



UNIVERSIDAD EAN

ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DE UN BIOMATERIAL DE CÁSCARA DE HUEVO

AUTORES

**NATHALIA BELTRÁN RAMÍREZ, INGENIERÍA QUÍMICA.
YENNY GONZÁLEZ FINO, INGENIERÍA QUÍMICA
LADY JOHANNA HERNÁNDEZ GÓMEZ, INGENIERÍA QUÍMICA.**

PROFESORA

LILIANA MARGARITA MEZA BUELVAS

**FACULTAD DE INGENIERÍA
BOGOTÁ, 2021**

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	4
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
2.1 Antecedentes del problema.....	6
2.2 Preguntas de Investigación	7
3. OBJETIVOS.....	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. MARCO TEÓRICO	10
5.1 La Economía Circular como base para desarrollo de nuevos productos	25
6. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.....	31
7. DISEÑO DE INGENIERÍA APLICADA	33
7.1 Prototipo.....	33
7.2 Análisis Financiero	38
8. CONCLUSIONES	42
9. REFERENCIAS	43
10. ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proporción Países productores de huevo y estimado de desperdicio de su cascara.....	10
Tabla 2 Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo.....	11
Tabla 3 Comparación nutricional de 2 tipos de cáscara de huevo.....	14
Tabla 4 Prototipos experimentales.....	33
Tabla 5 Normatividad aplicable.....	35
Tabla 6 Inversión Inicial.....	38
Tabla 7 La propiedad planta y equipo comprende:.....	38
Tabla 8 Precio de venta.....	39
Tabla 9 Indicadores Financieros.....	40

1. RESUMEN

En este estudio se realiza el análisis de diferentes investigaciones sobre el aprovechamiento de la cascara de huevo en diferentes campos, su composición, y se desarrolla una alternativa de aprovechamiento de este residuo para la creación de un producto biodegradable y ecológico mediante la aplicación de principios de química verde y economía circular. Se consultaron varias fuentes para hacer el análisis respectivo de cada estudio, de allí informarse y ampliar la perspectiva para el diseño del producto elaborado con la cascara de huevo, se realizaron diferentes pruebas donde a través del método de ensayo y error se logró determinar que el prototipo más adecuado es el realizado con cascara de huevo y alginato de sodio grado alimenticio, se desarrolla un estudio de costos para determinar la viabilidad de producción.

Los resultados obtenidos experimentalmente indican las posibilidades de producir un plato biodegradable cuya mayor composición sea la cascara de huevo, opuesto a lo que indica el estudio económico.

Palabras Clave: cascara de huevo, biodegradable, economía circular, prototipo.

ABSTRACT

In this study, the analysis of different investigations on the use of the eggshell in different fields, its composition, is carried out, and an alternative for the use of this residue is developed for the creation of a biodegradable and ecological product through the application of principles of green chemistry and circular economy. Several sources were consulted to make the respective analysis of each study, to obtain information and broaden the perspective for the design of the product made with the eggshell, different tests were carried out where through the trial and error method it was possible to determine that the most suitable prototype is the one made with eggshell and food grade sodium alginate, a cost analysis is developed to determine the viability of production.

The results obtained experimentally indicate the possibilities of producing a biodegradable dish whose highest composition is the eggshell, contrary to what the economic study indicates.

Keywords: eggshell, biodegradable, circular economy, prototype.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Antecedentes del problema

La población mundial se está expandiendo a un ritmo exponencial cada año, por lo cual existe una gran demanda de alimentos y energía para satisfacer las necesidades de la sociedad. La rápida urbanización combinada con un lento progreso en el desarrollo y estrategias de gestión ambiental ineficaces conduce a la acumulación de residuos de alimentos, planteando graves problemas ambientales para los cuales hoy en día existen muy pocas opciones para abordarlos. No es suficiente con tomar medidas preventivas para reducir la generación de residuos alimenticios sino también es necesario abordar el desperdicio existente y convertir los desechos en bienes útiles para el desarrollo sostenible. Entre estos desperdicios alimenticios se encuentra la cáscara de huevo, considerada como residuo a pesar de ser un subproducto con un alto valor agregado. (Ravingran & Jaiswall, 2015).

En los últimos 30 años la producción de huevo ha crecido más del 150 % (FAO, 2020). Una mayor producción de huevo generará desechos de dichas cáscaras en mayor cantidad que comúnmente se eliminan en los vertederos. Dichos residuos han sido catalogados como el decimoquinto problema de contaminación de la industria alimentaria por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Se considera una fuente importante de contaminación ambiental cuando no se desechan adecuadamente, lo que provoca peligros para la salud a largo plazo debido al crecimiento de hogos, además de atraer ratas y otros vectores. (Waheed et al, 2020)

Las industrias de procesamiento de huevos generan anualmente grandes cantidades de desechos de cáscara. Su disposición inapropiada conduce a la pérdida de ingresos potenciales, a graves peligros para la salud y contaminación ambiental. Por lo tanto, su utilización eficiente es necesaria para una mejor gestión de los residuos y para resolver el problema de su impacto ambiental. (Jain & Kumar, 2016)

El desarrollo sostenible y el logro de un buen equilibrio ecológico deben garantizarse mediante lo que puede denominarse gestión integrada de residuos donde la preservación del medio ambiente esté estrechamente vinculada con las actividades de producción industrial, con el enfoque de las industrias en el ahorro de materiales y energía y al mismo tiempo, el mantenimiento de estándares específicos para procesos y productos. (Dr.Premamoy Ghosh, 2011)

Los plásticos de un solo uso se suelen utilizar en diferentes industrias como envases plásticos, e incluyendo artículos como cubiertos, botellas, recipientes, pitillos, etc., destinados a un uso único para luego ser descartados. Por su naturaleza, la producción de plástico depende en gran medida de hidrocarburos fósiles, que son recursos no renovables, y aunque todavía no es certero, algunos estudios sugieren que tardan cientos de años en descomponerse, contaminando el suelo y el agua, y presentan considerables peligros de ingesta, asfixia y enredo de la vida silvestre.

Por tanto, todas las iniciativas que busquen mitigar su impacto ambiental, tales como concientización, estrategias de reducción, procesos de recuperación e investigación de nuevos materiales, hoy por hoy se constituyen como una necesidad y está consagrada en los objetivos de desarrollo sostenible.

2.2 Preguntas de Investigación

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el presente trabajo busca responder los siguientes interrogantes:

- ¿Cómo se pueden aprovechar las cáscaras de huevo?
- ¿Qué importancia tiene la gestión de residuos de cáscara de huevo para mitigar el impacto ambiental?
- ¿Qué productos se pueden elaborar con la cáscara de huevo?

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar alternativas de aprovechamiento de residuos de cascara de huevo de la industria avícola para la elaboración de productos con valor agregado, generando nuevas rutas de tratamiento para la elaboración de productos, soportando el proceso en principios de química verde.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar e identificar las propiedades de la cáscara de huevo, componentes adheridos y otros que puedan afectar su integridad, evidenciando los métodos y procesos de reaprovechamiento parcial o total en otras cadenas productivas.
- Describir los procesos de recuperación del residuo mencionado anteriormente, los procesos físicos y químicos convencionales y procesos verdes, identificando atributos variables de proceso más relevantes.
- Plantear un diagrama de proceso que describa las condiciones de operación, las variables de desarrollo y los conceptos de química verde para la recuperación de cáscara de huevo como componente fundamental.
- Presentar el estudio para la elaboración de un producto con valor agregado a partir del material recuperado.

4. JUSTIFICACIÓN

Con el paso del tiempo, las investigaciones acerca de las propiedades de la cáscara de huevo en distintas áreas como la medicina, la cosmética, la ingeniería y muchas otras han ido en aumento con excelentes resultados, aunque en la actualidad sigue siendo un residuo que se genera en cantidades abundantes sin el aprovechamiento necesario.

En relación con los resultados que se han logrado en los diferentes campos es factible encontrar oportunidades de utilización de estos residuos para contribuir con el medio ambiente, diseñando procesos y modelos de negocio con estrategias de economía circular, extendiendo el valor de los recursos que usualmente se desperdician para convertirlos en productos de valor.

Así mismo con la utilización de estas estrategias se diseñará una propuesta de valor para el presente trabajo enfocada en explorar la utilidad de la cáscara de huevo, para aprovecharla y generar un producto que sea atractivo para los clientes, centrado en mitigar el impacto ambiental, disminuyendo el consumo de plástico de un solo uso.

5. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, los huevos de gallina son uno de los recursos alimentarios más importantes en el marco de la alimentación mundial, ya que son una fuente importante de nutrientes esenciales para la dieta humana aportando proteínas, vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y oligoelementos como el hierro y el zinc. Los huevos son utilizados en grandes volúmenes en gran variedad de industrias para fabricar y procesar alimentos como fuente de nutrición, generando volúmenes elevados de cáscaras de huevo. De acuerdo con datos obtenidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) China es el mayor productor de huevo de gallina a nivel mundial. (Waheed et al., 2019).

Una mayor producción de huevo generará desechos de cáscara de huevo en mayor proporción que regularmente se desechan en los vertederos, ocasionando graves problemas ambientales. En la Tabla 1 se indican los principales países productores de huevo con su desperdicio estimado de cáscara de huevo. (Waheed et al; 2020)

Tabla 1 Proporción Países productores de huevo y estimado de desperdicio de su cascara.

País	Producción de huevos (mil millones)	% de participación en la producción mundial de huevos	Peros de la cáscara de huevo (g)
China	458	48,94	41,22-54,96
Estados Unidos	109	11,65	9,81-13,08
India	95	10,15	8,55-11,4
México	57,4	6,13	5,17-6,89
Brasil	53	5,66	4,77-6,36
Rusia	44	4,70	3,96-5,28
Japón	43,8	4,68	3,94-5,26
Indonesia	38	4,06	3,42-4,56
Turquía	19,6	2,09	1,76-2,55
Total	935,8	99,98≈100	84,22-112,3

Fuente: Waheed, M et. Al., 2020.

El huevo de gallina contiene aproximadamente un 58% de albumina, 32% de yema y 10% de cáscara en peso, el 96 % del material de la cáscara es inorgánico y el 4% orgánico (Geiger et al; 1974).

La cáscara de huevo ha sido moldeada a través de la evolución para resistir los desafíos físicos y patógenos del entorno externo, al tiempo que satisface las necesidades metabólicas y nutricionales del embrión en desarrollo, regulando el intercambio de gas y agua, sirviendo como depósito de calcio. Se considera que el huevo aviar es el más avanzado en vertebrados ovíparos, siendo la cáscara una biocerámica compleja que regula el intercambio de gases metabólicos y agua, mientras sus propiedades están adaptadas al entorno de una especie determinada. (Hincke et al., 2012). En la Tabla 2 se presenta la composición del huevo en materia seca.

Tabla 2. Proporción y porcentaje de materia seca de los componentes del huevo.

