

ISSN: 2590-7174

Journal of Research in Engineering Sciences

Facultad de Ingeniería



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA

Volumen

04

Enero-Diciembre 2019

Journal of Research in Engineering Sciences

Facultad de Ingeniería



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA

Volumen

04

Enero – Diciembre de 2019

Journal of Research in Engineering Sciences

Vol. 4 – Núm. 1

Enero – Diciembre de 2019

Facultad de Ingeniería

© Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA

Bogotá D.C. 2019

DIRECTOR

Adriana L. Mejía Terán
Decana Facultad de Ingeniería

EDITOR

Deivis Suárez Rivero
Coordinador de Investigación
Facultad de Ingeniería

COORDINACIÓN EDITORIAL

Facultad de Ingeniería
Fundación Universitaria Agraria de Colombia
Uniagraria

Rector

Luis Fernando Rodríguez Naranjo

Vicerrector de Formación

Jorge Arturo Torres Escobar

Vicerrector Financiero

Fabio Arturo Fajardo García

Vicerrector de Investigación

Álvaro Mauricio Zúñiga Morales

Vicerrector de Extensión

Claudia Patricia Toro Ramírez

Secretario General

John Jairo Guarín Rivera

Asamblea General

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas
(*Presidente*)

Consejo Superior

Álvaro Zúñiga García
(*Presidente*)

Teresa Arévalo Ramírez

Teresa Escobar de Torres

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Álvaro Ramírez Rubiano

Héctor Jairo Guarín Avellaneda

Emiro Martínez Jiménez



Los textos de los artículos de esta publicación pueden ser reproducidos, citando la fuente. Los juicios emitidos por los autores son de su responsabilidad. Por tanto, no comprometen a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA, a la Facultad de Ingeniería ni al Comité Editorial.

Journal of Research in Engineering Sciences by Universidad Agraria de Colombia – Uniagraria is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Unported License.

La publicación 'Journal of Research in Engineering Sciences' es producto de de la Universidad Agraria de Colombia -Uniagraria bajo el ISSN versión impresa: 2590-7174 – ISSN versión digital: 2590-6429, en idioma español. Es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons (CC).

COMITÉ EDITORIAL

Deivis Suárez Rivero
Ingeniero Agrónomo.
Maestría en Biología Vegetal.

Olga Marín Mahecha
Bióloga.
Maestría en Bioética

Adriana L. Mejía Terán
Ingeniera Agroindustrial.
Maestría en Diseño y Gestión de Procesos.

Gloria S. Barrera Arias
Administradora de Empresas.
Maestría en Ingeniería Industrial.

Carlos R. Suárez Suárez
Ingeniero Electrónico.
Maestría en Ingeniería Electrónica.

COMITÉ CIENTÍFICO

Carlos Amiama Ares
Ingeniero Agrónomo.
PhD en Ingeniería.
Universidad Santiago de Compostela, España

José Emilio Vargas Soto
Ingeniero Mecánico.
PhD. Doctor en Informática y Automática.
Universidad Autónoma de Querétaro, México

José Dalton Cruz Pessoa
Físico.
PhD en Gestión de Empresas.
Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

Carlos Mario Zuluaga

Ingeniero Químico.
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos.
Doctor en Ingeniería Química
Universidad Nacional, Colombia.

Wilfredo Guaita

Ingeniero Industrial.
Doctor en Administración de Empresas.
Universidad de Guayana, Venezuela.

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

Maikel Suárez Rivero
Jannet Ortiz Aguilar
Addy Esperanza Puentes
María Fernanda Sanabria Cepero
Luz Dary Agudelo Gutiérrez
Sergio L. Bermúdez Quintero
César A. Gómez Suárez
Flor A. Morales Rivera
Patricia Miranda Villa

Corrección de textos

Osmar Alberto Peña

Concepto Gráfico

Diseño, Composición e Impresión

Entrelibros e-book solutions
www.entrelibros.co
Laura García Tovar

Bogotá - Colombia

2019

ISSN versión impresa: 2590-7174

ISSN versión digital: 2590-6429

Contenido

Nota editorial Bióloga Olga Marín Mahecha	5
Área de agroindustria	
Películas comestibles como alternativa para mitigar las pérdidas poscosecha en frutas Blanco-Lizarazo, C. M.; Galvis, J. A.; Farias-Campomanes, Á. M.	8
Evaluación del potencial uso de la cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>) en la obtención de biodiésel de aceite de palma Sierra Sarmiento, M. A.; Espinosa Gómez, A. P.; Hoyos-Leyva, J. D.; Lozano-Gil, R. A.	19
Área de mecatrónica aplicada y la geotecnia	
Diseño de un sistema de control para un tanque suministrador de agua para vivienda y proceso de lavado del café de la finca Las Minas, Oiba (Santander) Sandoval, A.; Ruiz, C.; Quiroga, F. A.; Chaves, G. C.	30
Aspectos que condicionan las modelaciones físicas en la predicción del comportamiento de estructuras geotécnicas reales Fino, C; Lozano, D; Ruge, J. Área de ciencias sociales aplicadas a la ingeniería	40
Reflexiones sobre implicaciones didácticas para la formación tecnocientífica compleja de investigadores en América Latina Suárez Rivero, D.	49
Los servicios públicos como indicadores para medir la pobreza en América Latina y el Caribe Monroy Pedraza, H. M.	56
Instrucciones para los autores	72

