



ECONOMÍA CIRCULAR EN EL USO DE LA CÁSCARA DE HUEVO COMO BIORRESIDUO

CIRCULAR ECONOMY IN THE USE OF EGG SHELL AS BIO-WASTE

¹Bibiana del Carmen Ávila García, ²Yosimar Polo Casiano,
³Yarly Cecilia Reid García, ⁴Mario Luis Ávila Pérez

^{1,2,3,4}Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Recibido: 20/10/2023 Aprobado 20/11/2023

RESUMEN

El municipio de Luruaco es una población conocida como la capital de la arepa de huevo, en su plan de desarrollo se plantean estrategias de salvaguarda de la tradición oral y cultura gastronómica de 200 años, debido a que existen 2.500 puestos de arepas de huevo que fabrican 150 arepas diarias siendo la actividad que mueve la economía de esta población. Esta producción alta de arepas, asociada a la deficiente recolección de residuos y al bajo interés de los luruaqueros por la reutilización del producto conduce a una problemática sanitaria importante. De allí que este estudio se fundamente en posibilitar el uso de la cáscara de huevo como biorresiduo a partir del diseño de las operaciones unitarias del procesamiento de la cáscara de huevo y su respectivo flujograma, como una alternativa de solución a la problemática ambiental que se sufre. Se parte de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la cáscara de huevo, mediante pruebas analíticas que indiquen en particular la cantidad de carbonato de calcio, mineral con muchas posibilidades de uso. El estudio se realiza con la Asociación de Productoras de Arepas de Huevo de Luruaco – Asopral, logrando potenciar sus capacidades técnicas en el programa de manejo de residuos sólidos aprovechables, en particular el tratamiento a la cáscara de huevo para que sea reutilizada y genere posibilidad de ingresos, y al municipio una forma de tratamiento del residuo sólido que los aqueja en cuanto a contaminación y en general a la industria de alimentos que está asociada con este insumo.

Palabras clave: cáscara de huevo, carbonato de calcio, economía circular, operaciones unitarias.

Citación: Polo Casiano, Y. ., Avila García, B. del C. ., Reid García, Y. C. ., & Avila Pérez, M. L. . (2023). Economía circular en el uso de la cáscara de huevo como bio-residuo. *Publicaciones E Investigación*, 17(4). <https://doi.org/10.22490/25394088.7501>

¹bibiana.avila@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-3203-0787>

²ypoloc@unadvirtual.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-7236-0927>

³yarly.reid@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-3876-9718>

⁴mario.avila@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-7834-3578>

<https://doi.org/10.22490/25394088.7501>

ABSTRACT

The municipality of Luruaco is a town known as the capital of the arepa de huevo, in its development plan strategies are proposed to safeguard the oral tradition and gastronomic culture of 200 years, because there are 2500 arepas de huevo stalls that manufacture 150 arepas daily, being activity the movement of the economy of this population. This high production of arepas associated with the deficient collection of waste and the low interest of the luruaqueros in the reuse of the product leads to an important health problem, hence, this study is based on enabling the use of the eggshell as biowaste from the design of the unitary operations of the processing of the eggshell and its respective flowchart. as an alternative solution to the environmental problems that are suffered. It is based on the physicochemical and microbiological characterization of the eggshell, by means of analytical tests that indicate the amount of calcium carbonate, a mineral with many possibilities of use. The study is carried out with the Asociación de Productoras de Arepa de Huevo de Luruaco – ASOPRAL managing to enhance their technical capacities in the program of management of usable solid waste, in particular the treatment of eggshells so that they can be reused and generate the possibility of income, a form of treatment for the solid waste that afflicts them in terms of contamination and in general for the food industry that is associated with this input.

Keywords: App, react native, usability, typescript, API.



1. INTRODUCCIÓN

En la región Caribe colombiana la arepa de huevo goza de un gran reconocimiento, no solo por el sabor y creatividad de las matronas que la fabrican, sino también porque Luruaco es un paso obligado para quien viaja de Barranquilla a Cartagena por la vía La Cordialidad, incluso ha sido declarada patrimonio cultural y gastronómico del departamento del Atlántico por la Cámara de Representantes en el año 2008, así como su festival que ya tiene 34 años de celebrarse para que propios y extraños disfruten este sabor sin igual (Cervantes, 2008).