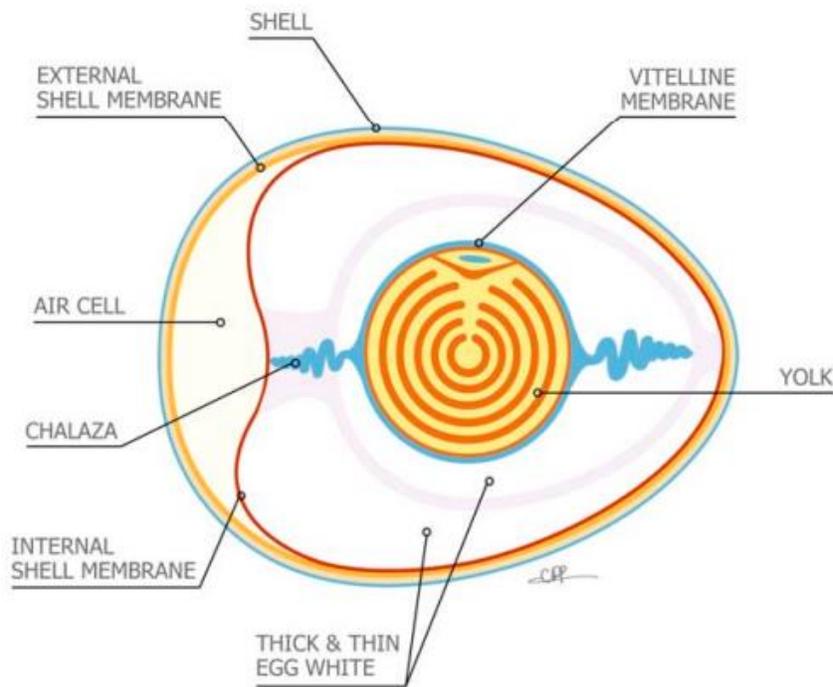
Componente	% sobre huevo total		% de materia seca	
	Media	Rango	Media	Rango
Cáscara	9,1	7,8-13,6	99,0	-
Membrana de la cáscara	0,4	-	-	-
Albumen	61,5	53,1-68,9	11,5	8,5-14,5
Líquido externo	15,0	10-60	11,2	-
Espeso	35,0	30-80	12,4	-
Líquido interno	10,0	1-4	13,6	-
Chalazas	1,5	-	15,6	-
Yema	29,0	24,0-35,5	52,5	50,5-56,3
Subtotal partes comestibles	90,5	86,4-92,2	24,5	23,0-26,9

Fuente: Adaptado de Shenstone, 1968 y Sauveur, 1988. Información de: Grobas, S., & Mateos, G. G. (1996).

La cáscara de huevo es un modelo de biomineralización que consiste en materiales cerámicos con propiedades estructurales y mecánicas de biomineralización que consta de dos fases, orgánica y mineral (Rodríguez, Kalin, Nys y García, 2002, p. 396). La fase orgánica está compuesta principalmente por proteínas, lípidos, proteoglicanos y glicoproteínas y constituye alrededor del 3,00 al 3,50 % del peso total de la cáscara. La fase mineral corresponde al 95,00 %, aproximadamente del peso de

la cáscara, esta fase es el resultado del depósito de minerales, entre ellos el calcio, que son secretados en solución por células particulares del organismo de la gallina, los mismos que cristalizan y se estructuran juntos según un plan de construcción definido (Fernández y Arias, 2010, p.1; Lammie, Bain y Wess, 2005, p. 722). En la figura 1 se representa el contenido interior del huevo.

Figura 1. Sección longitudinal para representar el contenido interior de un huevo de gallina.

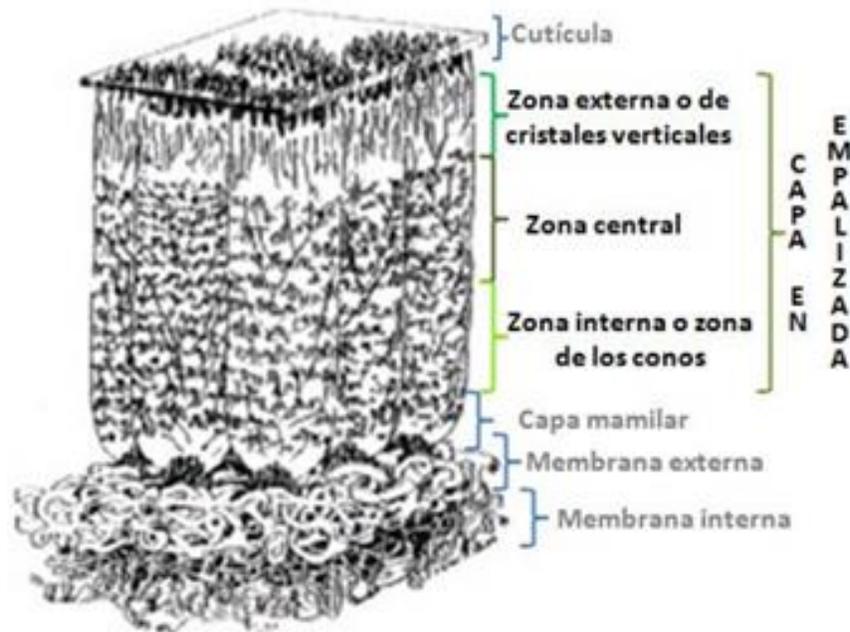


Tomado de: Hincke, M. T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodriguez-Navarro, A. B., & McKee, M. D. (2012).

La cáscara de huevo se puede moler para diversos fines, sin embargo, los principales objetivos abarcan la preparación de biocerámicas y materiales compuestos, la mejora de la capacidad de sorción o simplemente perseguir los cambios provocados por la molienda con posible formación de nano fases. La mayoría de los papeles se incluyen en estos grupos, sin embargo, también se mencionan algunas otras utilidades tales como agente de administración de fármacos, utilización para la preparación de materiales semiconductores.

La cantidad de bolas suele estar estandarizada y recomendada, sin embargo, la mayoría de las veces este parámetro está interconectado con el volumen de la cámara de molienda, ya que estos parámetros deben equilibrarse para obtener el resultado más efectivo. Para la molienda de la cáscara de huevo, el número de bolas puede variar de 4 a 50. (Matej Baláž, 2018).

Figura 2. Esquema de la estructura de la cáscara del huevo.



Tomado de: Fernández y Arias (2010).

Las cáscaras de huevo de gallina es un residuo disponible y abundante, desechado en su mayoría en vertederos sin ningún tratamiento previo, generando riesgos para la salud, contaminación ambiental y desperdicio de recursos. (Murugan, Munusamy e Ismaul, 2017). El residuo mencionado anteriormente se obtiene de plantas de procesamiento de huevos, estaciones de huevos, criaderos de pollos, industrias y hogares en millones de toneladas y se pueden emplear en una gran variedad de campos (Waheed et al., 2019). Además, este residuo constituye el 9 al 12 % del peso total del huevo y se compone principalmente de carbonato de calcio (94 %), con un poco de carbonato de magnesio y fosfato de calcio depositados en la

matriz orgánica, desde el punto químico se compone de agua (2 %) y materia seca (98 %). Contiene calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, azufre, silicio y zinc. La composición nutricional de la cáscara de huevo esta presentada en la tabla 3.

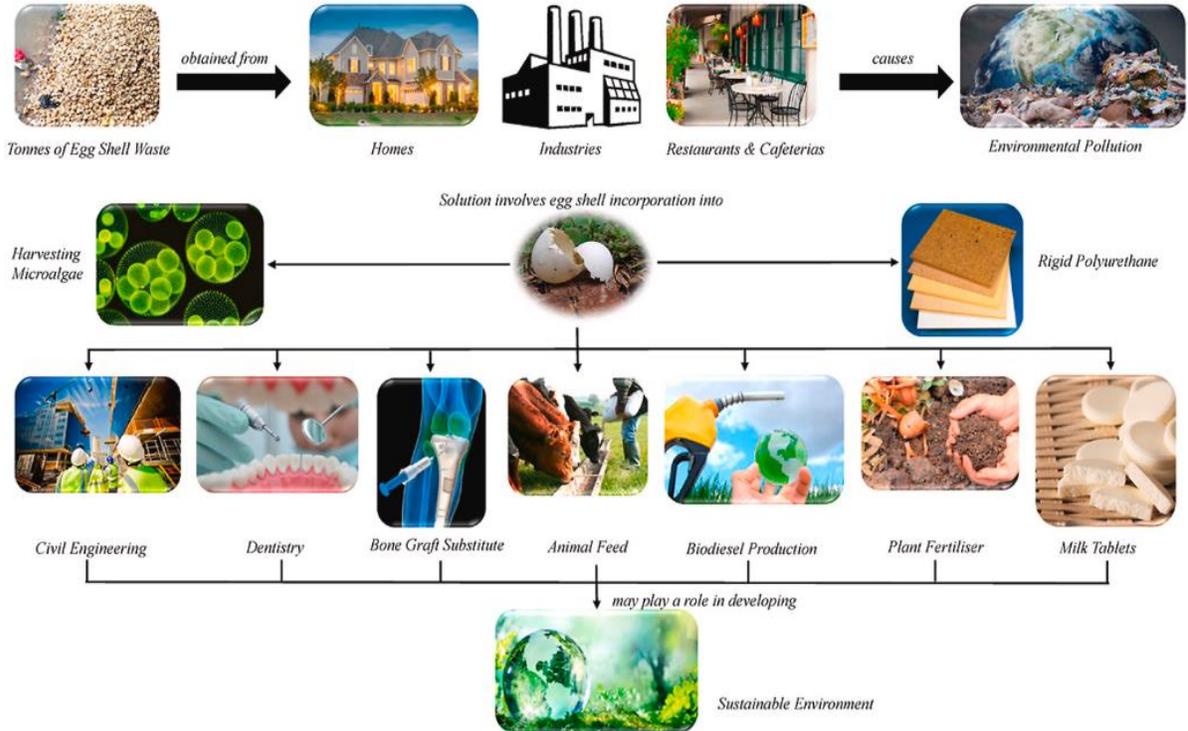
Tabla 3. Comparación nutricional de 2 tipos de cáscara de huevo.

	Polvo de cáscara de huevo blanca	Polvo de cáscara de huevo marrón
Humedad (%)	0,46	0,20
Proteína (%)	3,92	5,04
Ceniza (%)	94,61	94, 28
Calcio (%)	34,12	33,13
Magnesio (%)	0,29	0,36
Fósforo (%)	0,04	0,07
Potasio (%)	0,03	0,04
Sodio (%)	0,05	0,04
Cobre (ppm)	< 1 ppm	< 1 ppm
Hierro (ppm)	22 ppm	< 1 ppm
Manganeso (ppm)	< 1 ppm	< 1 ppm
Zinc (ppm)	< 1 ppm	< 1 ppm

Fuente: Ray, 2017.

La creciente urbanización e industrialización con la generación amplificada de residuos ha causado estragos en el medio ambiente; de ahí que sea necesario tomar medidas que garanticen la seguridad y sostenibilidad del planeta. En la Figura 3 se representan los generadores potenciales del residuo de cáscara de huevo y las aplicaciones que puede tener este desecho para generar una mayor sustentabilidad. La recuperación de productos de valor añadido como la cáscara de huevo permite evaluar las tecnologías de tratamiento de residuos y la gestión de la cadena alimentaria para el desarrollo sostenible del consumo, originando valorización de los residuos y aprovechando las propiedades de productos con características altamente aprovechables. (Kosseva, 2009). La aplicación de residuos de cáscara de huevo como materia prima no solo proporciona una forma rentable y respetuosa con el medio ambiente para la producción de materiales, sino que también hace que el proceso de producción sea totalmente ecológico y económico.

Figura 3. Imagen representativa de generadores y usos de la cáscara de huevo.



