



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

Oscar Efrén Ospina Zúñiga, Camilo Andrés Rubiano Segura

**Universidad Piloto de Colombia
Girardot, Colombia**

Resumen

Debido a la permanente producción de residuos sólidos que obliga a su disposición final en rellenos sanitarios y en algunos casos en botaderos a cielo abierto, cuando se trata de materia orgánica caracterizada por la potencialización de producción de lixiviados, distinguidos por su difícil tratamiento y con su consecuente impacto ambiental negativo, ha conllevado a una constante búsqueda de alternativas de aprovechamiento para su incorporación como materias primas al sistema productivo, como es el caso del cascarón de huevo de gallina que hace parte de la canasta familiar en Colombia y su consumo es diario y masivo, estando su potencial en su mayor composición de carbonato de calcio en porcentaje superior al 95%.

Para la presente investigación experimental de diseño exploratorio y descriptivo, se utilizó como estabilizante del pH ácido de agua cruda de fuentes hídricas superficiales, el cascarón de huevo previamente preparado mediante deshidratación, trituración, maceración y pulverización, siendo una solución alternativa accesible a poblaciones en condición de vulnerabilidad y marginalidad que consumen agua con pH bajo que puede incidir en la salud humana; dada su facilidad de acceso por estar presente la buena parte de los hogares del país, además de su sencilla preparación y aplicación sin riesgo en el agua para consumo. Para su evaluación, se tomaron muestras de agua superficial con pH bajo e inferior a 6.5, sometiéndola a aplicación del cascarón de huevo pulverizado en solución, obteniéndose resultados satisfactorios mediante su estabilización a pH de 7, siendo una opción viable en el tratamiento de agua para consumo humano. Según la experimentación realizada en las diferentes pruebas realizadas mediante tamizados, el tamaño eficiente de maceración para neutralizar es aquel menor a 0.1 mm.

Palabras clave: acidez; cascarón; agua

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

Abstract

Due to the permanent production of solid waste that forces its final disposal in landfills and in some cases in open dumps, when it comes to organic matter characterized by the potentialization of leachate production, distinguished by its difficult treatment and its consequent negative environmental impact, has led to a constant search for alternatives for use as raw materials for the productive system, as is the case with the egg shell of chicken that is part of the family basket in Colombia and its consumption is daily and massive, its potential being in its highest composition of calcium carbonate in percentage higher than 95%.

For the present experimental research of exploratory and descriptive design, it was used as acid stabilizer of raw water from superficial water sources, the egg shell previously prepared by dehydration, crushing, maceration and pulverization, being an alternative solution accessible to populations in condition of vulnerability and marginality that consume water with low pH that can affect human health; given its ease of access, since most of the country's households are present, in addition to its simple preparation and application without risk in drinking water. For its evaluation, samples of surface water with low pH and lower than 6.5 were taken, submitting it to application of the egg shell pulverized in solution, obtaining satisfactory results by stabilizing it at a pH of 7, being a viable option in the water treatment for human consumption. According to the experimentation carried out in the different tests carried out by sieving, the efficient maceration size to neutralize is less than 0.1 mm.

Keywords: acidity; shell; water

1. Introducción

La raza humana es una especie que se ha caracterizado porque en su proceso de expansión y desarrollo ha utilizado de manera constante los diferentes recursos que ofrece la naturaleza, por lo cual ha ido dejando una huella ecológica que se ha incrementado a través de los años. Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo tienen una gran repercusión en la salud de las personas. Las medidas destinadas a mejorar la calidad del agua de consumo proporcionan beneficios significativos para la salud (OMS).

En Colombia se desaprovecha el cascarón del huevo a sabiendas del alto consumo del mismo que, según el ICBF (2015), la población colombiana mayor a los dos años de edad consume huevo diariamente, preferencialmente por su bajo costo y por ser un producto relevante que hace parte de la canasta básica familiar. El problema radica en el nulo aprovechamiento del cascarón, que una vez extraído se deposita como residuo sólido sin aprovechamiento (basura), siendo depositado en rellenos sanitarios o en su defecto en basureros a cielo abierto, siendo materia prima de lixiviados. En la búsqueda de su potencial aprovechamiento, el cascarón de huevo está compuesto de carbonato de calcio en porcentajes por encima del 95% (Hy-Line), un elemento que es comúnmente utilizado en las plantas de tratamiento en sus procesos de calidad para la estabilización del pH, cuando la fuente hídrica a potabilizar se encuentra con niveles de acidez.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

