

MÉTODO Y MATERIAL COMPUESTO BIODEGRADABLE A PARTIR DE COLÁGENO BOVINO Y CÁSCARA DE HUEVO COMO SUSTITUTO DE POLÍMEROS PLÁSTICOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS FLEXIBLES Y SEMIPERMEABLES DE CORTO CICLO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con el campo de los materiales compuestos, en especial, con materiales compuestos biodegradables que involucran en su composición insumos provenientes de la industria de alimentos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

EL PVC (policloruro de vinilo) es un material resultante de la combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). En diferentes tipos de industrial, su uso se se da a gran escala, dada la versatilidad del material.

El PVC si bien es el plástico con menos dependencia del petróleo, la contaminación que produce su uso es abrumadora, teniendo en cuenta que, además de la evidente contaminación física derivada de la disposición final de empaques y de materiales termoplásticos en general, produce otro tipo de contaminación, si bien otra más sutil, no por ello menos letal, esto es, la contaminación química producida por trozos diminutos de plástico y moléculas que se desprenden de este material.

Las consecuencias que ocasionan estos objetos que se convierten en desechos, cada vez son más comunes entre los territorios donde se empieza a reconocer “la urgencia de la crisis medio ambiental que enfrenta el planeta en la actualidad, generada por la actividad descontrolada y alineada a sistemas de vida no sostenibles del ser humano, que resultan en la alta producción de desechos, la extinción de diferentes especies de vida y con esto la destrucción de los ecosistemas” (Spratt, D., & Dunlop, I. 2019) [1]. Esta situación permite el planteamiento de otros puntos de vista que establecen el desarrollo de materialidades responsables con los objetos artificiales y los ecosistemas.

Ahora bien, en los proyectos de diseño, los materiales son los encargados de concretar las ideas que se convierten en objetos, mediante procesos de producción serializada. En los últimos años se ha generado un nuevo enfoque que presenta una relación diferente entre el diseño, el material y los procesos de producción.

Este enfoque plantea la combinación de las tecnologías digitales y los procesos artesanales, permitiendo la experimentación personalizada para la obtención de materiales de bajo costo y procesos de fabricación accesibles según el contexto y las necesidades del proyecto.

- 5 Un ejemplo del referido enfoque es el concepto Do – It - Yourself materials (DIY materials) que propone la democratización de las tecnologías para la transformación de los materiales y la desaceleración de la producción masiva para darle lugar a la experimentación (Karana, 2014) [2].

- 10 Desde el contexto internacional, este enfoque ha permitido el desarrollo de proyectos de diseño con nuevos materiales biodegradables, entre ellos los recipientes Biotrem diseñados por Jerzy Wysocki, desde Polonia, presentando una nueva alternativa para el consumo de alimentos. Estos recipientes están fabricados a partir de salvado de trigo natural [3] www.biotrem.eu

15

A su vez, la diseñadora industrial y antropóloga Diane Leclair Bisson, Montreal, Canadá, ha planteado el término “Food as material” [4] www.dianeclairbisson.com donde los alimentos son considerados materiales para la producción de objetos comestibles que contribuyen a reducir los desperdicios. En su proyecto “Taste No

20 Waste” desarrolla recipientes comestibles con un material a base de cebolla.

Otro punto de vista importante hace referencia a la experiencia que genera la ingesta del objeto materializado con alimentos. Esto permite la exploración de las características morfológicas entendidas como la geometría, las dimensiones, el

25 color y la textura del objeto comestible.

El proyecto “Edible Surfaces” diseñado por Pinakistudios, Hungría [5] www.pinakistudios.com/edible-surfaces/ presenta el chocolate como material comestible para generar geometrías que hacen referencia a los pliegues de papel, estos se materializan mediante moldes que forman los ángulos y las superficies.

- 30 Respecto a la intervención del color y las características organolépticas, el diseñador Omer Polak interviene la masa de trigo con pigmentos extraídos de frutas y verduras en su proyecto “Blow Dough” [6] www.omerpolak.com/blow-dough para Jerusalem design week donde se materializan esferas comestibles que se inflan y se cocinan a través de aire caliente.