Editorial

El Journal of Research in Engineering Science - JRES es una publicación científica anual de la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA, orientada a divulgar estudios relacionados con la investigación en ingeniería y áreas afines.

Desde su primera edición en el año 2016, esta revista incluye trabajos originales e inéditos en español e inglés, permitiendo así potenciar la divulgación del conocimiento especializado y reducir las brechas existentes entre la investigación y la transferencia del conocimiento, así como entre el conocimiento y la práctica diaria. En tal sentido, hoy es evidente que áreas de la ingeniería tan disímiles como la “agroindustria”, la “mecatrónica” y las “sociales”, entre otras, coinciden en el nuevo papel y las funciones que debieran asumir las instituciones generadoras de conocimiento, profundizando en aspectos como la formación tecnocientífica dentro de las instituciones de educación superior en América Latina.

Para el JRES, las respuestas a las interrogantes en torno a la formación de capital humano calificado, emprendedor e innovador, así como lo referente a la transferencia de conocimiento y tecnología deben estar encaminadas a contribuir al

The Journal of Research in Engineering Science - JRES, is an annual scientific publication, of the Faculty of Engineering, of the Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA, aimed at disseminating studies related to research in Engineering and related areas.

Since its first edition in 2016, this magazine includes original and unpublished works in Spanish and English; thus allowing to promote the dissemination of specialized knowledge and reducing the existing gaps between research and knowledge transfer, as well as between knowledge and daily practice. In this sense, today it is evident that areas of engineering as dissimilar as “agroindustry”, “mechatronics”, and “social”, among others, coincide in the new role and functions that knowledge-generating institutions should assume, deepening aspects such as techno-scientific training within Higher Education Institutions in Latin America.

For the JRES, the answers to the questions regarding the formation of qualified, entrepreneurial and innovative human capital, as well as those referring to the transfer of knowledge and technology should be aimed at contributing to the collective knowledge of science-society

conocimiento colectivo de las relaciones ciencia-sociedad, partiendo de investigar sobre las necesidades reales del entorno social para luego divulgar y transferir dicho conocimiento en un lenguaje que sea comprendido, no solo por la comunidad científica, sino también por los beneficiarios, el sector productivo. Al mismo tiempo, este volumen del JRES llama la atención sobre la importancia analítica que revisten los enfoques tecnocientíficos basados en la perspectiva paradigmática de los autores y las diferentes problemáticas sociales en contextos reales que estos afrontaron mediante el estudio científico-experimental o no experimental.

En concordancia con lo anterior, este volumen se caracteriza por demostrar la necesidad de seguir formando capacidades tecnocientíficas desde las instituciones de educación superior, así como fortalecer la transferencia del conocimiento especializado con los aportes de autores nacionales e internacionales. En este contexto, se brinda a la comunidad en general disímiles e innovadoras soluciones ingenieriles para el desarrollo sostenible de las regiones, el medioambiente y el emprendimiento, así como la importancia de innovar tecnocientíficamente para ser más competitivos.

Olga Marín Mahecha

Investigador del Grupo de Investigación e Innovación Agroindustrial - Ginna

Programa de Ingeniería Agroindustrial - UNIAGRARIA

relations; beginning by from investigating the real needs of the social environment and then disseminating that knowledge into a language said knowledge in a language that is understood, not only by the scientific community, but also by the main beneficiaries, the productive sector. At the same time, this volume of the JRES draws attention to the analytical importance of techno-scientific approaches based on the author's paradigmatic perspective and the different social problems in real contexts that they faced through experimental or non-experimental scientific study.

Alligned with the above mentioned, this volume is characterized by demonstrating the need to continue training techno-scientific capacities from Higher Education institutions, as well as strengthening the transfer of specialized knowledge, with the contribution of national and international authors. In this context, the community in general is offered dissimilar and innovative engineering solutions for the sustainable development of regions, the environment and entrepreneurship, as well as the importance of techno-scientifically innovating to be more competitive.