El término pH es una forma de expresar la concentración de ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno. En general se usa para enunciar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007). El pH controla muchas reacciones químicas. Las aguas ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas o presentan dificultades en su tratamiento. Los contaminantes que cambian el pH de las aguas provienen de las descargas hídricas de industrias químicas como textiles, gaseosas, pulpa y papel, curtiembres, drenajes de minas, industria del petróleo, industria agrícola, etc. (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

El pH es un indicador de la acidez o la alcalinidad del agua, aunque, en general, esta tiene una gran capacidad de amortiguación. La variación de pH puede provenir de procesos naturales, como la composición geoquímica del suelo, pero puede cambiar a valores extremos por influencia de los procesos antrópicos, en especial, los de algunos tipos de industria (Consuelo Orjuela, Saldarriaga, García, & Wilches, 2010). Debido a que muchas fuentes de agua, particularmente agua de río, contienen sólidos suspendidos es necesario agregar coagulantes para remover la turbiedad. Los principales coagulantes son sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato férrico y cal. Esta última se usa también como control de pH con cualquiera de los otros coagulantes. Debido a que muchas aguas son acídicas por naturaleza, la cal se emplea casi siempre para incrementar el pH y obtener la mayor eficiencia de coagulación. (ANFACAL, pág. 2).

Para el caso del cascarón de huevo, su capa cristalina es la de mayor tamaño y está hecha de cristales de calcio densamente agrupados en forma entrelazada o de columnas. La mayoría de los cristales son de carbonato de calcio (96%) con pequeñas cantidades de cristales de carbonato de magnesio y fosfato tricálcico (Hy-Line).

El desarrollo de la investigación pretendió el aprovechamiento como estabilizador de pH, siendo una opción alternativa de fácil acceso con base en el cascarón de huevo, utilizando metodologías experimentales en la búsqueda de su preparación para mejores resultados que incluye el tamaño de pulverización y dosis óptima, para que al presentar pH inferior a 6,5 considerado como ácido y no permitido para consumo humano, según la normatividad vigente y contenida en la Resolución 2115 del año 2007 (Ministerio de Protección Social), se lograra neutralizar a valores de pH de 7. A partir de esta implementación se brindó un método sencillo, accesible y eficaz para el beneficio de comunidades en condición de marginalidad y vulnerabilidad, especialmente aquellas que recurren para su consumo humano a fuentes hídricas superficiales afectadas por aguas residuales con contenidos de acidez.

2. Metodología

La investigación es de tipo cuantitativo y diseño exploratorio y descriptivo, mediante la técnica de recolección de datos a partir de una fase experimental donde se determinó la eficiencia del cascarón de huevo para su uso como neutralizante de aguas superficiales ácidas. El proceso se realizó a partir de la recolección del cascarón de huevo, siendo un residuo sólido que se dispone en general en rellenos sanitarios, y en algunos casos en basureros a cielo abierto. Una vez

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

recolectado, se procedió a deshidratarlo con exposición directa al sol durante un día con el fin de suprimir la humedad que contenga, de este modo eliminar posibles olores. Luego se procedió a su tritución mediante un molino manual a tamaños menores de 1 mm, y mediante el uso de mortero de manera manual se maceró hasta obtener el menor tamaño posible. El resultado obtenido se lleva a una licuadora, para que con ayuda de sus hojas de acero realice un proceso de pulverización y así obtener un producto más fino.



Figura 1. Proceso de preparación del cascarón de huevo (deshidratación, maceración y pulverización)
Fuente: los autores

Posteriormente se procede en el laboratorio a su clasificación en menor tamaño mediante su clasificación en tamices de la clasificación ASTM, con el fin de seleccionar el menor tamaño para la neutralización del agua ácida.

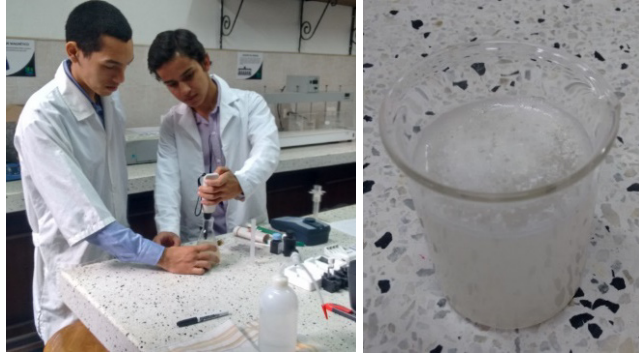
El muestreo de agua cruda ácida se realizó tomándose muestras de 1 litro en tres fuentes superficiales caracterizadas por recibir efluentes líquidos de diferentes actividades antropogénicas, como es el caso del río Magdalena, Bogotá y Combeima, para mezclarlas y obtener muestras de diferente pH e inferiores a 6.5, siendo necesario agregar agua residual del lavado del café caracterizada por su acidez, denominada agua miel, con las cuales se llevaron a cabo las pruebas en el laboratorio. Las muestras una vez tomadas directamente de la fuente hídrica, se sellaron y se guardan en una nevera portátil a temperatura de 4°C, para su conservación y transporte al laboratorio.