La producción de 375.000 unidades de cáscaras de huevo originadas en la producción diaria de la arepa ha ocasionado contaminación en diversos puntos del municipio entre los cuales se encuentran los cuerpos de agua de las lagunas de Luruaco y el embalse del Guájaro, debido a que son arrojadas en estos y en campos abiertos como una forma que tiene la comunidad de deshacerse del residuo ante la inoperancia de la empresa recolectora como manifiesta el secretario de Cultura Morales, en entrevista realizada en septiembre del 2020.

El huevo es un producto alimenticio que debido a las tendencias de vida saludable y asuntos de economía es consumido cada día de forma ascendente, Polo, citando las cifras para Colombia donde la “Federación Nacional de Avicultores (FENAVI) mostraron que en el 2020 el consumo de huevo en Colombia ascendió a 325 unidades per cápita, en el 2022 el consumo fue de 315 unidades manteniendo una tendencia estable” (p. 47).

La cáscara de huevo es la estructura que protege al huevo, está constituida principalmente de un mineral de tipo calcita (Li *et al.*, 2016) y una membrana de colágeno y glicoproteínas entrelazadas (Baláž, 2018), esta estructura permite los intercambios de líquidos y gases con el ambiente.

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (Resolución 2184 del 2019 y Resolución 2574 de 2013), emanadas por el Ministerio de Protección Social constituyen la base para la recolección técnica de la cáscara de huevo, la primera está relacionada con el uso de los

colores verde, blanco y negro para la clasificación de los residuos y la segunda detalla los programas de buenas prácticas de manufactura entre los cuales está el de manejo de residuos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de carbonato de calcio a partir de cáscaras de huevo es un procedimiento que se ha venido efectuando en diversas partes del mundo donde se propende por una producción limpia y este insumo es usado, en diversas industrias alimentarias, tanto de gastronomía como de procesamiento de alimentos.

A continuación, se explican en detalle los materiales y métodos que se tienen en cuenta para el diseño de las operaciones unitarias y su flujograma en el proceso de obtención de carbonato de calcio a partir de cáscaras de huevo.

2.1 Producción de cáscaras de huevo en el municipio de Luruaco

En el municipio de Luruaco la producción de cáscaras de huevo está asociada a la delicia gastronómica de la arepa de huevo, una tradición que se mantiene viva de generación en generación y data de aproximadamente 200 años. Mediante censo aplicado por Arteta (2019) se identifican 2.500 puestos de arepas de huevo, manifestando que estos puntos de venta donde arman y fríen las arepas, funcionan en 3 turnos diarios y tienen una producción aproximada diaria de 50 arepas por turno, lo que indica que hay una cantidad significativa de cáscaras diarias.

2.2 Pruebas analíticas

Las pruebas analíticas fueron aplicadas para la caracterización microbiológica y fisicoquímica de la cáscara de huevo. Debido a que estas pruebas suministran datos importantes para identificar el reúso que podría dársele. El más determinante es la presencia de carbonato de calcio, que en la cáscara de huevo corresponde al 93,6 % en forma de calcita, y otros compuestos en mínima proporción, de acuerdo con lo que indica Pérez *et al.* (2018) en el estudio *Aprovechamiento de la cáscara de huevo en la fortificación de alimentos*.

De igual forma, la inocuidad, determinada por las pruebas microbiológicas en esta materia prima; la cáscara de huevo debe ser libre de microorganismos, en particular de la *Salmonella sp.* indicado por International Estándar ISO 6579 del 2002 (Organización Internacional de Normalización).