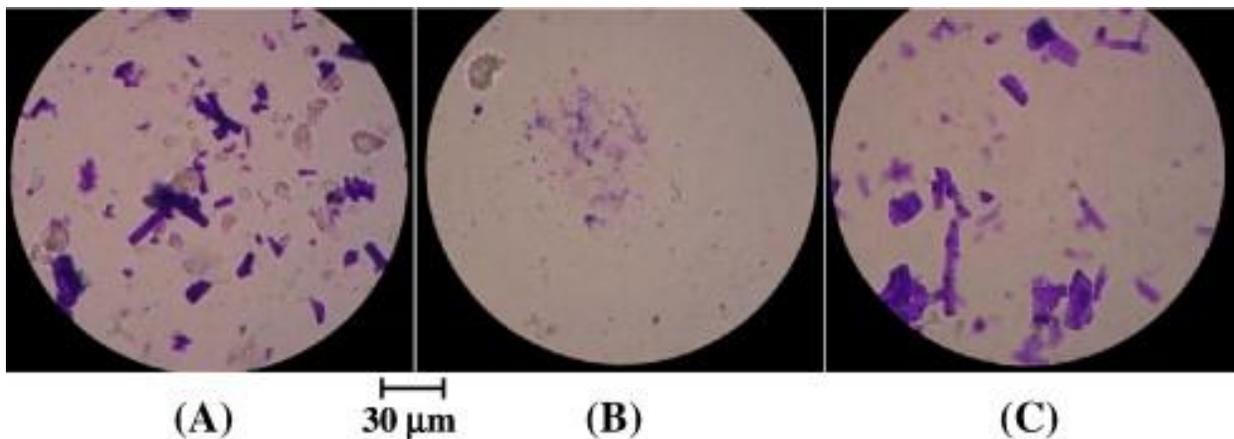
Fuente: Waheed, M., et. Al. (2020).

En el estudio realizado por Cheng, M Et al (2009) el objetivo fue obtener microorganismos y enzimas que descomponen y solubilizan la membrana de cáscara de huevo (ESM) de manera efectiva. Se aislaron una bacteria excelente del suelo agrícola (cepa bacteriana ME-4), identificada como *Pseudomonas aeruginosa* que descompuso la membrana encontrando una potente proteasa capaz de solubilizar ESM en el cultivo del aislado para luego caracterizarlo.

La proteasa se purificó hasta homogeneidad a partir del sobrenadante del cultivo mediante fraccionamiento con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, así como cromatografía en columna de celulosa CM52 y celulosa DE52, con un rendimiento final del 47%. La masa molecular de la enzima fue de 33 kDa. La enzima aislada era una metaloproteasa y fue

fuertemente inhibida por EDTA, *o*-fenantrolina y fósfor almidón. La enzima inhibida por estos reactivos se reactivó en presencia de varios iones metálicos y actuó sobre varias proteínas mostrando una mayor actividad con el colágeno que la colagenasa de *Clostridium histolyticum*. Los resultados de los ensayos con las bibliotecas combinatorias FRETTS revelaron que la enzima prefería Ser en la posición P1 y Lys en la posición P2. También prefirió residuos de aminoácidos hidrófobos en las posiciones P1 'y P2'. La enzima mostró una actividad de solubilización mucho mayor con el sustrato ESM que las enzimas obtenidas comercialmente. La enzima descompuso ESM para producir péptidos solubles en agua, Val-Leu-Pro-Pro y (X) -Val-Pro-Pro, y un aminoácido libre, triptófano.

Figura 4. Descomposición de ESM por el sobrenadante de cultivo de *P. aeruginosa* cepa ME-4.



La ESM y el sobrenadante se incubaron a 30 ° C durante 0 h (A) y 48 h (B). A, las partículas grandes indican MSE no digerido. El ESM coloreado con cristal violeta estaba contaminado con ESM sin color. B, la mayor parte de ESM se descompuso en partículas pequeñas. C, muestra de control sin sobrenadante.

Fuente: Cheng, M., Takenaka, S., Aoki, S., Murakami, S., & Aoki, K. (2009).

Torres, Troncoso, Piaggio, & Hajar, (2010) realizaron un estudio de la membrana de la cáscara de huevo, utilizando un enfoque de ciencia de materiales, logrando modelar con éxito las propiedades mecánicas macroscópicas de una red de biopolímeros a partir de las propiedades de las fibras individuales mediante un simple análisis mecánico. Se encontraron algunas similitudes entre el comportamiento mecánico de este sistema y otros materiales biopoliméricos, como tendones,

moléculas de colágeno y moléculas de ADN. Estos sistemas presentan elasticidad no lineal como resultado de las contribuciones entrópicas y entálpicas de sus moléculas formadoras. A bajos niveles de tensión, el comportamiento mecánico de las redes ESM está dominado por los mecanismos entrópicos de deformación de las moléculas de colágeno presentes en las fibras ESM. A niveles más altos de deformación, tal comportamiento es similar al comportamiento de otras redes de fibra y sólidos celulares. Las pruebas axiales confirmaron la influencia de las condiciones ambientales en el comportamiento mecánico del ESM. Como en el caso de otros biopolímeros estudiados (mejillón byssus, escamas de pescado y seda de araña), en conclusión, ayudaron a dilucidar las propiedades de las redes de biopolímeros que se encuentran en la naturaleza y describe importantes propiedades mecánicas para el uso del ESM como biomaterial.

Teniendo en cuenta las extraordinarias propiedades de la membrana de cascará de huevo (Matej Balaz, 2014) hace una revisión analizando algunas áreas de su aplicación:

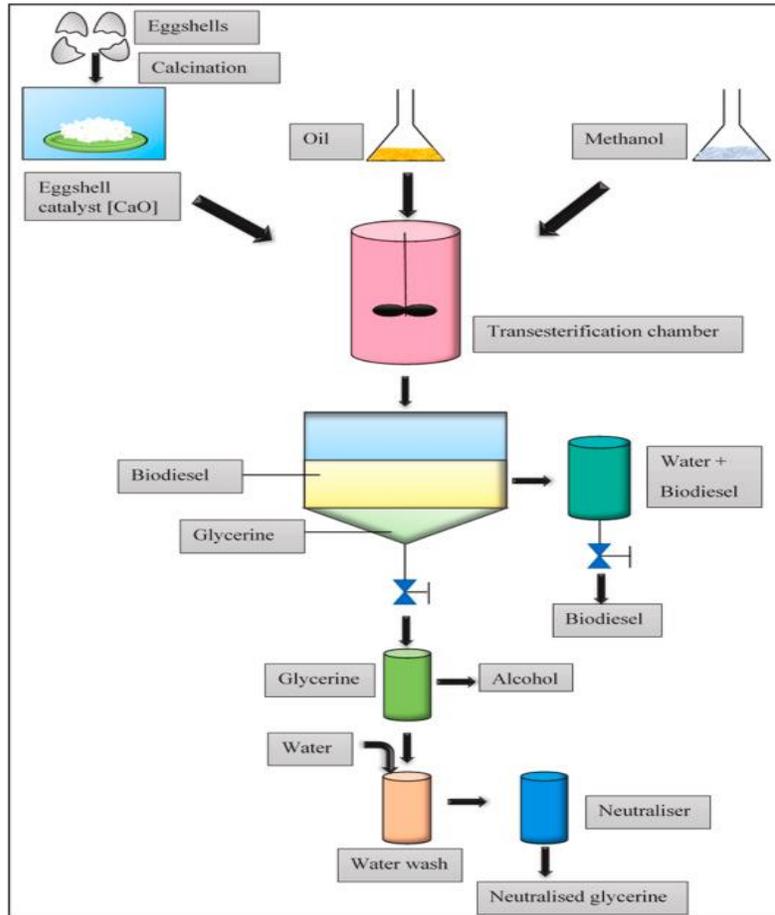
- Como biotemplate para la síntesis de diversas nanopartículas: ya que la membrana presenta una capacidad particular para reducir los metales de sus soluciones al estado elemental (nano partículas de oro, plata, Seleniuro de plomo, sulfuro de plomo y sulfuro de cadmio) entre otros y compuestos binarios utilizando la membrana como plantilla.
- Como sorbente de diversas especies, incluidos iones de metales pesados y tintes orgánicos, sulfonatos y fluoruros.
- Como componente principal de biosensores: usada en aplicaciones de biodetección gracias a su capacidad como biotemplate. Se desarrollaron biosensores para determinar la concentración de glucosa en el suero, biosensor para determinar la cantidad de glucosa en alimentos, para determinación de glucosa restante en muestras de suelo, con el uso de este sensor se puede evaluar y comparar el efecto tóxico de los metales pesados en los microbios del suelo y otros sensores con diferentes aplicaciones.

Teniendo en cuenta las ventajas del biodiesel como combustible, amigable con el medio ambiente por su degradabilidad, baja toxicidad, alto contenido de oxígeno y menos emisiones de escape del motor y de sus propiedades, además de la rentabilidad de fabricación, se han desarrollado estudios para su obtención, a partir de diferentes materias primas como los óxidos de metales alcalinotérreos con un valor de pH elevado. Entre estos óxidos de metales alcalinotérreos, el óxido de calcio es un catalizador de base heterogénea favorable. Para obtener óxido de calcio, se calcinaron cáscaras de huevo, moluscos y ostras, etc., para utilizarlos en la producción de biodiésel (S Niju et al., 2014)

(Kirubakaran & Arul Mozhi Selvan, 2021) investigan la producción de biodiesel a partir de grasa de pollo de desecho usando la cáscara de huevo de gallina para lograr un catalizador de micro cascara de huevo (MEC) y un catalizador de nanocáscara de huevo (NEC). Se implementó la metodología de superficie de respuesta (RSM) para optimizar los factores que influyen en la reacción de transesterificación. Estos catalizadores se sometieron a varias técnicas de caracterización como: Análisis de difracción de rayos X (XRD), Análisis de infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR), Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM), Análisis de microscopio electrónico de transmisión (TEM) Y Análisis de Brunauer – Emmett – Teller (BET) para estudiar el rendimiento catalítico.

La extracción del aceite se realizó por medio de microondas que luego se lavó dos veces con agua caliente para eliminar las sustancias colágenas y se calentó por encima de 100°C para eliminar agua. Se realizó una prueba de índice de acidez en el aceite de pollo crudo y dado que el resultado obtenido indica que no es adecuado para la transesterificación, se procede a realizar la esterificación logrando de esta manera alcanzar el nivel deseado de acidez. Con el aceite esterificado se procede a realizar la transesterificación con nano y microcatalizadores de cáscara de huevo obteniendo un rendimiento máximo de biodiesel del 96,7% y 94,7% respectivamente.

Figura 5. Diagrama esquemático que demuestra la producción de biodiesel utilizando cáscara de huevo como catalizador.



Fuente: Waheed, M., Butt, M. S., Shehzad, A., Adzahan, N. M., Shabbir, M. A., Rasul Suleria, H. A., & Aadil, R. M. (2019).

Las cáscaras de los huevos fueron sometidas a un tratamiento de calcinación-hidratación-deshidratación para obtener CaO con alta actividad. Se evaluó el rendimiento del CaO obtenido del tratamiento de calcinación-hidratación-deshidratación de la cáscara de huevo y del CaO comercial para determinar su actividad catalítica mediante la transesterificación de aceite de fritura residual.

Por otra parte, se estudió el polvo de injerto a base de cáscara de huevo tiene la capacidad de mejorar la formación de hueso nuevo, como lo explican (Salama, Khashaba y El Roubay (2019)

Figura 7. Producción de biodiesel a partir de grasa de pollo de desecho usando la cascara de huevo de gallina para lograr un catalizador de micro cáscara de huevo.



Fuente: Kirubakaran, M., & Arul Mozhi Selvan, V. (2021).

Por su parte (Hossain & Ray, 2019) realizaron un estudio para estimar la viabilidad de la utilización de la cáscara de huevo calcinadas y cenizas de cáscara de arroz, para la producción de tableros de silicato de calcio (CSB) como ingredientes alternativos para disminuir el uso de materias primas vírgenes.

Las muestras de tablero silicato de sodio fueron preparadas a temperatura ambiente por método de curado por su facilidad y económica. Todas las materias primas se mezclaron en condiciones secas durante 20 min, seguido de la adición de agua al 15 % en peso y se mezclaron durante 10 min. La mezcla húmeda se transfirió a moldes de acero engrasados y posteriormente se curaron a temperatura ambiente durante aproximadamente 24 h. El resultado obtenido del CSB se muestra

en la figura 6, el material derivado de desechos muestra una densidad baja, conductividad térmica baja y buena resistencia mecánica.