Figuras 2 y 3. Toma de muestra de agua del río Bogotá, y proceso de conservación en nevera portátil
Fuente: los autores

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

La preparación de la solución de cascarón de huevo se realizó mediante determinación en peso del mismo en un volumen determinado de agua potable y con pH neutro, mezclándolo por agitación para obtener una homogenización aceptable. Las pruebas de laboratorio comprendieron la determinación de diferentes valores de pH para realizar su neutralización con la solución preparada, determinando la dosis requerida para obtener un pH de 7.



Figuras 4 y 5. Preparación de la solución con cascarón de huevo
Fuente: los autores

3. Resultados y conclusiones

El tamaño óptimo de pulverización del cascarón de huevo obtenido para la mejor neutralización del agua cruda ácida, correspondió a aquel menor a 0.1 mm (tamiz 140, abertura de 0,106 mm en la clasificación ASTM), el cual no deja residuales en la muestra de agua.

Los resultados obtenidos para dos muestras de agua cruda con pH 5.55 y 6.32, se describen en las figuras 6 y 7 donde están graficados los puntos obtenidos de pH vs. contenido de solución de cascarón de huevo, aumentando el pH a mayor aplicación de solución, siendo para la muestra de pH 5.55 necesario aplicar aproximadamente 1.5 ml para su neutralización, y para la muestra de 6.32 se requiere 0.9 ml aproximadamente.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

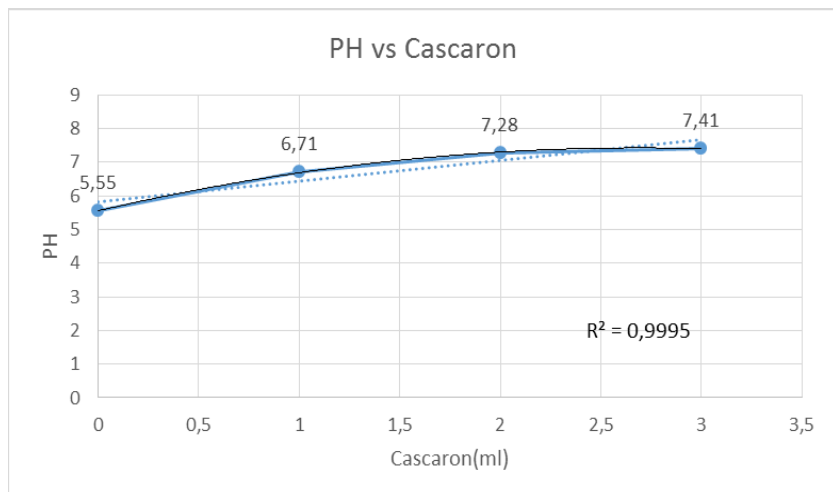


Figura 6. Gráfica de pH vs. solución de cascarón de huevo para muestra de agua con pH 5.55 inicial
Fuente: Los autores

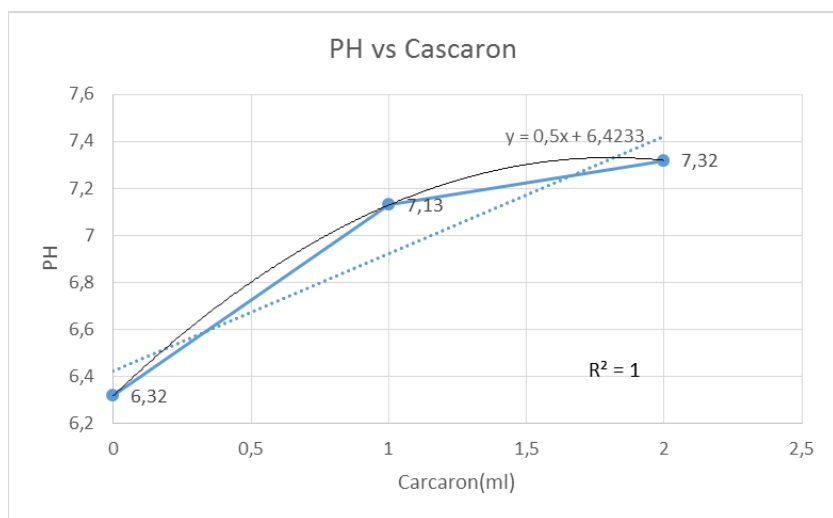


Figura 7. Gráfica de pH vs. solución de cascarón de huevo para muestra de agua con pH 6.32 inicial
Fuente: Los autores

Conforme al resultado mostrado por el pH de la muestra al ser neutralizado con determinada dosis de solución de cascarón de huevo, el carbonato de calcio que contiene lo hace una opción viable para el uso de esta alternativa en poblaciones en condición de marginalidad y vulnerabilidad, especialmente en comunidades rurales que se exponen al consumo de agua con pH ácido.