2.3 Diseño de operaciones unitarias y flujograma

Las operaciones unitarias son definidas por Ibarz & Barbosa-Cánovas (2011), como el “conjunto de etapas físicas, químicas, y bioquímicas que tienen lugar en los procesos de transformación en los productos agroindustriales”. En el caso de la cáscara de huevo las etapas identificadas son físicas. Se han tenido en cuenta varios autores para determinar detalladamente las etapas, los equipos y las condiciones fundamentado los protocolos de procesamiento de la cáscara de huevo descritos por Ceylin *et al.*, (2016) para la desinfección; Hussain (2009) y Aditya *et al.*, (2021), separación de membranas de la cáscara y Baláz (2018) para la conversión en micropolvo.

2.4 Identificación de usos del carbonato de calcio alimenticio

En la salud humana son muchos los beneficios del carbonato de calcio, para las mujeres en especial entre los 50 y 59 años hay una disminución de la densidad mineral ósea acompañada de deterioro en la microestructura del hueso, lo que requiere una suplementación en calcio y vitamina D, para la prevención de fracturas (Sosa & Gómez, 2021); Aditya *et al.* (2023) afirma que previene el reflujo, debido al poder neutralizador del carbonato de calcio sobre el ácido esofágico, además, este calcio es fundamental para el tono muscular debido a que contribuye con la contracción muscular. El requerimiento de calcio en los adolescentes es de 1.300 mg/día, según un estudio realizado en Chile, y muestra que una ingesta insuficiente de calcio puede impactar negativamente en la mineralización ósea de los jóvenes (Vizcarra *et al.*, 2023).

Entre las particularidades que tiene la cáscara de huevo procesada a carbonato de calcio es el poder bioactivo que permite ser absorbido por el intestino humano de mejor manera, que otros carbonatos de calcio

provenientes de otras fuentes (King'ori, 2011). De acuerdo con Aditya *et al.* (2023) “la tasa de absorción del carbonato de calcio como polvo fino es de 34,8 %, incluso es más alta que la de polvo grueso que es de 21,3 % y el doble que la del carbonato cálcico sintético que corresponde al 13,7 %”.

3. DESARROLLO

Llegar al diseño de las operaciones unitarias parte del conocimiento, a través de las matronas, de la procedencia del huevo, que, en el caso de Luruaco, un gran porcentaje proviene de granjas localizadas en los pueblos aledaños al municipio y la forma como tratan el desecho de la cáscara de huevo.

El aporte de este estudio se fundamenta en las pruebas analíticas efectuadas en el Centro Agroindustrial del Servicio Nacional de Aprendizaje, CEDAGRO, ubicado en el municipio de Sabanalarga, Atlántico el cual cuenta con laboratorios especializados de alimentos.

3.1 Análisis microbiológicos

Con la finalidad de identificar posibles agentes microbiológicos se parte de los análisis para la *Salmonella sp.*, el cual es determinado por la Norma Técnica Colombiana NTC 1240 de 2011 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas), que indica que el resultado debe ser ausencia, como efectivamente fue el resultado en 25 g. de muestra (Polo, 2023).

3.2 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos buscan encontrar la composición química de la cáscara de huevo y determinar principalmente la cantidad de carbonato de calcio de esta, con la finalidad de encontrar la viabilidad de uso del residuo producto de la producción de arepas de huevo.

Estas pruebas se clasificaron de la siguiente forma:

- *Cenizas.* Basada en el método planteado por la Association Official Analytical Chemists (AOAC) de 1995, que consiste en incinerar a 550 °C durante

unas 12 horas la muestra. “En el caso de la cáscara de huevo los resultados arrojados fueron de $\geq 80\%$ ” (Polo, 2023, p. 59). Este método se basa en la descomposición de la materia orgánica por la alta temperatura y solo quedan los minerales.

- *Humedad.* Prueba analítica basada en la AOAC de 1991, lo planteado en este método es durante 3 horas a 115 °C en autoclave. Los resultados obtenidos en esta prueba para la cáscara de huevo fueron de 1,09 % (Polo, 2023, p. 60).
- *Dureza cálcica.* En esta prueba se usa el método volumétrico de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), esta prueba pretende medir los iones de calcio contenidos en la solución preparada con las cenizas obtenidas de la cáscara de huevo pulverizada. El resultado obtenido fue de 813,6 mg/L (Polo, 2023, p. 60).
- *Dureza total.* Se aplica el mismo método volumétrico de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), en esta prueba se pretenden medir los iones de calcio en la cáscara de huevo a partir de una solución preparada con la maceración de esta. Los resultados obtenidos fueron 1487,39 mg/L (Polo, 2023, p. 60).