Olga Marín Mahecha

Investigador del Grupo de Investigación e Innovación Agroindustrial - GINNA

Programa de Ingeniería Agroindustrial - UNIAGRARIA

Área de Agroindustria

Películas comestibles como alternativa para mitigar las pérdidas poscosecha en frutas

Edible films as an alternative to reduce post-harvest losses on fruits

Carla María Blanco-Lizarazo*, Jesús Antonio Galvis V y Ángela María Farias-Campomanes

Grupo de investigación “Conservación de Frutas y hortalizas”, programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

Fecha de recepción: febrero de 2019 / **Fecha de aceptación:** junio de 2019

Resumen

Cada vez es mayor la demanda de los consumidores por productos sanos, nutritivos, naturales y beneficiosos para la salud, lo cual ha motivado y orientado investigaciones hacia el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas como una alternativa para satisfacer estas necesidades.

Las películas y los recubrimientos comestibles se aplican con el objetivo de extender la vida útil de los alimentos y proveen la posibilidad de aumentar la seguridad del producto a través de la barrera que presentan a la transferencia de humedad, oxígeno y compuestos responsables de sabor, color y aroma. El uso de recubrimientos comestibles a base de polisacáridos, proteínas, lípidos, aditivos y compuestos activos juega un papel importante en la industria de alimentos y ha demostrado ser efectivo en la conservación de frutas y hortalizas, ya que controlan la transferencia de gases, el crecimiento microbiano y mantienen las características deseadas por los consumidores, como la apariencia fresca, la firmeza, el brillo, el color, la calidad y el valor comercial de un alimento fresco.

Palabras clave: sabor, color, aroma, crecimiento microbiano.

* Correspondencia: Blanco.olga@uniagraria.edu.co

Abstract

Currently the demand of consumers for healthy, nutritive and natural food is high. This panorama has increased research about the development of edible films and coatings for vegetables and fruits as an alternative to fulfill these requirements. Edible films and coatings are applied for extend shelf life and allowed enhancing the safety of the product because are a good barrier against vapor, oxygen, and compounds related to taste, color and aroma. The application of different components like polysaccharides, proteins, lipids, additives and other active compounds in different kinds of edible films has been efficient for fruits preservation because controlled gas transfer, microbial growth, and maintain quality characteristics for consumers as fresh appearance, firmness, brightness, color, and cost of fresh food.

Keywords: taste, color, aroma, microbial growth.

Introducción

Se estima que las pérdidas poscosecha de los productos hortofrutícolas a nivel mundial sobrepasan el 20 % y sus causas son de índole mecánico, fisiológico, biológico y físico. Entre las razones se incluye también el incorrecto proceso de recolección, el uso de empaques inadecuados y las vías ineficientes para el transporte de los productos, entre otros, lo cual se traduce en un corto periodo de vida útil (Almeida, Reis, Santos, Vieira y da Costa, 2011). En Colombia, estas pérdidas fluctúan entre el 25 % y el 80 % de la producción total y son asociadas al daño mecánico, físico y biológico, este último causado por la presencia de insectos y microorganismos en las superficies, los cuales están presentes en concentraciones de 3 a 4 Log UFC.g⁻¹ de mohos y levaduras y ≥ 6 Log UFC.g⁻¹ de bacterias, aproximadamente. El daño biológico genera cambios indeseables en apariencia, aromas e invasión al interior de la fruta, comprometiendo la inocuidad del producto y acelerando su deterioro (Min y Krochta, 2005).

Por otro lado, Cagri, Ustunol y Ryser (2004) afirman que cada vez es más alto el número de consumidores que demandan alimentos de alta calidad y frescos, actualizando el concepto de empaques activos, los cuales alteran las condiciones alrededor del alimento para mantener en el producto la calidad y la frescura, proveyendo propiedades sensoriales y aumentando su vida útil. Esta situación ha llevado a los investigadores a desarrollar tecnologías amigables con el medioambiente a través de

la búsqueda y el uso de materiales naturales, entre los que sobresalen los polisacáridos, las proteínas, los lípidos y las mezclas de estos compuestos para ser utilizados como recubrimientos comestibles en la superficie de frutas y hortalizas, con el objetivo de controlar el crecimiento de patógenos y acciones de deterioro, causados por agentes externos que ocasionan defectos en la maduración, así como prolongar la vida útil con la reducción de la transferencia de gases y vapor de agua (Fernández, Echeverría, Mosquera y Paz, 2017).

Los principales métodos para la conservación a nivel industrial de frutas en fresco son la desinfección por aspersión, inmersión y el almacenamiento en refrigeración; sin embargo, los agentes antimicrobianos usados para la desinfección se difunden rápidamente de la superficie del producto a su interior, lo que reduce la concentración mínima inhibitoria para controlar microorganismos alterantes y patógenos (Min y Krochta, 2005). Respecto a la refrigeración, los resultados encontrados en moras por Horvitz, Chanaguano y Arozarena (2017) muestran que durante el almacenamiento refrigerado se mantiene constante la población de mohos y levaduras. Por otro lado, este método no disminuye la pérdida de masa, la cual incrementa constantemente hasta el 9 % después de 10 días en refrigeración. Por tanto, se hace importante diseñar métodos para aumentar la vida útil de las frutas sin alterar sus características físicas, sensoriales y nutricionales.