35

Desde el contexto local, la industria que se encarga del desarrollo de objetos con corto ciclo de vida como los objetos desechables y los empaques, ha empezado a explorar nuevas alternativas para procesar materiales a partir de almidones, caña de azúcar y papel obteniendo objetos que se degradan en escenarios de

40 compostaje como lo hace la empresa Uman, www.uman.eco [7]

Otro ejemplo, es la empresa Cascara Tech www.cascara.tech/pages/cascara [8] que fundamenta sus procesos de conceptualización en la cascara de los alimentos explicando que esta es un empaque natural y desde allí desarrollan objetos biodegradables a partir de materiales y procesos naturales.

Estos enlaces entre los alimentos como posibles materiales biodegradables y los procesos de producción experimentales ofrecen oportunidades para el desarrollo de productos con materiales comestibles que reducen el impacto ambiental y abren el panorama para el desarrollo de nuevos proyectos de diseño.

En este contexto, la presente invención aporta una solución que involucra el comentado enfoque, la cual, revela un material compuesto desarrollado a partir de insumos provenientes de alimentos, con el propósito de aportar soluciones a las problemáticas medioambientales que ocasionan los objetos fabricados con polímeros no reciclables y/o materiales no biodegradables, una vez cumplen su ciclo de vida.

A su vez, resulta pertinente resaltar que el método de obtención del biomaterial puede ser implementado en cualquier cocina convencional doméstica, donde a través de los fenómenos fisicoquímicos, se obtiene el biomaterial, evidenciando accesibilidad y democratización de los procesos de producción.

OBJETOS DE LA INVENCION

En un primer objeto, la presente invención revela un material compuesto que reemplaza el empleo de polímeros plásticos en el desarrollo de productos flexibles y semipermeables de corto ciclo, cuya composición se basa en productos naturales comestibles, no contaminantes y biodegradables, respetuoso con los ecosistemas.

El material compuesto se basa en colágeno bovino con un recubrimiento de cáscara de huevo.

En un segundo objeto, la presente invención divulga el método de obtención del material compuesto que reemplaza el empleo de polímeros plásticos en el desarrollo de productos flexibles y semipermeables de corto ciclo, cuya composición se basa en productos naturales comestibles.

Los objetos anteriormente descritos, al igual que los objetos adicionales a que hubiere lugar, serán expuestos al detalle y con la suficiencia necesaria en el capítulo descriptivo que se divulga a continuación, el cual constituirá el fundamento del capítulo reivindicatorio.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención surge como respuesta a la necesidad de proveer soluciones para disminuir el impacto ambiental derivado del uso a gran escala de polímeros plásticos.

La descripción de la realización de la presente invención no pretende limitar su alcance, sino servir como un ejemplo particular de la misma. Se espera que una persona versada en la materia comprenda que las modalidades equivalentes no se apartan del espíritu y alcance de la presente invención en su forma más amplia.

La presente invención revela un material compuesto basado en cáscara de huevo, colágeno bovino y un polialcohol.

La cáscara de huevo empleada en la presente invención corresponde a los residuos que surgen de la preparación de alimentos. El término "cáscara de huevo" empleado en la presente descripción corresponde al mismo término generalmente empleado para designar a la parte dura externa de un huevo. Particularmente, la cáscara de huevo empleada en la presente invención corresponde a cáscara de huevos de gallina.

La cáscara de huevo se limpia con abundante agua, se tritura y tamiza para obtener un grano uniforme.

El colágeno bovino empleado en la presente invención corresponde a las presentaciones comerciales disponibles en el mercado. Este insumo se presenta en polvo fino incoloro e inodoro el cual es obtenido a partir de la hidrólisis de los huesos y la piel. Generalmente, el colágeno bovino se utiliza en la elaboración de alimentos.

El polialcohol empleado en la presente invención corresponde a las presentaciones comerciales que oferta el mercado. Este insumo es un alcohol vegetal que se presenta en un líquido viscoso incoloro e inodoro y de sabor dulce. Se utiliza en la elaboración de alimentos y en productos farmacéuticos o de cuidado personal.

La cáscara de huevo pulverizada se encuentra presente en el material compuesto de la invención entre 30% y 40%. La proteína proveniente del colágeno bovino se encuentra presente en el material compuesto de la invención entre 30% y 40%. El polialcohol se encuentra presente en el material compuesto de la invención entre 40% y 20%.

En la modalidad preferida de la invención, polialcohol presenta una cadena carbonada de tres átomos de carbono y tres grupos hidroxilos ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$).