Figura 6. Imagen de muestras de CSB de diferentes tamaños.



Fuente: Hossain, S. K. S., & Roy, P. K. (2019).

Adicionalmente, los materiales mencionados anteriormente se utilizaron como refuerzo con aluminio. La aleación de aluminio con varias combinaciones de refuerzos se desarrolló mediante varios métodos de fundición por agitación para conocer sus características mecánicas y tribológicas. Aunque en todos los casos la resistencia a la tracción, la dureza y la resistencia a la fatiga mejoraron, la tenacidad se redujo. (Yadav, K. Dwivedi & S. Dwivedi, 2021)

Además, se realizó una investigación utilizando fibra de jacinto de agua, fibra de plátano y polvo de cáscara de huevo como rellenos de biomaterial para el refuerzo del hormigón. Las fórmulas se prepararon mezclando cemento, arena y agregados en una porción de 1:2:4, seguidos de la adición de biocargas (fibra de jacinto de agua, fibra de plátano o polvo de cáscara de huevo) en una proporción en peso de

0,02 o 0,05. Posteriormente, se agregó agua a la mezcla en una proporción de 0,5 en peso, luego se agitó la mezcla durante 5 a 10 min. La suspensión se vertió en moldes de resina o de acero, se curó y se secó a temperatura ambiente durante 24 h y posteriormente se curaron por inmersión en agua durante 7, 14, 21 y 28 días. Más adelante se analizaron todas las muestras y se caracterizaron sus propiedades físicas y mecánicas.

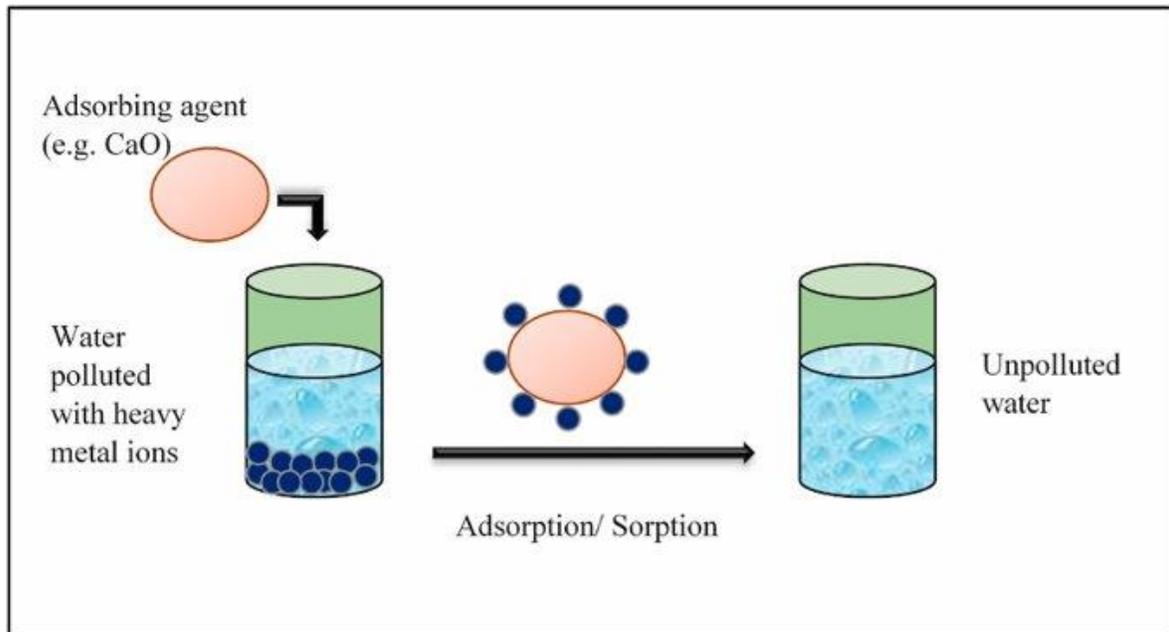
Finalmente se demostró que la adición de polvo de cáscara de huevo es el mejor relleno biológico ya que puede reforzar las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de los materiales, contribuyendo al ahorro de energía, durabilidad y uso prolongado de los compuestos desarrollados. Concluyendo que los materiales de construcción de base biológica proporcionan muchas ventajas incluidas un aislamiento térmico mejorado, propiedades mecánicas notables, ligereza, bajo precio, baja densidad, baja energía requerida para extraer como relleno, respeto al medio ambiente, sostenibilidad y contaminación ambiental reducida. (Niyasom, S., & Tangboriboon, 2021).

Se han adelantado estudios con respecto a la eliminación de metales pesados mediante la adsorción/sorción, encontrando el efecto de los desechos de la cáscara de huevo en la eliminación de contaminantes (metales pesados) de las aguas residuales. Postularon que las cáscaras de huevo son los mejores adsorbentes y proporcionan el mayor rendimiento a un pH neutro, 100 revoluciones por minuto y un tiempo de contacto de 90 minutos. Afirmaron además que, si el tamaño de partícula de la cáscara de huevo se reducía a nano escala, los resultados podrían ser más rentables. Se utilizaron otros desechos domésticos como polvo de cáscara de plátano y calabaza, pero las cáscaras de huevo se consideraron efectivas ya que facilitaban el proceso de filtración (dejaban una solución incolora) (Kanyal y Bhatt, 2015)

Yoo, Hsieh, Zou, & Kokoszka (2009) utilizaron partículas de carbonato de calcio de la cáscara de huevo (ECC) recuperadas como pigmentos de revestimiento para papel de impresión por chorro de tinta. La obtención del ECC se realizó por una

unidad de separación por flotación de aire disuelto (DAF), que recuperó con éxito el 96 % de la membrana y el 99 % de las partículas de ECC.

Figura 8. Eliminación de metales pesados mediante adsorción / sorción.



Fuente: Kanyal y Bhatt, (2015).

La utilización de carbonato de calcio de los residuos de la cáscara de huevo como pigmentos de recubrimiento de bajo costo puede ser quizá la mejor solución que mejora la calidad del papel de impresión y crea un nuevo valor a través del reciclaje de fuentes biológicas. La aplicación de partículas ECC como pigmentos de recubrimiento para papeles de impresión por chorro de tinta mejora la densidad óptica para tonos a base de tintes como cian, magenta y amarillo debido a la fuerte afinidad de los pigmentos de carbonato de calcio, al tiempo que disminuye la densidad de la tinta negra y el brillo del papel estucado.

A su vez, se desarrolló una investigación con el deseo de encontrar un catalizador verde, ecológico, no venenoso y fácilmente disponible para reemplazar el CaO comercial, propiciando un mayor interés en la cáscara de huevo de gallina como un posible catalizador sostenible para la potencial generación de biodiesel.

Este estudio tuvo como objetivo modificar y caracterizar el residuo mencionado anteriormente para obtener más información sobre su comportamiento cuando se somete a diversas técnicas de caracterización.

El polvo de cáscara de huevo de gallina de desecho crudo, hervido y calcinado y se sometió a caracterización buscando obtener un sustituto sostenible, de bajo costo y fácilmente disponible para el catalizador comercial de óxido de calcio (CaO). En este trabajo, el residuo crudo se modificó mediante ebullición y calcinación a 900 ° C durante 3 h con un gran potencial de actividad catalítica, aumentando el área de la superficie, el tamaño de los poros y ayudando a la degradación térmica del CaCO.

(Awogbemi, Inambao, & Onuh, 2020)

En otra investigación se estudió la síntesis de hidroxiapatita natural (HAp) a partir de desechos de cáscaras de huevo mediante una combinación de método de precipitación química y calcinación. Las cáscaras de huevo de gallina se lavaron con agua destilada a 100 °C por 30 min para eliminar impurezas. Luego, el agua destilada se eliminó completamente y las cáscaras de huevo se secaron en el horno a 80 °C durante 30 min, posteriormente se calcinaron a 900 °C durante 1 hora para convertir el CaCO₃ de la cáscara de huevo a CaO antes de someterse al proceso de precipitación química. Se continuó moliendo el material finamente con un mortero y se tamizó para lograr uniformidad en las partículas del polvo. Se agregó 1 M de cáscara de huevo a 50 mL de agua destilada, posteriormente 0,6 M de ácido fosfórico (H₃PO₄) a la solución hasta que el valor de pH se fijó en 8,5.

La mezcla de solución se conservó durante 24 h a temperatura ambiente para permitir que se produjera la precipitación. A continuación, la solución se volvió a agitar durante otros 30 minutos y se dejó durante otras 24 horas para completar el proceso de precipitación. Después, la solución se filtró y se enjuagó con agua destilada durante 2 h antes de secar a 100°C. El precipitado seco se calcinó de nuevo a diversas temperaturas en el horno; 300 ° C, 500 ° C, 700 ° C, 900 ° C y 1100 ° C durante 2 h.

La caracterización de la muestra se realizó mediante difracción de rayos X en polvo (XRD), Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), espectrometría de rayos X de energía dispersiva (EDS) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados de XRD mostraron que 700 ° C era la temperatura de calcinación óptima para HAp.

Como resultado, el estudio mostró que, pudo sintetizarse HAp a partir de los desechos de la cáscara de huevo por medio de la combinación del método de precipitación química y calcinación a una temperatura de calcinación de 700 ° C con una relación Ca / P de 1,67. La HAp sintetizada tiene la estructura de aglomerado irregular con un rango de tamaño de 1 a 27 μm . Además, a más de 700 ° C de temperatura de calcinación, se encontraron las formaciones de HAp / TCP bifásicas. Por lo tanto, la HAp sintetizada de la cáscara de huevo tenía un gran potencial para recuperarse de los desechos de la cáscara de huevo, lo que también puede ayudar a reducir los materiales de desecho en el medio ambiente. (Mohd Pu'ad, N. A. S, Alipal, Abdullah, Idris, & Lee, 2021)

5.1 La Economía Circular como base para desarrollo de nuevos productos

Actualmente, los efectos del modelo productivo y de consumo adoptado hace décadas por la humanidad, se han hecho evidentes, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos y la destrucción de los ecosistemas, son los más destacados y que han configurado como retos a los que debe enfrentarse toda la Comunidad Internacional. El ser humano emplea o extrae, hoy en día, un 50% más de recursos que hace 30 años, aproximadamente 60 millones de toneladas de materias primas al año y si se continúa con las mismas técnicas de fabricación y hábitos de consumo, se estima que para el año 2030 la extracción de recursos podría incrementarse hasta 100 millones. (Belda Hériz, I. 2018).