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz transparente continua, comestible y delgada que se

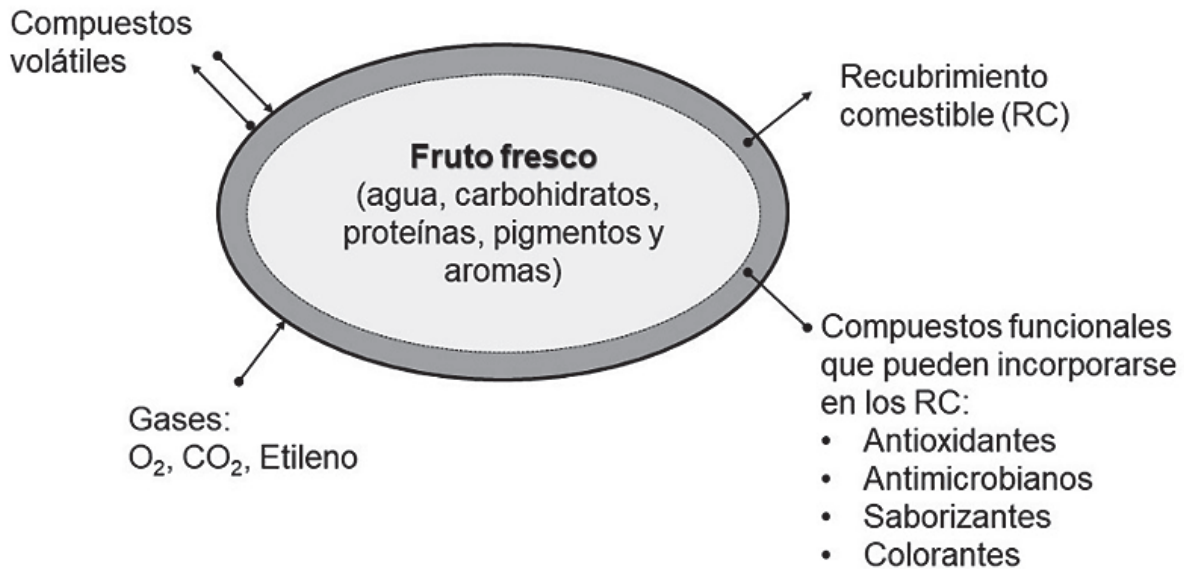
estructura alrededor de un alimento, generalmente mediante la inmersión de este en una solución formadora de recubrimiento, con el fin de preservar su calidad y servir de empaque. Las soluciones formadoras de películas o de recubrimientos comestibles pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de estos (Rhim, 2004; Vásconez, Flores, Campos, Alvarado y Gerschenson, 2009). Sánchez, Vargas, González, Chiralt y Cháfer (2011) sostienen que un recubrimiento o una película comestible es un material de envoltura (empaque) delgado empleado en la industria de alimentos y que puede ser consumido como parte de este, debido a que proviene de polímeros biodegradables, no tóxicos y que ayudan a mantener la calidad de los alimentos durante su conservación.

En consecuencia, la aplicación de películas comestibles en frutas podría ser una alternativa viable debido a que estas matrices permiten: (1) controlar la permeación de diversos gases implicados en la maduración del producto y reacciones de deterioro, (2) mitigar el crecimiento bacteriano, (3) reducir la migración de humedad, grasas, solutos, y (4) conservar

las características sensoriales del fruto (figura 1) (Falcó *et al.*, 2019; Min y Krochta, 2005). Por otro lado, pueden generar mayor control en el crecimiento microbiano respecto a otras alternativas convencionales como la desinfección por aspersión o inmersión, debido a que la incorporación de antimicrobianos en películas comestibles reduce la difusión hacia el interior del alimento (Min y Krochta, 2005), lo que permitiría conservar la concentración mínima inhibitoria en la superficie del fruto durante más tiempo. Además, las películas comestibles presentan una alternativa verde de conservación de alimentos porque reducen los desechos por envases, los cuales representan una problemática ambiental creciente. Asimismo, minimizan el uso de aditivos químicos para la conservación, lo cual se enmarca en dos megatendencias en el diseño de alimentos (Falcó *et al.*, 2019; Torres-León *et al.*, 2018).

El objetivo de esta revisión es presentar las principales propiedades de las películas comestibles, los mecanismos de acción y los avances recientes de su aplicación en frutas, así como las perspectivas más importantes para futuras investigaciones.