3.3 Operaciones unitarias

En este estudio se tienen en cuenta las condiciones del contexto de las matronas y el municipio de Luruaco para realizar el diseño de las operaciones unitarias del procesamiento de la cáscara de huevo, así como los protocolos encontrados en estudios que permitieron diseñar el tratamiento de la cáscara para convertirla en carbonato de calcio.

A continuación, se realiza la descripción de cada etapa:

- *Recepción de materia prima.* Es la etapa inicial del proceso, equivale a la revisión minuciosa de la materia prima, implica la selección de las cáscaras que presenten características indeseables como lo son mal olor, apariencia negruzca

o marrón, las cuales se desechan, bien sea las unidades en ese estado o el lote en caso de ser necesario. También implica el pesaje del lote, las básculas deben ser limpias, desinfectadas y calibradas. Los operarios deben tener toda la indumentaria de bioseguridad.

- *Lavado y desinfección.* Se utiliza un equipo de lavado cuya función es la desinfección y esterilización de la materia prima, el objetivo de esta operación unitaria es eliminar cualquier posible *Salmonella sp.*, para lo cual se usa la dosificación de 12 ml de hipoclorito de sodio al 5 % por cada 3 litros de agua por un tiempo de 15 minutos, planteada por *Ceylin et al.* (2016), el agua utilizada en este lavado no debe utilizarse nuevamente, debe desecharse en sifón. Otra de las funciones del lavado es permitir que las membranas se desprendan (Hussain, 2009), gracias al debilitamiento de las fuerzas adhesivas entre la cáscara y estas (*Aditya et al.*, 2021). Los operarios deben estar atentos a la concentración de la solución y usar el equipo de bioseguridad como indumentaria.
- *Retiro de membranas y secado.* El ablandamiento de las membranas por el lavado permite retirar con facilidad las mismas, es importante el uso de guantes y tapabocas en esta operación unitaria. Una vez separadas, sigue el secado efectuado en horno de aire caliente colocando las cáscaras de huevo en bandejas limpias y desinfectadas. La temperatura a que se somete es de 134 °C por 15 minutos (*Baláz,* 2018).
- *Molido grueso.* La función de esta operación unitaria es disminuir el tamaño de las cáscaras de huevos, el molino grueso contiene unas bandejas donde se colocan las cáscaras para ser molidas (*Polo,* 2023). En esta operación es muy importante la norma de bioseguridad de guantes y tapabocas que cubran nariz y boca, así como gafas de seguridad para evitar accidentes con las partículas pequeñas de la cáscara de huevo.

- *Molido fino.* La función de este equipo es dejar en partículas menores a un milímetro, en esta operación se logra el producto terminado (*Polo,* 2023). El insumo del paso anterior es depositado en la tolva del molino de bolas, de este equipo debe pasar la materia prima directo al tamizado, es importante el uso de indumentaria de bioseguridad como gafas, cofia y tapabocas que cubra nariz y boca.
- *Tamizado.* La máquina de tamizado tiene una vibración constante que permite que las partículas pasen por el tamiz de 150µm. El tamaño de la partícula puede oscilar entre 0,125mm – 0,250mm (*Pérez et al.,* 2018). La cáscara pulverizada que no pase el tamiz debe ser colocada nuevamente en el molino de bolas.
- *Empacado.* Es la operación unitaria que sigue después de estandarizar el tamaño del producto, el equipo usado es una empacadora multifuncional que puede configurarse para hacer empaques desde 500 gramos hasta 20 kilos.
- *Almacenado.* Debe realizarse en un lugar donde la temperatura oscile entre los 25 y 27 °C, y que no exista humedad para la conservación del producto.

3.4 Equipos necesarios y operarios

La selección de los equipos es parte del éxito de la transformación de la cáscara de huevos. En este aparte se mencionan los equipos necesarios.