Facilita su uso dada la facilidad de adquirir la materia prima, en este caso el cascarón de huevo que hace parte del recurrente consumo familiar sin que se le dé ningún uso y se dispone como basura; además, su sencilla preparación para ser aplicado en el agua sin riesgo para la salud humana al no dejar remanentes de contaminación.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

Se deja abierta la posibilidad para el uso de esta alternativa no solo en población marginal y vulnerable, dada la amplia producción de cascarón de huevo en el país, que podría permitir neutralizar aguas con pH ácido en diferentes comunidades que lo requieran.

Se recomienda seguir investigando sobre su aplicabilidad en la neutralización del pH en aguas residuales, caracterizadas por poseer acidez y con efecto directa en cuerpos de agua superficial y subterránea donde se depositan, en muchos casos sin ningún tipo de tratamiento.

En plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR, puede ser una opción viable para contribuir en la estabilización del pH requerido para eliminar olores y coadyuvar en el tratamiento.

El uso del cascarón de huevo en neutralización del pH de aguas crudas y residuales, permitiría su mejor aprovechamiento y evitaría su depositación en rellenos sanitarios y basureros a cielo abierto, mitigando el impacto negativo que conlleva su inadecuada disposición final, además de otros usos donde se requiera la estabilización del pH, como en el caso de actividades pecuarias donde se requiere la preparación de superficies para avícolas y porcícolas, entre otras. Podría darse su uso para la agricultura donde se requiere la neutralización del pH de suelo ácidos, siendo otra posibilidad que implicaría el uso masivo de este subproducto.

4. Referencias bibliográficas

- ANFACAL. (s.f.). Usos de la cal en tratamiento de agua potable. Consultado el 19 de Julio de 2017 en anfocal.org http://anfocal.org/media/Biblioteca_Digital/Usos_Ecologicos/Tratamiento_de_Aguas/U_SOS_DE_CAL_EN_AGUA_POTABLE.pdf.
- Hy-Line. (s.f.). La ciencia de la calidad del huevo. Hy-Line International. Consultado el 30 de enero de 2018 en http://www.hyline.com/userdocs/pages/TU_EQ_SPN.pdf.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF (2015). Plato saludable de la Familia Colombiana. Guías Alimentarios Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años (Primera ed., pág. 71). Consultado el 14 de Julio de 2017 en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/guias-alimentarias-basadas-en-alimentos.pdf>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2007). pH en agua por electrometría. Subdirección de Hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia. Consultado el 31 de Enero de 2018 en <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/pH+en+agua+por+Electrometr%C3%ADa.pdf/ec53b64e-91eb-44c1-befe-41fcfccdff1>.
- Ministerio de la Protección Social (2010). Resolución 2115, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- Ministerio del Medio Ambiente (1997). Evaluación y manejo de la contaminación urbana. Parametros fisico quimicos para la caracterización de los residuo liquidos. Bucaramanga, Santander, Colombia. Consultado el 31 de Enero de 2018 en

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DEL CASCARÓN DE HUEVO PARA ESTABILIZAR EL PH DE AGUAS ÁCIDAS

<http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0034/MMA-0034.pdf>.

- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Guías para la calidad del agua potable. Consultado el 17 de Julio de 2017 en [who.int](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1) http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1.
- Orjuela, L., Saldarriaga, G., García, M., & Wilches, H. (2010). Calidad del agua superficial en Colombia. (IDEAM, Ed.). Consultado el 17 de Julio de 2017, de Estudio Nacional del Agua https://datoscede.uniandes.edu.co/anexo/materialrelacionado/d16_Informe.pdf.

Sobre los autores

- **Oscar Efrén Ospina Zúñiga:** Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia, Magister en Gestión y Auditorías Ambientales de la Universidad Iberoamericana de Puerto Rico. Profesor del Programa de Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia. Oscasospina1@unipiloto.edu.co
- **Camilo Andrés Rubiano Segura:** Ingeniero Civil de la Universidad Piloto de Colombia. camiloandres_9602@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)