Figura 1. Transferencias controladas por barreras comestibles



Fuente: adaptado de Falguera, Quintero, Jiménez, Muñoz e Ibarz (2011).

Conceptos básicos de las películas comestibles

El uso de películas comestibles ha suscitado alto interés por la mitigación del crecimiento microbiano, el control en la permeación de gases y la disminución en la pérdida de humedad. En consecuencia, la aplicación de recubrimientos comestibles podría aumentar la calidad, la vida útil del producto y su inocuidad, así como conservar su valor nutricional y características sensoriales (Villegas y Albarracín, 2016).

La aplicación de películas comestibles en frutas y vegetales ha aumentado por su impacto en la frescura asociada al control del intercambio de oxígeno y dióxido de carbono

entre el producto y el ambiente, así como en la mitigación del crecimiento bacteriano a través de la adición de antimicrobianos. Por otro lado, reducen la migración de humedad, grasas, solutos y permiten la retención de volátiles asociados con el *flavor* (Falcó *et al.*, 2019; Min y Krochta, 2005). Adicionalmente, el mercado global de películas comestibles seguirá aumentando, ello asociado con la necesidad de proponer estrategias verdes en alimentos para minimizar el uso de aditivos químicos, disminuir la generación de desechos y aumentar la vida útil de alimentos frescos (Falcó *et al.*, 2019).

En el diseño de películas comestibles es necesario considerar de manera holística las necesidades de conservación de frutas. Por consiguiente, se requiere la incorporación

de múltiples componentes de diversa naturaleza química, así como emulsificantes, antioxidantes y antimicrobianos. Por lo tanto, es deseable diseñar una película comestible que contenga hidrocoloides, componentes de naturaleza lipídica y antimicrobianos con denominación gras (generalmente reconocidos como seguros, por sus siglas en inglés), debido a que la mayoría de las películas compuestas por componentes hidrofílicos e hidrofóbicos presentan mejores propiedades funcionales que los compuestos solamente por hidrocoloides, cuyas propiedades dependen de su compatibilidad, así como su heterogeneidad microestructural (Palou, Ali, Fallik y Romanazzi, 2016; Galus y Kadzińska, 2015). Estas películas compuestas son obtenidas por bicapas o emulsiones, donde los lípidos están dispersos en la matriz de biopolímeros. La mayor desventaja de las películas bicapa es que la técnica de preparación requiere de cuatro etapas: dos de aplicación y dos de secado, lo que dificulta su uso industrial.

Ventajas y propiedades de los recubrimientos comestibles

Falguera *et al.* (2011) y Fernandez *et al.* (2017) afirman que los recubrimientos comestibles deben presentar ciertas exigencias funcionales que permitan controlar o disminuir las causas de alteración de los alimentos a recubrir. Algunos de estos requisitos son:

- i) Ser libres de tóxicos y seguros para la salud.
 - ii) Requerir de una tecnología simple para su elaboración.
 - iii) Ser protectores de acción física, química y mecánica.
 - iv) Presentar propiedades sensoriales: deben ser transparentes y no ser detectados durante su consumo.
 - v) Mejorar las propiedades mecánicas y preservar la textura.
 - vi) Prolongar la vida útil del alimento a través del control sobre el desarrollo de microorganismos.
 - vii) Pueden regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento a través de la adición de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos y nutrientes.
 - viii) Presentar propiedades de barrera como transferencia de distintas sustancias, adecuada permeabilidad al vapor de agua, solutos y una permeabilidad selectiva a gases y volátiles desde el alimento hacia el exterior y viceversa.
- No obstante, resulta importante considerar que cuando se recubre una fruta para retardar la pérdida de humedad es necesario que exista una cierta permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono para evitar la respiración anaeróbica que puede inducir desórdenes fisiológicos, afectando la calidad y la vida de anaquel en los productos agrícolas (Falguera *et al.*, 2011). En este sentido, Rhim (2004) concluyó que las películas y los recubrimientos comestibles muestran un alto potencial para el control de la transferencia

de humedad, oxígeno, compuestos de lípidos, aroma y sabor en los sistemas de alimentos, trayendo como resultado que mejoran la calidad del alimento y su vida útil, y reducen el uso de materiales plásticos sintéticos.

Componentes de películas comestibles

Los componentes de las películas comestibles son proteínas, lípidos y carbohidratos. Las proteínas más usadas son: colágeno, gelatina, caseína, proteína de suero lácteo, gluten, proteína de soja, proteína de huevo, miofibrilares, quinoa y queratina. Respecto a los carbohidratos, los más usados son almidones, celulosa y sus derivados, pectina, quitosano, alginatos, carrageninas y goma gellan; los plastificantes usados para incrementar la flexibilidad y la elasticidad son glicerol, sorbitol, monoglicéridos, polietilenglicol y glucosa. En relación con los componentes de naturaleza lipídica, los más usados son aceites vegetales de maíz y girasol, así como ceras (Galus y Kadzińska, 2015; Tavassoli-Kafrani, Shekarchizadeh y Masoudpour-Behabadi, 2016).