- *Báscula,* puede seleccionarse una cuya bandeja de pesado facilite el proceso y dé una medición entre 50 y 70 kilos.
- *Lavadora general de alimentos,* este equipo debe facilitar la preparación de la solución, debe estar conectado a la fuente de agua potable y al desagüe para facilitar la disposición final del agua del lavado.
- *Horno de aire caliente,* debe ser amplio, provisto de bandejas para depositar las cáscaras sin membrana, y la temperatura máxima debe oscilar en los 500 °C.

- *Molino P22 Inox Mono 220v 60hz 2hp*, es el equipo para la primera molienda, realiza la primera disminución de tamaño de la cáscara, debe estar provisto de tolva que facilite la incorporación del insumo.
 - *Molino de bolas XMQQ-460*600*, este equipo da la presentación final del producto, debe estar unido a la máquina de tamizaje con la finalidad de evitar desperdicios.
 - *Máquina de tamizado lineal vibrante ZSQ 520*, su función es dejar en el filtro las partículas más grandes para volverlas a colocar en el molino de bolas, debe estar provista de tolva para disposición del material molido.
 - *Máquina de empacadora multifunción JT-920*; facilita el empaqueo de 500 gramos a 20 kilos, se programa de acuerdo con la necesidad de la demanda.
- Estas operaciones unitarias pueden ser realizadas por 6 operarios en condiciones de bioseguridad para el trabajo, protegidos frente al riesgo que representa el polvo en que se transforma la cáscara de huevo.

3.5 Flujograma del proceso

El flujograma del proceso se constituye en la forma gráfica de ilustrar las operaciones unitarias del procesamiento de la cáscara de huevo, diseñado para recordar las etapas en forma organizada y tener en cuenta los posibles puntos críticos que se pueden presentar durante el procesamiento.



Figura 1. Flujogramas del procesamiento de la cáscara de huevo. Fuente: autores.

4. DISCUSIÓN

Este estudio se enfoca en plantear un método de procesamiento de la cáscara de huevo a partir del diseño de las operaciones unitarias del proceso y su respectivo flujograma, que al ejecutarlo posibilite abordar en forma integral el manejo del residuo de la cáscara de huevo, no solo en el municipio de Luruaco, donde es una necesidad sentida debido a la mala recolección de los residuos por la empresa para tal fin, y se constituye también en la sensibilización de las productoras de manejar adecuadamente los residuos de su producción de arepas de huevo, con la posibilidad de generar recursos y/o proyectar una economía circular con la reutilización del mismo en las granjas de donde obtienen el maíz y los huevos insumo de la arepa de huevo en Luruaco.

Las pruebas analíticas efectuadas arrojaron resultados acordes con los autores consultados como Bedoya & Valencia (2020, p. 4), quienes indican que el porcentaje de cenizas de la cáscara de huevo es del 93 %, en este estudio corresponden a ≥ 80 %, esta pequeña variación puede deberse al tipo de alimento que reciben, como lo indica Castilla (2021) al estudiar la relación del nivel de calcio en la dieta de las gallinas y el contenido de ceniza en la cáscara como indicador de la calidad externa del huevo.

En los resultados de humedad se encuentran variaciones entre diversos autores, Bedoya & Valencia (2020, p. 4) indican el 2 % secado en horno; Sánchez & Huanio (2017 p. 90) indican el 6,7 %, secado al ambiente, Polo (2023, p. 60) obtuvo 1,09 %, secado en mufla; las diferencias están enfocadas posiblemente al método usado para la determinación. La dureza cálcica indica que el porcentaje mayoritario de la cáscara de huevo es el carbonato de calcio correspondiente a un 94 % a un 98 % de su peso total (Bedoya & Valencia, 2020, p. 4). Los ensayos efectuados con volumétrico de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) realizados por Polo en 2023 equivalen a 813,6 ppm o mg/L muy cercanos a los de Sánchez & Huanio (2017 p. 90) que corresponden a 764 ppm o mg/L. Finalmente la prueba de dureza total determina las cantidades de analitos correspondientes a una muestra, en el caso de

la cáscara de huevo. Bedoya & Valencia (2020, p. 4) indican que además del alto contenido en calcio contiene otros elementos como “boro (B), estroncio (Sr), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), azufre (S), silicio (Si) y Zinc (Zn)”. En los resultados de Polo (2023) equivale a 1487,39 mg/L la dureza total resultado que al compararse con la dureza cálcica indica que existen cantidades importantes de otros minerales.