El modelo de producción y consumo que se ha venido desarrollando tradicionalmente, responde a un sistema lineal en el que los recursos naturales son extraídos, ya sea para ser transformados en bienes, los cuales son vendidos para

ser usados durante un periodo de tiempo determinado, y finalmente, acaban siendo desechados en un vertedero, generando grandes cantidades de residuos. (Belda Hériz, I. 2018). Estos desafíos son de naturaleza holística y conciernen tanto a los actores económicos como a los responsables de la formulación de políticas. (Stahel, Walter R. 2019)

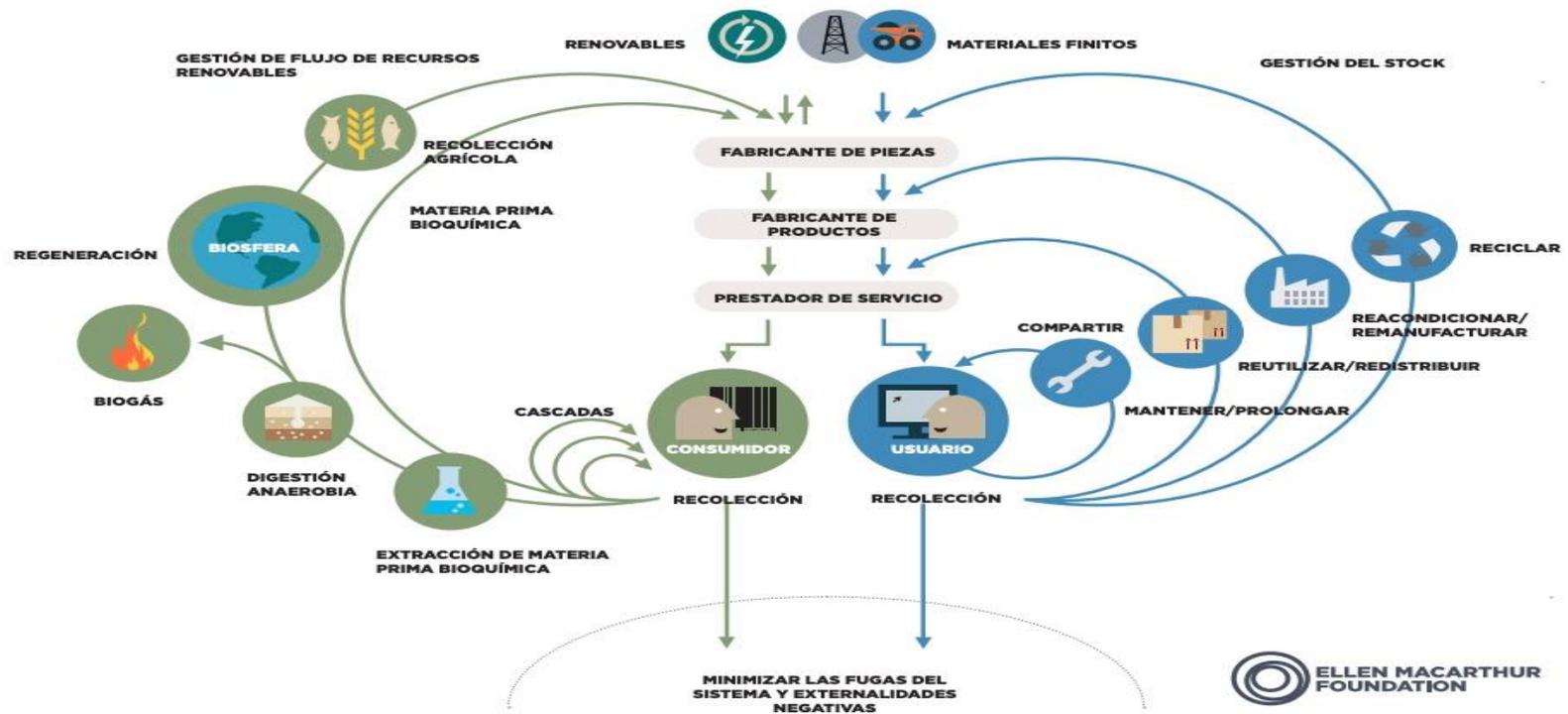
Durante el siglo XX la producción de recursos aumentó diez veces. Hace diez años había dos mil novecientos millones de residentes urbanos, que generaban 0.64 kg de residuos sólidos municipales (RSM) por persona al día (6.8 toneladas año), tal como refleja el informe del Banco Mundial *What Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, de 2012.

Este mismo informe estima que, para dicha fecha (2012), se había incrementado en tres millones urbanos de residentes, que generaban 1.2 kg por persona al día (1.3 Millones de toneladas año), lo que ha supuesto un aumento de más del 91%. Se prevé que el costo anual de la gestión de residuos sólidos aumentará de los 205 mil millones de dólares actualmente a 375 mil millones. De esta forma, desde hace un tiempo, en el seno de las Organizaciones Internacionales se están buscando alternativas para poder hacer frente a estos retos y, entre todas las exploradas, parece ser que la respuesta más efectiva radica en el fenómeno que se conoce con el nombre de “economía circular”, la cual pretende migrar del modelo lineal de usar y tirar por uno que imite o se asemeje, lo más posible, al sistema circular, que presenta el ciclo biológico en la naturaleza, de manera que se optimice la utilización de los recursos y se disminuyan los residuos, es decir no solo busca ampliar su vida útil si no consiguiendo que, tanto esta como una vez se acabe, sirvan para generar nuevos productos (de igual manera que la planta contribuye a crear nuevas plantas y nuevos organismos), para que así no se haga necesario extraer grandes cantidades de recursos naturales, sino emplear aquellos que ya fueron una vez utilizados o extraídos. A continuación, en la Figura 9 se muestra el diagrama del sistema de economía circular (Belda Hériz, I. 2018).

En septiembre de 2015 los países del mundo adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y fijaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible. (Pérez Martell, R.2019). No obstante, este concepto ya se venía acuñando desde los años 70, surgiendo en aquella época las grandes escuelas de pensamiento en relación con esta materia, aunque hasta los años 90 no empezaron a desarrollarse plenamente, por lo que es un concepto relativamente nuevo. A partir de esto, los ambientalistas ya no se preocupan solo por la conservación, si no que la destrucción de los ecosistemas y la constatación de escasez de recursos pasaron a ocupar un primer plano.

Figura 9. Diagrama del Sistema Economía Circular. Fundación Ellen MacArthur 2019

FIGURA 3: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR



Fuente: Fundación Ellen MacArthur. (02 de 2019).

El objetivo de la economía circular es mantener los valores y gestionar las existencias de los activos, desde los naturales, culturales, humanos, manufacturados hasta los financieros. Las personas en la economía circular de la escasez están impulsadas por la necesidad, no necesitan otra motivación, y es el modelo de negocio de economía postindustrial más sostenible disponible. (Stahel, Walter R. 2019)

La economía circular es un conjunto de teorías, de sistemas y de elementos que pretenden cambiar y revolucionar el modelo económico actual, una filosofía económica, una tendencia que permite ser abordada de muy diversas maneras y de diferentes ámbitos.

- Performance Economy: Economía del rendimiento
- Regenerative Design: Diseño regenerativo
- Cradle to Cradle: De la cuna a la cuna
- Industrial Ecology: Ecología industrial
- Biomimicry: Biomímesis, innovación inspirada en la naturaleza
- Blue Economy: Economía azul
- Natural Capitalism: Capitalismo natural
- La Ellen MacArthur Foundation y la Fundación para la economía circular: Los principios y las características de la economía circular.
- Overfished Ocean Strategy: La estrategia del océano esquilado
- Las nuevas tecnologías y la economía circular (Belda Hériz, I. 2018).

La industria de los empaques biodegradables y verdes continúa realizando progresos notables en el desarrollo de nuevos materiales o procesos que cumplan con las demandas de los consumidores en una sociedad más sustentable. Las innovaciones se enmarcan en el uso de desechos de otras industrias, procesos con menor huella de carbono y el reciclaje de productos amigables con el medio ambiente. Economía y ecología se encuentran en modelos de negocio sostenibles

porque la prevención de residuos es también una prevención de pérdidas económicas y de recursos. (Stahel, Walter R. 2019)

La ecología industrial es el estudio objetivo y multidisciplinario de los sistemas industriales y económicos y sus vínculos con los sistemas naturales fundamentales, en los últimos años, el término de ecología industrial ha evolucionado desde un término interesante para mediciones del medio ambiente en la industria a un campo de estudio que apunta a la renovación industrial, organizacional, económica y tecnológica de la sociedad industrial, consolidándose así como una disciplina en crecimiento. (Bocken, et al, 2016)

La producción más limpia es relevante para reducir las emisiones, los desechos y los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. Si un producto se diseña favoreciendo el reciclaje combinado con incentivos económicos, existe un alto potencial para cerrar los bucles de materiales.

El ecodiseño, por otro lado, es una estrategia eficaz para promover la ecoeficiencia de las empresas y puede ser una práctica de eco innovación útil para la economía circular, ya que integra el costo, el rendimiento, la calidad y los atributos ambientales de un producto al integrar los aspectos ambientales en el proceso de diseño de ingeniería de producto. (Saavedra, Iritani, Pavan, Aldo, Ometto, 2018)

6. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Dadas las políticas ambientales y los avances tecnológicos que a través del tiempo permiten que cada día se promuevan más y mejores alternativas de consumo que sean amigables con el medio ambiente como la RSE, ODS, y la normatividad que regula y controla el consumo y producción de plásticos de un solo uso y teniendo en cuenta que las cáscaras de huevo de gallina son un residuo disponible y abundante, que se configura como un subproducto altamente aprovechable, la línea base de investigación de este proyecto radica en explorar sus componentes, sus principales alternativas de uso como la elaboración de platos biodegradables hechos a base de cascara de huevo como componente principal.

La responsabilidad social empresarial (RSE) se ha convertido en tendencia en las empresas en los últimos años con el objetivo de que sus operaciones sean sustentables en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses de los distintos grupos con los que se relaciona y buscando la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras y aunque es un concepto que permite que coexistan varias definiciones, no es claro como una empresa pueda ponerla en práctica. La adecuada implementación de la RSE conduce al logro de ventajas empresariales y medioambientales con el beneficio común.

Así mismo, Las Naciones Unidas establecieron los objetivos de Desarrollo Sostenible con la finalidad de poner fin a la pobreza, proteger el planeta y promover la paz y la prosperidad entre las naciones. De estos objetivos resaltamos los siguientes:

Objetivo 8. Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.

Adicionalmente se estipula la Ley 99 de 1993 por medio de la cual se incluye el concepto de desarrollo sostenible que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

La ley No 2019 tiene por objeto establecer medidas tendientes a la reducción de la producción, el consumo y disposición final de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional; regular un régimen de transición para reemplazarlos progresivamente por alternativas reutilizables, biodegradables u otras cuya degradación no genere contaminación.

La Resolución 683 de 2012 establece que las industrias productoras de materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas deben regirse por las buenas prácticas de fabricación para asegurar el cumplimiento de los requisitos sanitarios y la prevención de contaminaciones que pongan en riesgo los alimentos y las bebidas.

Sin embargo, a pesar de que existan algunas normativas no hay suficiente información y regulaciones para materiales fabricados a partir de desechos de la industria, que indiquen las condiciones y características deben tener dichos productos.

De modo que los plásticos convencionales son ampliamente utilizados por su practicidad, utilidad y bajo costo. Debido a esto es importante implementar soluciones que generen las mismas ventajas a los consumidores con un enfoque hacia el cuidado del medio ambiente, mediante la implementación de nuevas tecnologías y la incursión de nuevos materiales, con precios que sean considerablemente competitivos en el mercado.

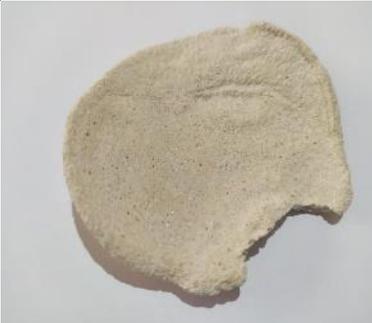
7. DISEÑO DE INGENIERÍA APLICADA

Luego de realizar un estudio investigativo empezamos la construcción del prototipo que nos permite por medio de diferentes pruebas y metodologías de ensayo y error determinar los materiales adecuados para la elaboración del producto final; en la Tabla 4 se presenta el trabajo realizado con los diferentes prototipos.