Dentro de los carbohidratos, para la elaboración de las películas comestibles cobran especial importancia las gomas de polisacáridos por su potencial de sostenibilidad, biodegradabilidad y bioseguridad. Las gomas se clasifican con base en su origen botánico, forma, carga y estructura química, donde las principales usadas para la conservación de frutas y vegetales son arábica, goma de semillas de

albahaca, xantana, guar, gellan, goma de almendra, tragacanto, goma de durazno, proveniente de linaza, karaya, tara y carragenina (Tahir *et al.*, 2019).

Adicionalmente, las películas comestibles para aplicación en frutas contienen otros componentes como aditivos antipardeamiento, antimicrobianos, antioxidantes, modificadores de textura, colorantes, sabores, nutrientes, especias, surfactantes y plastificantes. Entre los más usados están los plastificantes como monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, polioles y fosfolípidos, los que son compuestos no volátiles, de bajos pesos moleculares y que se adhieren a los polímeros contribuyendo a la flexibilidad y a la fuerza de la película. La desventaja de los plastificantes y otros aditivos es que incrementan la permeabilidad a oxígeno, humedad, aroma y aceites. Adicionalmente, reducen la atracción intermolecular entre cadenas poliméricas (Tavassoli-Kafrani *et al.*, 2016). La selección de un empaque comestible depende principalmente de las características específicas del producto que requiere protección y de las condiciones de almacenamiento.

En general, los hidrocoloides proveen buenas características de barrera contra los gases, pero malas propiedades como barrera contra el agua debido a su carácter hidrofílico. De esta manera, los lípidos por su naturaleza hidrofóbica proveen una barrera efectiva contra la humedad y contribuyen a generar brillo para mejorar la apariencia del producto (Palou *et al.*, 2016). Las películas comestibles a base de lípidos se han usado por siglos para proteger los alimentos y prevenir la pérdida de humedad. El primer

uso reportado fue en China durante el siglo xx en limones y naranjas para prevenir la pérdida de humedad y darles brillo (Galus y Kadzin´ska, 2015).

Efectos de la aplicación de películas comestibles en frutas

Taqi, Mutihac y Stamatina (2014) prepararon películas comestibles utilizando pectina de manzana y almidón de mandioca con diferentes concentraciones de aceite de *Laurus nobilis* L. y ácido oleico para su aplicación en frutas, los autores concluyeron que las propiedades funcionales y mecánicas de la película dependen de la concentración y la naturaleza de cada uno de los componentes de la formulación. Villegas y Albarracín (2016) aplicaron un recubrimiento comestible de hidroximetilcelulosa y cera de abejas en moras de Castilla, lo que fue efectivo para reducir la fluctuación de acidez titulable, sólidos solubles, índice de madurez, pérdida de peso e índice de respiración. Por otro lado, Ruiz, Ávila y Ruales (2016) aplicaron un recubrimiento comestible en fresas compuesto por glicerol, aceite esencial de canela, almidón, agar-agar, aplicado a una temperatura de 45°C y concluyeron que el tiempo de vida útil aumentó de tres a siete días y no se generó un impacto sensorial negativo en el producto; además, los autores documentaron la influencia de las concentraciones de cada componente, así como la temperatura de aplicación (35 y 45°C). Por su parte, Torres-León *et al.* (2018) diseñaron una película comestible para duraznos a partir de cáscara de mango,

resultando en un producto de buenas propiedades de permeabilidad a oxígeno, etileno y CO₂, color, capacidad antioxidante y alta hidrofobicidad.

La aplicación de películas comestibles en frutas incorporan solamente componentes de naturaleza hidrofílica, como los resultados encontrados por Mannozi *et al.* (2017), quienes aplicaron películas comestibles de pectinas, alginato y su combinación en arándanos, y demostraron que la aplicación de películas no generó cambios en la pérdida de peso, la materia seca y el pH durante el almacenamiento refrigerado; sin embargo, la aplicación de los recubrimientos indujo cambios en la luminosidad y aumentó la intensidad de color azul y el ángulo hue, lo que podría atribuirse a la disminución en la oxidación o las reacciones de condensación de los compuestos fenólicos y, por tanto, la pérdida de antocianinas. Igualmente, la aplicación de la pectina y alginatos permitió la retención de la firmeza de las frutas, lo que podría explicarse con la reducción de la degradación de pectina y protopectina involucradas en la integridad estructural de las frutas. Asimismo, los autores encontraron que estos materiales de película reducen las cinéticas de crecimiento de levaduras y aerobios mesófilos.