Las operaciones unitarias diseñadas para el procesamiento de la cáscara de huevo han estado enfocadas a los estándares de inocuidad en primera instancia, que parten de la selección de los lotes sin evidencia de daño, en los cuales se destacan el olor y el color (Ceylin *et al.*, 2016), en la preparación de las soluciones para la desinfección de las cáscaras durante el lavado Hussain (2009) y Aditya *et al.*, (2021), el uso de la indumentaria de seguridad que involucra el uso de cofia, guantes, zapatos cerrados, uniforme, delantal, tapabocas de seguridad ante las partículas del producto terminado. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). En segunda instancia a la calidad del producto, procurando el tamaño adecuado (Baláž, 2018) para que sea asimilado por organismos vivos por absorción digestiva, ya sea utilizado por la industria alimenticia o farmacéutica.

5. CONCLUSIONES

La tendencia mundial de alimentación sana y el valor nutricional del huevo ha permitido que su consumo aumente de forma significativa. El consumo per cápita de entre los años 2011 y 2020 fue ascendente, con un consumo de 234 unidades (FENAVI, 2020).

La cáscara protectora del huevo es una estructura rica en minerales entre los cuales se considera el principal y de mayor porcentaje el carbonato de calcio, lo que hace que se constituya en un biorresiduo importante para diversas alternativas de uso (Bedoya & Valencia 2020).

En el municipio de Luruaco existe una producción significativa de cáscaras de huevo debido a la elaboración

de la arepa de huevo, producto que constituye una cultura gastronómica y base de la economía del lugar con 375.000 unidades por día, pero al mismo tiempo es un problema ambiental por la falta de iniciativas hacia la reutilización del biorresiduo. (Morales, 2020)

Las pruebas analíticas permiten comprobar el alto contenido en carbonato de calcio de la cáscara de huevo, equivalente aproximado a $\geq 80\%$ (Polo, 2023).

La iniciativa del diseño de las operaciones unitarias para posibilitar el uso de la cáscara de huevo como biorresiduo facilita la valoración de este, el conocimiento de cómo se puede procesar y utilizar dentro de la cadena de suministro de la arepa de huevo al ser usado en las granjas para el cultivo del maíz y el alimento de las gallinas.

El valor agregado de este estudio es la capacitación para la recolección de la cáscara de huevo a las matronas de ASOPRAL, esta actividad de recolección contribuirá a disminuir la contaminación de los cuerpos de agua en el municipio y otros sitios; a la generación de recursos mediante su venta, mejora la calidad de las cosechas de maíz y huevos al usarse como abono y alimento.

Su obtención posibilita la producción de un nuevo producto, por lo que posee características que se adaptan a diversas industrias.