- 5 En un segundo objeto, la presente invención divulga el método de obtención de un material compuesto a partir de cáscara de huevo pulverizada, colágeno bovino y un polialcohol que comprende las etapas de:
- Hidratar colágeno bovino en polvo en agua, a razón de 25g de colágeno
 - 10 bovino por litro de agua;
 - mezclar entre 60°C a 80 °C, preferiblemente durante 10 minutos;
 - agregar cáscara de huevo pulverizada;
 - adicionar el polialcohol como plastificante.
 - vaciar la mezcla obtenida en un recipiente. En la modalidad preferida de la
 - 15 invención, el recipiente es plano con recubrimiento antiadherente.
 - Secar a temperatura ambiente, entre 17°C y 28°C, preferiblemente durante 48 horas.
 - Realizar el desmolde, preferiblemente manual;
 - obtener una lámina del material con las características de la preforma, es
 - 20 decir, las características del molde o recipiente antiadherente.

La mezcla revelada por la presente invención se configura como un material flexible que, dependiendo del calibre y su morfología, resulta aplicable en el desarrollo y diseño de objetos y productos con características térmicas y semipermeables,

25 gracias al aporte de las características propias de la cáscara de huevo.

La cascara de huevo es un biomaterial con nutrientes esenciales como potasio, magnesio, zinc, calcio entre otros. Este último se reconoce como carbonato de calcio que cuenta con características de semipermeabilidad y térmicas propias de la función biológica de la cáscara.

30 Al ser un material fácil de moldear a partir de una mezcla densa, se presentan oportunidades para el desarrollo de objetos flexibles y semiestructurados como marcos de gafas para niños, membranas térmicas o contenedores de un solo uso. Para todos los casos mencionados, los objetos una vez cumplen su ciclo de vida, se pueden compostar para emplear como abono natural.

35 Dentro de las características morfológicas macroscópicas se encuentra que la mezcla del biomaterial, al vaciarse en las preformas (molde), replican no solo las formas, sino también las texturas generadas en los moldes.

Lo anterior, abre posibilidades para la exploración y generación de nuevos patrones de texturas que aportan a la función y a la estética del material. Además, el

biomaterial objeto de la invención permite la adición de colorantes naturales o artificiales, logrando tonalidades homogéneas que varían según la cantidad empleada.

5 A su vez, las láminas del biomaterial obtenido pueden ser cortadas o penetradas a partir de herramientas cortopunzantes.

En una modalidad de realización de la invención, se incluye una etapa de corte a partir de un rayo láser de CO₂ empleando una potencia de 70w y una velocidad de 20mm/Seg.

10 En este mismo sentido, desde las características organolépticas del biomaterial, se presentan oportunidades para saborizar y aromatizar con el propósito de aumentar las posibilidades de su ingesta, tanto humana como animal.

Características morfológicas por Microscopia Electrónica de Barrido

15 Para conocer la morfología del material compuesto, se inspeccionó el material con el microscopio electrónico de barrido por sus siglas en inglés (SEM) para obtener imágenes a 50X, 1.000X, 5.000X y 10.000x. Se observa la topografía de la matriz y el refuerzo (cascara de huevo molida y matriz). En la superficie se observan algunas grietas que posiblemente fueron generadas al momento de realizar el proceso de desmolde de las probetas, tal como se puede observar en la Figura 1.

20 En la Figura 1C, se observa que la matriz y la carga no posee una buena interfaz, pues hay espacios vacíos que no favorecen unión entre los componentes, esto se evidencia en las bajas propiedades mecánicas del material frente al comportamiento de la matriz sin refuerzo alguno.

25 Caracterización de Propiedades mecánicas

Para realizar la caracterización de las propiedades mecánicas del material, se empleó la norma técnica ASTM D638 que corresponde a las pruebas de tensión en polímeros.

30 El tipo de probeta empleada para los ensayos fue el tipo I. El modelo de máquina empleada para los ensayos de tensión es: Shimadsu AGX, la velocidad del ensayo es de 5mm/min, la temperatura fue 23°C y la humedad de 50 +/- 10 HR.

35 Los resultados de las pruebas fueron los siguientes: el módulo elástico del material es de 5,62 N/mm², el punto de fluencia de 0,73 MPa, resistencia a la tracción de 1,03 N/mm², punto de rotura de 1,01 N/mm², Resiliencia de 0,02 MPa y tenacidad a la fractura de 0,21 MPa, tal como se puede observar en la Figura 2 (gráfica de Esfuerzo Deformación).