Conclusiones y perspectivas de investigación

De esta revisión se concluye que el diseño de los recubrimientos comestibles aplicados en frutas debe considerar la inclusión de diferentes fuentes como los

polisacáridos, los lípidos y las proteínas en su formulación. Además, se pueden elaborar a base de mezclas de estos y actúan como antioxidantes y antimicrobianos a la vez, ya que se tiene en cuenta que el objetivo de los recubrimientos comestibles es mejorar la calidad de los productos frutícolas, prolongar su vida útil y dar valor agregado al producto, así como disminuir la pérdida de agua, color y regular el pH y la acidez durante el almacenamiento.

Los recubrimientos comestibles son biodegradables, con lo cual se ayuda a proteger el medioambiente. Por último, es importante continuar con las investigaciones que permitan dar continuidad a los recubrimientos comestibles en frutas, la búsqueda de ingredientes con énfasis en hidrocoloides, así como antimicrobianos y antioxidantes gras.

Referencias

- Almeida, A., Reis, J.D., Santos, D., Vieira, T. y da Costa, M. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 49-60.
- Cagri, A., Ustunol, Z. y Ryser, E. (2004). Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67, 833-848. Recuperado de <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.833>
- Falcó, I., Flores, P., Randazzo, W., Sánchez, G., López, A. y Fabra, M. (2019). Antiviral activity of alginate-oleic acid based coatings incorporating green tea extract on strawberries and raspberries. *Food Hydrocolloids*, 87, 611-618. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.055>
- Falguera, V., Quintero, J., Jiménez, A., Muñoz, J. e Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292-303. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.TIFS.2011.02.004>
- Fernandez, N., Echeverria, D.C., Mosquera, A. y Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15, 134. Recuperado de [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)134-141](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)134-141)
- Galus, S. y Kadzińska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 45, 273-283. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011>
- Horvitz, S., Chanaguano, D. y Arozarena, I. (2017). Andean blackberries (*Rubus glaucus* Benth) quality as affected by harvest maturity and storage conditions. *Scientia Horticulturae* (Amsterdam), 226, 293-301. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.002>
- Mannozi, C., Cecchini, J.P., Tylewicz, U., Siroli, L., Patrignani, F., Lanciotti, R., Rocculi, P., Dalla Rosa, M. y Romani,

- S. (2017). Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 85, 440-444. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.056>
- Min, S. y Krochta, J. (2005). Antimicrobial films and coatings for fresh fruit and Vegetables, in: Jongen, W. (ed.), *Improving the Safety of Fresh Fruit and Vegetables* (pp. 454-492). California: Woodhead Publishing Limited. Recuperado de <https://doi.org/10.1533/9781845690243.3.454>
- Palou, L., Ali, A., Fallik, E. y Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant- and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 41-52. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>
- Rhim, J. (2004). Food science and biotechnology.
- Ruiz, M., Ávila, J. y Ruales, J. (2016). Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*Fragaria vesca*) como proceso de poscosecha. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17, 276-287.
- Sánchez, L., Vargas, M., González, C., Chiralt, A. y Cháfer, M. (2011). Use of essential oils in bioactive edible coatings: A review. *Food Engineering Reviews*, 3, 1-16. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
- Tahir, H., Xiaobo, Z., Mahunu, G., Arslan, M., Abdalhai, M. y Zhihua, L. (2019). Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. *Carbohydrate Polymers*, 224, 115141. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115141>
- Taqi, A., Mutihac, L. y Stamatina, I. (2014). Physical and barrier properties of apple pectin/cassava starch composite films incorporating laurus nobilis L. Oil and Oleic Acid. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 1982-1993. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/jfpp.12174>
- Tavassoli, E., Shekarchizadeh, H. y Masoudpour, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137, 360-374. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.074>
- Torres-León, C., Vicente, A., Flores, M., Rojas, R., Serna, L., Álvarez, O. y Aguilar, C. (2018). Edible films and coatings based on mango (var. Ataulfo) by-products to improve gas transfer rate of peach. *Journal of Food Science and Technology*, 97, 624-631. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.057>

Vásconez, M.B., Flores, S.K., Campos, C.A., Alvarado, J. y Gerschenson, L. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42, 762-769. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.FOODRES.2009.02.026>

Villegas, C. y Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (*Rubus glaucus* benth). *Vitae*, 23, 202-210. Recuperado de <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a06>

Evaluación del potencial uso de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en la obtención de biodiésel de aceite de palma

Assessment of potential use of rice husk (*Oryza sativa*) in biodiésel production from palm oil

Sierra Sarmiento M. A., Espinosa Gómez A. P., Hoyos-Leyva J. D. y Lozano-Gil R. A.