7.1 Prototipo

Tabla 4. Prototipos experimentales

#	Prototipo	Composición	Características
1		40 g de polvo de cáscara de huevo 5 mL de glicerina 7,5 mL de vinagre 30 mL de agua 20 g de almidón	El producto tiene buena apariencia, no se percibe ningún olor, su textura es agradable y presenta buena resistencia al momento de manipularse.
2		35 g polvo de cáscara de huevo 5 mL glicerina 30 mL de agua 20 g de almidón 5 mL de vinagre 5 g de Ácido esteárico	Este producto presenta buena textura, el color es agradable a la vista; con el inconveniente que es muy frágil por tanto es poco maleable
3		35 g de polvo de cáscara de huevo 10 mL glicerina 30 mL de agua 20 g almidón 5 mL vinagre	El producto presenta buena apariencia, es agradable al tacto y no genera ningún olor, con la desventaja de que es muy frágil, al momento de secarse se evidencian grietas y cuando se manipula se parte fácilmente.

4		<p>10 mL de vinagre 15 g de polvo de cáscara de huevo 200 mL de agua 4 g de alginato de sodio grado alimenticio</p>	<p>El producto contiene buenas características, inicialmente es más flexible y con el tiempo adquiere mayor rigidez, su apariencia es muy agradable, no produce ningún olor, su resistencia es muy buena y no presenta fisuras.</p>
5		<p>20 g de polvo de cáscara de huevo 200 mL de agua 4 g de alginato de sodio grado alimenticio</p>	<p>El producto aporta buenas propiedades, tiene buena apariencia, pero se deforma al momento de secar, su textura es granulada, no genera ningún olor y presenta buena resistencia.</p>
6		<p>Alginato dental 10grs Agua 30 ml Polvo de cascara de huevo 20grs</p>	<p>Olor agradable Textura adecuada para su uso *este prototipo fue elaborado como referencia para comparar con el prototipo definitivo.</p>

Igualmente, debido a la importancia de los empaques para alimentos es necesario buscar las características idóneas del producto, sustentadas en la normatividad y regulaciones internacionales que estos productos exigen como se describe en la Tabla 5.

Es necesario ofrecer garantías y seguridad en los envases o recipientes elaborados a base de cascara de huevo, que cumplan con las características de inocuidad, que no constituyan un riesgo para la salud del consumidor. Además de distintas pruebas requeridas como: resistencia, humedad, biodegradabilidad, densidad, capacidad de absorción, desintegración de materiales, compostabilidad.

De acuerdo con los requerimientos aplicables a envases biodegradables para uso alimenticio y al alcance que queremos lograr, se desarrollan diferentes pruebas buscando el producto con características más óptimas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos se determinó como prototipo final el número 4 debido a que presentó las mejores propiedades respecto a resistencia, aspecto físico y maleabilidad, con interés de llegar a la fase de elaboración del producto definitivo.

Tabla 5. Normatividad aplicable

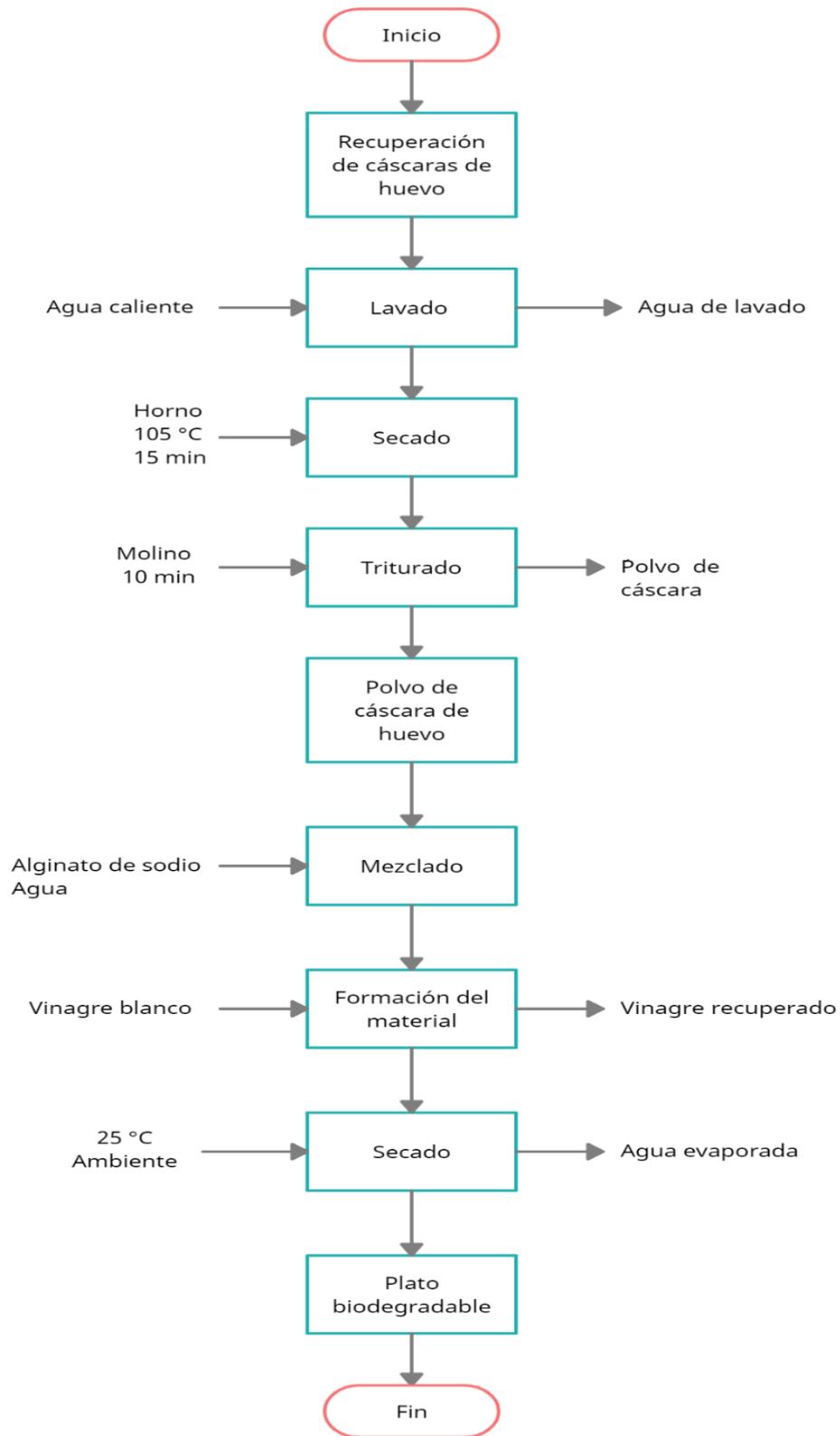
Norma	Alcance
ASTM D792-20	Establece métodos de ensayo para la determinación de la gravedad específica y la densidad de los plásticos sólidos en formas como láminas, varillas, tubos o artículos moldeados.
ASTM D6400-19	Esta especificación abarca plásticos y productos elaborados con plásticos diseñados para ser compostados en condiciones aeróbicas en instalaciones de compostaje aeróbico municipal e industrial, donde se logran condiciones termófilas. Esta especificación pretende establecer los requisitos para el etiquetado de materiales y productos, incluidos los envases hechos de plásticos, como "compostables en instalaciones de compostaje municipales e industriales aeróbicos".
ASTM D570-98	Dispone un método de ensayo para la determinación de la tasa relativa de absorción de agua por plásticos cuando se sumergen. Este método de ensayo está destinado a las pruebas de todo tipo de plásticos, incluidos los productos resinosos fundidos, moldeados en caliente y moldeados en frío, y los plásticos homogéneos y laminados en forma de varilla y tubo y en láminas de 0,13 mm o superiores en espesor.
ISO 20200:2015	Especifica un método para determinar el grado de desintegración de los materiales plásticos cuando se expone a un entorno de compostaje a escala de laboratorio. El método no es aplicable a la determinación de la biodegradabilidad de los materiales plásticos en condiciones de compostaje. Es necesario realizar más pruebas para poder reclamar la compostabilidad.
ISO 17088:2021	Esta norma internacional especifica los procedimientos y requisitos para los plásticos y los productos hechos de plásticos, que son adecuados para la recuperación a través del reciclaje orgánico. Se abordan aspectos como: desintegración durante el compostaje, biodegradación aeróbica definitiva, no hay efectos adversos del compost en los organismos terrestres y control de los constituyentes.
NTC 5991:2014	Norma técnica que especifica los requisitos y procedimientos para determinar la compostabilidad y el tratamiento anaerobio de los envases o embalajes y materiales de envase o embalaje.
NTC 5023:2001	Esta norma específica los materiales y las buenas prácticas de manufactura de compuestos y artículos para contacto con alimentos y bebidas y usos derivados, de tal forma que, en las condiciones normalizadas o previsibles de empleo, no presenten migración hacia los alimentos o bebidas y que puedan representar peligro a la salud humana u ocasionar la modificación

	inaceptable de la composición de los alimentos o bebidas o una alteración de las características organolépticos de estos.
ASTM D6954	Esta guía proporciona un marco o hoja de ruta para comparar y clasificar las tasas de laboratorio controladas de degradación y grado de pérdidas físicas de los polímeros por procesos térmicos y de fotooxidación, así como la biodegradación y los impactos ecológicos en aplicaciones definidas y entornos de eliminación después de la degradación.
ASTM G7	Esta norma abarca los procedimientos a seguir para la exposición directa de materiales no metálicos al medio ambiente.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se elaboró un plato utilizando el procedimiento que se muestra en la Figura 10, las cáscaras de huevo utilizadas en el proceso se obtuvieron mediante el desecho generado en los hogares.

Adicionalmente se desarrolló un proceso mediante la implementación de objetivos de química verde para la obtención de un producto sostenible.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso



7.2 Análisis Financiero

El proyecto no posee activos totales mayores a 500 SMMLV, y no supera los 10 trabajadores, por lo cual la para efectos de proyecciones económicas y financieras se clasifica dentro del Grupo 3 para la Adopción de las NIIF, por lo cual se presentan de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 2706 de 2012, modificado por el decreto 3019 de 2013.

Para el análisis financiero se utilizó, el simulador financiero usado en la unidad de Emprendimiento de la Universidad EAN, el cual fue desarrollado para obtener una evaluación financiera base de un modelo de negocio o proyecto, consta de una proyección de ventas y premisas, infraestructura y gastos, inversión total y financiación, estados financieros y resultados de la simulación. Como línea de tiempo se consideraron 5 años, se plantea un financiamiento del 58 % del total de la inversión requerida.

Tabla 6 Inversión Inicial

	INVERSIÓN INICIAL
TERRENOS	\$ -
PROPIEDAD PLANTA Y EQUIPO	\$ 23.859.131,10
MUEBLES Y ENSERES	\$ 5.000.000,00
EQUIPO DE OFICINA	\$ 5.000.000,00
EQUIPO DE TRANSPORTE	\$ -
FRANQUICIAS	\$ -
PATENTES /INV en INTANGIBLES	\$ -
GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	\$ 10.000.000,00
TOTAL INVERSIONES	\$ 43.859.131,10

Tabla 7.La propiedad planta y equipo comprende:

CANTIDAD	ITEM	VALOR UNITARIO	IVA 19%	TOTAL COP
1	TANQUE EN ACERO INOXIDABLE 1000 L	6.722.690	1.277.311	8.000.001
1	El Molino Centrifugado Simple – MCS 280 (5HP) es el molino de martillos industrial más pequeño de fabricación de Molinos Vieira.	7.000.000	1.330.000	8.330.000
1	Horno a 105 °C FCS 150-02 Temperatura Máx. 150 °C Volumen 1,5 m3 Potencial 15 kW	5.500.000	1.045.000	6.545.000
1	Balanza Industrial * 1,000 Kg	827.000	157.130	984.130
				23.859.131

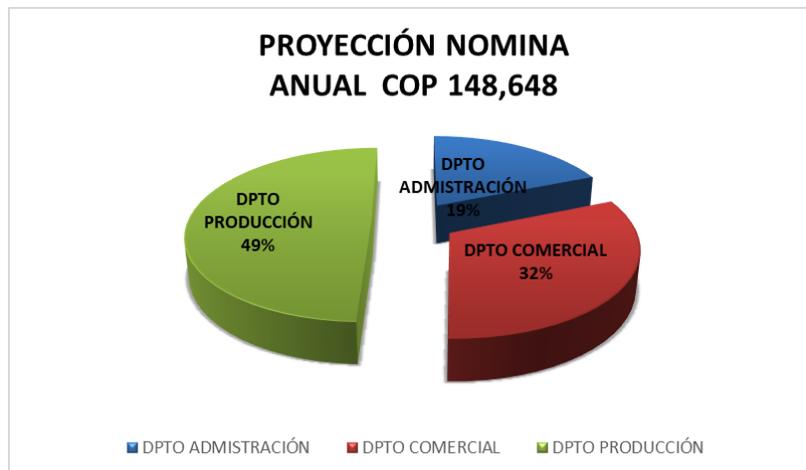
Los gastos de puesta en marcha comprenden los permisos y demás licencias.

