gutiérrez, Gonzalo Santos López
Redacción	Irasema Lilian Mancillas-Álvarez, Miguel C. Gutiérrez, Gonzalo Santos López



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.