REFERENCIAS

- Aditya, S., Stephen, J., & Radhakrishnan, M. (2023). Utilization of eggshell waste in calcium-fortified foods and other industrial applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 115, (422–432). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.047>
- Arteta, J. (2019). *Diseño e implementación de los programas planteados en el decreto 3075 de 1997 y la Resolución 2674 del 2013 en productores de arepa de huevo del municipio de Luruaco*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Barranquilla. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/28114>
- Association Official Analytical Chemists (1995). *Official Methods of Analysis*. 16 th Edition. Gaithersburg.
- Association Official Analytical Chemists (1991). *Official Methods of Analysis*. 15th Edition, Washington DC.
- Baláz, M. (2018). Ball milling of eggshell waste as a green and sustainable approach: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 256, 256–275. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001868617305237>
- Bedoya Salazar, A. & Valencia González, M. P. (2020). Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*, 12(2), 106-116. <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.776>
- Cervantes, J. (2008). *Proyecto de Ley 1064. Por medio del cual se declara "la arepa de huevo" del municipio de Luruaco, Atlántico y su festival como patrimonio gastronómico y cultural de la Nación*. Universidad de los Andes. <https://congresovisible.uniandes.edu.co/proyectos-de-ley/por-medio-del-cual-se/1064/>
- Ceylin, Y., Tapia Escuela, N., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2016). Desarrollo de galletas a base de harina de maíz (*Zea mays*) y quínoa (*Chenopodium quinoa*) con adición de cáscara de huevo en polvo. *Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c1749be9-9e74-439a-8f86-fd6635141cd9/content>
- Hussain, A. (2009). *Dielectric properties and microwave assisted separation of eggshell and membrane*. eScholarship @ McGill. <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/w0892b73w?locale=en>
- Ibarz, A. & Barbosa-Cánovas, G. (2011). *Operaciones unitarias en la industria de alimentos*. Ediciones Muvdi Prensa.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (2011). Industria alimentaria huevos de gallina frescos para el consumo. <https://dooplayer.es/54870550-Norma-tecnica-colombiana-1240.html>
- King'ori, A.M. (2023). A Review of the Uses of Poultry Eggshells and Shell Membranes, *International J of Poultry Science*, 10(11), 908–912. <https://doi.org/10.3923/ijps.2011.908.912>
- FENAVI. (2020). *Información estadística - FENAVI - Federación Nacional de Avicultores de Colombia*. <https://fenavi.org/informacion-estadistica/#1538599468811-a5e210bc-8e4b>
- Li, J., Zhai, D., Lv, F., Yu, Q., Ma, H., Yin, J., Yi, Z., Liu, M., Chang, J., & Wu, C. (2016). Preparation of copper-containing bioactive glass/eggshell membrane nanocomposites for improving angiogenesis, antibacterial activity and wound healing. *Acta Biomaterialia*, 36, 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2016.03.011>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Por el cual se modifica la Resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones (Resolución 2184 de 2019). http://www.andi.com.co/Uploads/res._2184_-_2019_por_la_cual_se_modifica_la_resolucion_668_de_2016_sobre_uso_racional_de_bolsas_plasticas_y_se_adoptan_otras_disposiciones_1.pdf
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013. Requisitos Sanitarios Para la Fabricación, Procesamiento, Preparación, Envase, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Alimentos. Ministerio de Salud y Protección

- Social, 1–37. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- Morales, E. (14 de septiembre del 2020). Entrevista personal al secretario de Cultura del municipio de Luruaco Atlántico.
- Organización Internacional de Normalización ISO. (2002). Instructivo Técnico para la Detección de *Salmonella Spp*. Según ISO 6579:2002(E). https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/d-gf-cgp-pt-029_-_it-deteccion-salmonella-spp-iso-6579-2002-e.pdf
- Pérez, G., Guzmán, J., Duran, K., Ramos, J. & Acha, V. (2018) Aprovechamiento de las cascaras de huevo en la fortificación de alimentos. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 16(18). 9-38. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_serial&pid=2225-8787&lng=es&nrm=iso
- Polo, Y. (2023). *Caracterización del bio-residuo (Cáscara de huevo) para posibilitar su uso*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/57926>
- Sánchez, E. J. & Huanio, L. N. (2017). *Determinación de la granulometría óptima del carbonato de calcio obtenido de la cáscara de huevo para el mejoramiento de suelos ácidos del valle del Santa*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Santa. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2984>
- Sosa Henríquez, M., & Gómez de Tejada Romero, M. J. (2021). La suplementación de calcio y vitamina D en el manejo de la osteoporosis. ¿Cuál es la dosis aconsejable de vitamina D? *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 13(2), 77-83. <https://dx.doi.org/10.4321/s1889-836x2021000200006>
- Vizcarra, B., Carrera-Gil, F., Torreguitar, A., Correa, P., Burrows, R., Olivares, M., & Pizarro, F. (2023). Ingesta de calcio y densidad mineral ósea en adolescentes chilenos con desarrollo puberal completo. *Revista Chilena de Nutrición*, 50(2), 205-212. <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182023000200205>