TOTAL INVERSIONES \$ 43.859.131,10

CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO INICIAL

	MESES		VALOR
COSTOS OPERATIVOS	2,0	\$	111.143.666,67
NÓMINAS	2,0	\$	24.774.666,67
MARKETING MIX	2,0	\$	-
GASTOS FIJOS	2,0	\$	12.483.333,33
TOTAL		\$	148.401.666,67
TOTAL INVERSIÓN		\$	192.260.797,77
APORTE DE LOS EMPRENDEDORES		\$	80.000.000,00
PRÉSTAMO A SOLICITAR		\$	112.260.797,77

Se estipula 2 meses para el cálculo del capital de trabajo inicial.



Expresado en millones de pesos

Tabla 8. Precio de venta

LLAVE DE REPARTO \$ 700.000

COSTOS ANUAL	<i>Estimación proyectada COP</i>
MATERIA PRIMA	\$ 589.372.000
MANO DE OBRA	\$ 73.490.000
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	\$ 4.000.000
	\$ 666.862.000

DETALLE DE MATERIA PRIMA	PRESENTACIÓN (Kg)	PRECIO COP (Kg)	Cantidad proyectada (Kg)	Estimación proyectada COP
ACIDO ACETICO FOOD GRADE	30	\$ 4.000	7.343	\$ 29.372.000
ALGINATO DE SODIO FOOD GRA	25	\$ 200.000	2.800	\$ 560.000.000
				\$ 589.372.000

COSTO TOTAL \$ 814.720.000

COSTO UNITARIO \$ 953

PRECIO DE VENTA \$ 1.334

MCU \$ 381

El precio mínimo de venta por unidad corresponde a COP 1.344.

Evaluación financiera y punto de equilibrio:

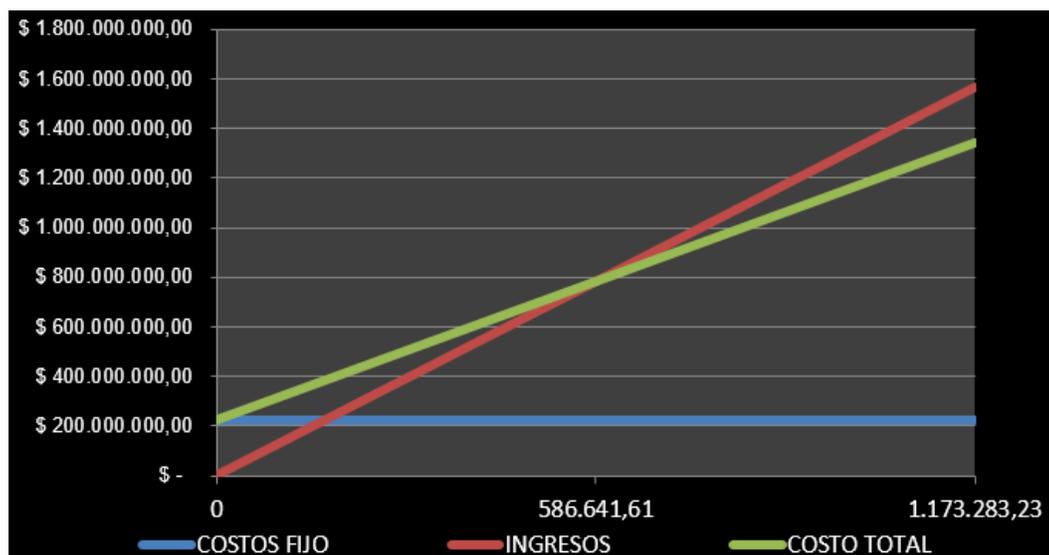
La tasa mínima de rentabilidad (TMR) esperada por los inversionistas corresponde a 25%.

Tabla 9. Indicadores Financieros

FLUJO DE CAJA DE PROYECTO	INVERSION ANO 0	2021	2022	2023	2024	2025
	-\$192.260.797,77	\$14.036.783,74	\$87.349.226,05	\$144.008.036,94	\$215.866.855,32	\$306.510.487,38

VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO =	\$ 137.460.669,26
TASA INTERNA DE RETORNO =	45,63%

PERIODO DE RECUPERACIÓN:	2,92 AÑOS
--------------------------	-----------



Punto de equilibrio: La cantidad de unidades a producir y a vender, de manera que los ingresos obtenidos cubran en su totalidad los costos incurridos, teniendo, en consecuencia, una utilidad igual a cero. (Alvarado Verdín, V. M.2016).

Para el proyecto el punto de equilibrio corresponde a 586.642 Unidades.

8. CONCLUSIONES

- La evidencia de los estudios realizados permite determinar la importancia y el sin número de posibilidades del manejo adecuado de la cascara de huevo en diferentes campos de la industria, ampliando las posibilidades de creación de nuevos productos que contribuyan a preservar el medio ambiente.
- En cuanto a las regulaciones y normatividad aplicable, se evidenció que a nivel nacional hay limitada información que permita obtener un marco legal que se deba acatar para las diferentes características del material.
- Se obtuvo luego de varias pruebas un plato biodegradable con algunas de las características y los requerimientos que la norma exige, con su respectivo diagrama de proceso, condiciones de operación y las variables que allí intervienen.
- De acuerdo con los indicadores financieros, se puede inferir que la migración de las tecnologías de producción convencionales, a los lineamientos de una producción limpia y ambientalmente sostenible es una etapa compleja, debido a los bajos niveles de precio, que siguen siendo determinantes para para la puesta en marcha de un proyecto.

9. REFERENCIAS

- Alvarado Verdín, V. M. (2016). Ingeniería de costos. Grupo Editorial Patria. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaeaan/titulos/40454>
- Awogbemi, O., Inambao, F., & Onuh, E. I. (2020). Modification and characterization of chicken eggshell for possible catalytic applications. *Heliyon*, 6(10), e05283. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05283>
- Baláž, M. (2014). Eggshell membrane biomaterial as a platform for applications in materials science. *Acta Biomaterialia*, 10(9), 3827-3843. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2014.03.020>
- Baláž, M. (2018). Ball milling of eggshell waste as a green and sustainable approach: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 256, 256-275. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2018.04.001>
- Belda Hériz, I. (2018). Economía circular: Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible. Madrid, España: Editorial Tébar Flores. Recuperado de: <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaeaan/titulos/51998>
- Cheng, M., Takenaka, S., Aoki, S., Murakami, S., & Aoki, K. (2009). Purification and characterization of an eggshell membrane decomposing protease from *Pseudomonas aeruginosa* strain ME-4. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 107(4), 373–378. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2008.12.010>
- Dr Premamoy Ghosh, Ph. D. (2011). *Polymer science and technology: Plastics, rubbers, blends and composites, third edition* (Third Edition ed.). ew York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto: McGraw-Hill Education. Recuperado de: <https://www-accessengineeringlibrary-com.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/content/book/9780070707047>
- Fernández, M., & Arias, J. (2000). La cáscara del huevo: Un modelo de biomineralización. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 20(2). Consultado de <https://monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/5017/4901>
- Fundación Ellen MacArthur. (02 de 2019). *Fundación Ellen MacArthur*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistemico>
- Geiger GS, Maclaury OW, Quigley GO, Rollins FO, Sc hano EA, Talmadge OW. (1974). *Sciencestudies in poultry biology*. *Poultry Sci.g*, 455-503.
- Hincke, M. T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodriguez-Navarro, A. B., & McKee, M. D. (2012). The eggshell: Structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, 17(1), 1266-1280. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22201802>
- Hossain, S. K. S., & Roy, P. K. (2019). Development of sustainable calcium silicate board: Utilization of different solid wastes. *Boletín De La Sociedad Española De Cerámica Y*

Vidrio (1983), 58(6), 274-284. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2019.06.003>

Jain, S., & Anal, A. K. (2016). Optimization of extraction of functional protein hydrolysates from chicken eggshell membrane (ESM) by ultrasonic assisted extraction (UAE) and enzymatic hydrolysis. *Food Science & Technology*, 69, 295-302. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.057>

Kanyal y Bhatt, (2015) M. Kanyal. Eliminación de metales pesados del agua (Cu y Pb) utilizando residuos domésticos como adsorbente. *Revista de biorremediación y biodegradación*, 6 (2015), págs. 1 - 6

Kirubakaran, M., & Arul Mozhi Selvan, V. (2021). Experimental investigation on the effects of micro eggshell and nano-eggshell catalysts on biodiesel optimization from waste chicken fat. *Bioresource Technology Reports*, 14. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100658>

Kosseva, M. (2009). Chapter 3 processing of food wastes. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 57-136. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58003-5](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58003-5)

Lammie, D., Bain, M. M., & Wess, T. J. (2005). Microfocus X-ray scattering investigations of eggshell nanotexture. *Journal of synchrotron radiation*, 12(6), 721-726. Recuperado de: <https://scripts.iucr.org/cgi-bin/paper?kv5014>

Mohd Pu'ad, N. A. S, Alipal, J., Abdullah, H. Z., Idris, M. I., & Lee, T. C. (2021). Synthesis of eggshell derived hydroxyapatite via chemical precipitation and calcination method. *Materials Today: Proceedings*, 42, 172-177. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.276>

Murugan, S., Munusamy, Y., & Ismail, H. (2017). *Effects of chicken eggshell filler size on the processing, mechanical and thermal properties of PVC matrix composite* Informa UK Limited. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/14658011.2016.126021>

Niyasom, S., & Tangboriboon, N. (2021). Development of biomaterial fillers using eggshells, water hyacinth fibers, and banana fibers for green concrete construction. *Construction & Building Materials*, 283. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122627>

Niju, S., Meera, K. M., Begum, S., & Anantharaman, N. (2014). Modification of egg shell and its application in biodiesel production. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18(5), 702-706. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319610314000441>

Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2015). Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in Biotechnology (Regular Ed.)*, 34(1), 58-69. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26645658/>

Ray, S. (Apr 2017). Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes.