Biodegradación

Se realizaron 2 pruebas de biodegradación del material. La primera hace referencia a enterrar el material para que entre en contacto con la tierra. La segunda hace referencia a sumergir el material para que entre en contacto con el agua.

5

Al introducir el biopolímero bajo suelo húmedo controlado, este tarda entre 4 y 5 semanas, aproximadamente, en degradarse completamente. A las 48 horas presenta hidratación del colágeno bovino el cual absorbe la humedad aumentando el tamaño de la muestra.

10

En la segunda semana se separa el polvo de la cáscara de huevo y se identifica la presencia de insectos y hongos. Finalmente se desintegra completamente el material.

15

Al sumergir el biopolímero en agua a una temperatura entre 17°C y 20°C, este tarda entre 3 y 4 semanas, aproximadamente, en separar el polvo de la cascara de huevo y el colágeno bovino. A las 48 horas presenta hidratación del colágeno. Luego, se separa el polvo de la cáscara de huevo desintegrando el material.

20

Como consecuencia de la obtención del biomaterial, se presenta la posibilidad de desarrollar exploraciones morfológicas a partir de las variaciones en las preformas, demostrando que las mezclas no solo son fáciles de formar, sino que también adquieren las características morfológicas del molde.

25

Por otra parte, la flexibilidad del material, en forma laminar, permite la obtención de volumetrías a través de dobleces, cortes e incisiones según el diseño de la forma.

30

Respecto al método, la obtención del biomaterial comestible y biodegradable de la invención plantea un escenario para resignificar los residuos provenientes de los alimentos. Además, propone un proceso de producción accesible y democratizado.

35

El material revelado por la presente invención presenta un comportamiento similar a los polímeros. Lo anterior, permite diferentes aplicaciones que pueden reemplazar, en cierta medida, objetos elaborados en materiales a base de petróleo.

En estas condiciones, la presente invención evidencia que los alimentos y sus desperdicios pueden convertirse en insumo para el desarrollo de materiales comestibles y/o biodegradables que permitan el diseño de objetos que proponen nuevas relaciones con la cultura material y la producción industrial.

40

Para un mejor entendimiento de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva un capítulo de Figuras, las cuales, se describen a continuación:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS.

Figura 1. Muestra una toma de microscopia electrónica de barrido (SEM). En estas imágenes se evidencian la interfaz entre la matriz y el refuerzo de cáscara de huevo.

5 Aumento (a) 50X (b) 250X (c)1000X y (d)10000X.

Figura 2. Muestra las gráficas de las Curvas de Esfuerzo (N/mm^2) vs. Deformación (mm/mm) de material obtenido mediante la conversión de datos de la curva de FUERZA (N) vs. Desplazamiento (mm) según norma ASTM D638.

10

Figura 3. Muestra una fotografía de un producto flexible (gafas) fabricado a partir del material obtenido mediante el método divulgado en la presente invención.

Figura 4. Muestra una fotografía de un producto semipermeable (empaquete)
15 fabricado a partir del material obtenido mediante el método divulgado en la presente invención.

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el
20 espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

25

30

Referencias

- 5 [1] D. Spratt, I. Dunlop, (2019). "Riesgo de seguridad relacionado con el clima existencial: análisis de un escenario hipotético", Melbourne, Australia: Breakthrough National Center for Climate Restoration.
- [2] V. Rognoli, M. Bianchini, S. Maffei & E. Karana, (2015). "DIY materials".
- [3] J. Wysocki, Biotrem, Biotrem. (2017) www.biotrem.eu.
- 10 [4] D. Leclair Bisson, 3-Bite Spoon, Tast. No Waste. (2017).
www.dianeclairbisson.com.
- [5] E. Vanderleeuw, Leslie Spande, Edible surfaces, Pinakistudios, Edible Surfaces. (2017). <https://www.pinakistudios.com/edible-surfaces/>.
- [6] O. Polak, Blow Dough, Blow Dough. (2014). www.omerpolak.com/blow.
- 15 [7] Uman. (2022). www.uman.eco.
- [8] Cascara Tech. (2022). www.cascara.tech/pages/cascara.

20

25