- A. Rodriguez-Navarro, O. Kalin, Y. Nys & J.M. Garcia-Ruiz (2002) Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages, *British Poultry Science*, 43:3, 395-403, Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/00071660120103675>
- Salama, R., Khashaba, M., & El-Rouby, D. (2019). Histomorphometric evaluation of a nano-sized eggshell-containing supplement as a natural alloplast: An animal study. *Saudi Dental Journal*, Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/332065905_Histomorphometric_Evaluation_of_a_Nano-sized_Eggshell_containing_Supplement_as_a_Natural_Alloplast_An_Animal_study
- S. Grobas y G.G. Mateos (1996). *Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo*. Universidad Politécnica de Madrid.. Recuperado de : https://www.researchgate.net/profile/Gonzalo-Mateos/publication/28180440_Influencia_de_la_nutricion_sobre_la_composicion_nutricional_del_huevo/links/02bfe51119a187a4c7000000/Influencia-de-la-nutricion-sobre-la-composicion-nutricional-del-huevo.pdf
- The circular economy. A user's guide* (2019). (1st Edition ed.). London: Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780429259203/circular-economy-walter-stahel-ellen-macarthur>
- Torres, F. G., Troncoso, O. P., Piaggio, F., & Hajar, A. (2010). Structure–property relationships of a biopolymer network: The eggshell membrane. *Acta Biomaterialia*, 6(9), 3687-3693. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.03.014>
- Waheed, M., Butt, M. S., Shehzad, A., Adzahan, N. M., Shabbir, M. A., Rasul Suleria, H. A., & Aadil, R. M. (2019). Eggshell calcium: A cheap alternative to expensive supplements. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 219-230. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.021>
- Waheed, M., Yousaf, M., Shehzad, A., Inam-Ur-Raheem, M., Khan, M. K. I., Khan, M. R., . . . Aadil, R. M. (2020). Channelling eggshell waste to valuable and utilizable products: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 78-90. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.009>
- Yadav, R., Dwivedi, V. K., & Dwivedi, S. P. (2021). Eggshell and rice husk ash utilization as reinforcement in development of composite material: A review. *Materials Today: Proceedings*, 43, 426-433. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.717>
- Yoo, S., Hsieh, J. S., Zou, P., & Kokoszka, J. (2009). Utilization of calcium carbonate particles from eggshell waste as coating pigments for ink-jet printing paper. *Bioresource Technology*, 100(24), 6416-6421. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.112>

Bocken, N. M. P., De Pauw, I., Bakker, C., & Van Der Grinten, B. (2016). *Product design and business model strategies for a circular economy* Informa UK Limited. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21681015.2016.1172124>

Yovana M.B. Saavedra, Diego R. Iritani, Ana L.R. Pavan, Aldo R. Ometto, (2018) Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy, *Journal of Cleaner Production*, Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617321728>

10. ANEXOS

Ficha Técnica Ácido Acético Food Grade. Proveedor Protokimica SAS.

	FICHA TÉCNICA	Código: GT-F-40
	Versión: 02	Fecha: 27/09/2014
		Página: 1 de 1
Número de Revisión: 001 Declaración de Fecha de Revisión: 06/08/2018		
TÍTULO: ÁCIDO ACÉTICO FOOD GRADE 99%		

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre químico: Ácido etanoico.

Otros nombres: Ácido etílico, ácido metan carboxílicos, ácido piro leñoso, ácido vinagre.

Fórmula Química o Componentes: C₂H₄O₂

CAS: 64-19-7

UN: 2789

Calidad: FG (Food Grade)

Descripción: Líquido incoloro y transparente con olor típico de vinagre.

2. MANEJO Y APLICACION

Se utiliza en la industria alimenticia, como acidulante y conservador. Producción de anhídrido acético, ésteres de acetato, acetato de celulosa, monómero de vinilacetato, y ácido cloroacético, producción de plásticos, farmacéuticos e insecticidas, químicos fotográficos, aditivos para comida, coagulantes. Impresión en textiles, ésteres acéticos, ácidos cloroacético, producción de plásticos, productos farmacéuticos, colorantes, insecticidas, productos químicos para fotografía, aditivo de los alimentos (en forma de vinagre), coagulante de látex natural, acidificador de pozos de petróleo.

3. PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

Sustancias incompatibles: Ataca a algunas formas de plásticos, goma y recubrimientos. Otras incompatibilidades incluyen; acetaldehído, 5-ácidotetrazol 2-amino-etano, nitrato de amonio, trifluoruro de bromo, ácido crómico, trifluoruro de cloro, ácido clorosulfónico, dialilmetilcarbinol + ozono, etilendiamina, agua oxigenada, peróxido de sodio, hidróxidos de sodio y de potasio, permanganato de potasio, ácido nítrico + acetona, oleum, ácido perclórico, tridroruro de fósforo, t-butóxido de potasio, isocianato de fósforo y n-xileno. Puede atacar a muchos metales liberando hidrógeno gaseoso.

Parámetro	Unidad	Especificación
Pureza	%	99,5 Mín.
Humedad	%	0,50 Máx.
Densidad relativa (20/20°C)	-	1,049 ± 1,055
Color	Apha	10 Máx.
Apariencia	-	Líquido transparente
Olor	-	Característico

Tabla 1. Lluvia de ideas

IDEA	ASPECTOS IMPORTANTES IDENTIFICADOS	IDEAS DE MEJORA
<p>Extracción de aceite de higuera</p>	<p>*Gran demanda del producto por sus usos farmacéuticos, médicos e incluso cosméticos</p> <p>*Uso eficiente del agua</p> <p>* produce altas cantidades de materia seca y devuelve al suelo un volumen bastante importante de hojas, gamas, tallos y que incluso la misma cáscara del fruto regresa a la tierra y puede servir como un elemento valioso de cobertura y mejoramiento de suelos.</p> <p>* inexistente producción a nivel nacional del cultivo</p>	<p>*Producir aceite para uso cosmético</p> <p>*incentivar el cultivo en el país</p> <p>*adecuado aprovechamiento de los residuos como abono orgánico.</p>
<p>Electrocoagulación como método para disminuir residuos de la industria láctea</p>	<p>*La industria láctea representa una de las industrias que generan mayor impacto ambiental por la generación de aguas residuales con alto contenido orgánico.</p> <p>*La electrocoagulación es una técnica eficiente y de bajo costo.</p>	<p>*Electrocoagulación como alternativa para mejorar la calidad del agua con residuos lácteos</p> <p>*Mitigar el impacto ambiental generado por la industria láctea</p>
<p>Desarrollo de materiales a partir de cáscara de huevo generada como residuo</p>	<p>*Aprovechamiento de residuos de la industria avícola</p> <p>*La cáscara de huevo es un recurso disponible y versátil.</p> <p>*Se generan desechos de cáscara de huevo en cantidades elevadas que pueden ser estudiados y provechados.</p> <p>*Los componentes de la cáscara de huevo lo hacen un recurso natural de alto valor.</p>	<p>*Aprovechar los desechos de cáscara de huevo para desarrollar productos de valor.</p> <p>*Disminuir el impacto ambiental mediante el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales.</p> <p>*Desarrollar materiales y productos que ayuden a disminuir el consumo de plástico.</p>
<p>Análisis de la adopción de energías fotovoltaicas en pymes de la ciudad de Bogotá</p>	<p>Se observa que existen diferentes mitos entre los pequeños y medianos empresarios, con respecto al uso de energías de fuentes no convencionales, las también llamadas renovables o limpias; si bien se ha publicitado la necesidad de adoptar políticas que disminuyan el impacto ambiental y permitan un desarrollo sostenible de la industria, la generación masiva de este tipo de energías es una actividad relativamente nueva.</p>	<p>*Conceptualizar los fundamentos de la energía fotovoltaica, como fuente de energía eléctrica sustentable.</p> <p>*Identificar los principales actores que regulan y promueven el desarrollo sostenible de las empresas en Bogotá en el marco del uso de energías solares.</p> <p>*Identificar las diferentes propuestas existentes en el mercado para adoptar energías</p>

		<p>fotovoltaicas en la ciudad de Bogotá.</p> <p>* Analizar las características, requerimientos, y costos reales que permitan a una pyme adoptar energía fotovoltaica para su funcionamiento</p>
--	--	---

Tabla 2. Matriz MET

PRODUCTO 1: Desarrollo de material a partir de cáscara de huevo			
1. ETAPA DE PRODUCCIÓN (MATERIALES, PROCESOS Y TRANSPORTE)			
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESULTADO DEL ANALISIS
Cáscara de huevo	100 kg	Residuo generado de la industria avícola	Material de desecho que puede ser aprovechado para la fabricación de materiales
Almidón	40 g	Polisacárido encontrado en diferentes alimentos con contenido de glucosa y amilosa.	Material encargado de aportar flexibilidad debido a sus propiedades plastificantes.
Ácido esteárico	20 g	Ácido graso saturado presente en aceites y grasas animales y vegetales.	Utilizado para lubricar y de esa manera evitar que la mezcla de se adhiera a las superficies.
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO DEL ANALISIS
Horno a 105 °C FCS 150-02 Temperatura Máx. 150 °C Volumen 1,5 m3 Potencial 15 kW	1 por 4 horas	Consumo de energía	Secado de las cáscaras de huevo hasta obtener peso constante para disminuir el contenido de humedad.
Molino de Martillos Vieira MCS 280	30 kg/hora	Consumo de energía	Molienda de las cáscaras de huevo para reducir el tamaño de partícula.
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO DEL ANALISIS
Agua de lavado	100 kg	Agua contaminada con residuos de huevo	Volumen considerable de efluentes
Polvo de cáscara de huevo	100 kg	Partículas de polvo de cáscara de huevo	Pequeña cantidad de polvo de cáscaras de huevo

PRODUCTO 2: Extracción de aceite de higuera			
2. ETAPA DE PRODUCCIÓN (MATERIALES, PROCESOS Y TRANSPORTE)			
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	RESULTADO DEL ANALISIS
Semillas de Higuera			
Hexano			
3. USO (TRANSPORTE, ENERGÍA Y MATERIALES AUXILIARES)			
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO DEL ANALISIS
Horno 60 °C	1 por 7 horas	Consumo de energía	Se secan los granos hasta obtener un peso constante con el fin de reducir la humedad.
Mortero	1	N/A	Trituración de las semillas con el fin de debilitar las paredes.
Prensa	1	Consumo de energía	Se realiza para presionar las semillas y extraer el aceite
Equipo Soxhlet	1	Consumo de solvente	Extracción del aceite de la torta con el solvente seleccionado a 60 °C.
Manta de calentamiento	1	Consumo de energía	
Desecador	1	N/A	Se deja enfriar el aceite extraído en un desecador para que la muestra no absorba humedad.
Balanza analítica	1	Consumo de energía	Pesaje de la muestra para determinar el rendimiento de la extracción.
4. RESIDUOS (PARA CADA TIPO DE MATERIAL)			
MATERIAL O PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO DEL ANALISIS
Torta residual de higuera	1	Material orgánico, resultado de la extracción del aceite de higuera	Puede ser utilizado como fertilizante o abono orgánico. Se pueden estudiar otros usos debido a su contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.

Tabla 3. Selección del concepto

PRODUCTO 1: Desarrollo de material a partir de cáscara de huevo			
CORRESPONDENCIA CON LA GESTIÓN AMBIENTAL		SI: X	NO:
CRITERIOS POR CONSIDERAR	NOTA	PONDERACIÓN	RESULTADO
Disponibilidad de materia prima	100	40%	40
Aporta al desarrollo sostenible de la sociedad	100	20%	20
Existe demanda del producto en la actualidad	80	20%	16
Existen investigaciones base para el desarrollo del proyecto	80	20%	16
EVALUACIÓN FINAL:		92	

PRODUCTO 2: Extracción de aceite de higuera			
CORRESPONDENCIA CON LA GESTIÓN AMBIENTAL		SI: X	NO:
CRITERIOS POR CONSIDERAR	NOTA	PONDERACIÓN	RESULTADO
Disponibilidad de materia prima	80	40%	32
Aporta al desarrollo sostenible de la sociedad	100	20%	20
Existe demanda del producto en la actualidad	80	20%	16
Existen investigaciones base para el desarrollo del proyecto	80	20%	16
EVALUACIÓN FINAL:		84	