Programa de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

Fecha de recepción: marzo de 2019 / Fecha de aceptación: julio de 2019

Resumen

La cascarilla de arroz es un residuo sólido agroindustrial de interés para su aprovechamiento, debido a que representa el 20 % del grano cosechado. El aprovechamiento de esta cascarilla se ha enfocado en su uso como sustrato para plantas en vivero y para producir energía mediante la combustión; sin embargo, dado su contenido de silicio, es un material potencial para ser usado en la obtención de catalizadores para la producción de biodiésel.

En el presente estudio se usó como catalizador sólido para la reacción de transesterificación con aceite de palma refinado en el proceso de producción de biodiésel. Se evaluaron los aspectos de preparación del catalizador tales como concentración del hidróxido y tiempo de impregnación de la ceniza. Los resultados experimentales revelaron que la mayor basicidad del catalizador es de $8,13 \pm 0,1$ mmol/g, se obtuvo en una concentración de NaOH 2,5 M con un tiempo de impregnación de tres horas. Se observó en la espectroscopía de la ceniza de cascarilla de arroz, obtenida por calcinación a una temperatura de 700°C por espacio de seis horas, la presencia de las bandas típicas para los enlaces O-Si-O (entre $1029,4\text{cm}^{-1}$ y $786,7\text{cm}^{-1}$) para el dióxido de silicio, característicos de la presencia de este compuesto en el residuo. Además, se observaron picos en longitudes de onda en el rango de $847,8$ y $879,6$ que indican la presencia de enlaces Si-O-Na. Este catalizador se empleó posteriormente en la obtención de biodiésel por reacción de transesterificación con aceite refinado de palma, variando la relación alcohol:aceite de 7:1 y 8:1, así como la concentración de catalizador con valores de 3 y 4 % en el peso del aceite. Se evidenció que el mayor rendimiento de biodiésel es de $86,3 \pm 0,7\%$, se presentó con la relación de alcohol:aceite de 8:1 y una concentración del catalizador del 3 %.

Palabras clave: biocombustibles, basicidad, calcinación, aceite de palma, catalizador.

Introducción

Comercialmente, la transesterificación de aceites vegetales o de grasas animales a biodiésel se lleva a cabo por catálisis homogénea en la presencia de una solución básica fuerte como el hidróxido de sodio o de potasio, los cuales han sido ampliamente usados en la producción industrial de biodiésel. Tales soluciones básicas pueden transformar los triglicéridos a sus correspondientes metilos ésteres de ácidos grasos con un alto rendimiento y en menor tiempo que la transesterificación realizada con un catalizador ácido, incluso a una temperatura más baja. Al final de la reacción, el catalizador deberá ser neutralizado con un ácido (Yang y Xie, 2007).

El uso de estos catalizadores homogéneos dificulta su posterior separación, adicionalmente los aceites vegetales o las grasas animales usualmente contienen ácidos grasos libres (agl) y agua, los cuales pueden tener efectos negativos significativos en la transesterificación de los glicéridos a alcoholes y que también obstaculizan la separación de los ésteres de ácidos grasos y glicerol, debido a la saponificación de los ácidos grasos, además de la generación de gran cantidad de aguas residuales (Ma y Hanna, 1999).

Debido a lo anterior, se han desarrollado catalizadores sólidos de fácil recuperación y reciclaje, los cuales pueden catalizar la transesterificación de aceites de baja calidad o grasas con presencia de ácidos grasos y agua, y se han explorado varios tipos de materiales catalíticos para mejorar

la transesterificación de glicéridos, dentro de los que se encuentran óxidos metálicos alcalinotérreos como el óxido de calcio (Meter, Kulkarni, Dalai y Naik, 2008; Zhu et al., 2006; Liu, He, Wang, Zhu y Piao, 2008) y metóxido de calcio (Liu et al., 2008), los cuales han mostrado una excelente actividad catalítica y estabilidad para la producción de biodiésel. No obstante, dichos catalizadores pueden absorber H₂O y CO₂ en el proceso de reacción y formar una suspensión con los productos, la cual puede incrementar la viscosidad haciendo más difícil la separación del producto. También se han hecho estudios sobre grupos de catalizadores sólidos y ácidos usados simultáneamente, los cuales han presentado problemas de lixiviación de los sitios activos además de presentar reacciones lentas (Castellar, Angulo y Cardozo, 2014).

Por otra parte, se ha evaluado el uso de residuos agroindustriales: cenizas de *Brassica nigra* (como catalizador heterogéneo para la producción de biodiésel a partir de aceite de soja y de *Jatropha*) (Nath, Das, Kalita y Basumatary, 2019) y cascarilla de arroz (como fuente de silicio en la elaboración de catalizadores de silicato de sodio usados en la obtención de biodiésel a partir de aceite de soja) (Guo, Wei, Xiu y Fang, 2012).

Para la obtención de dichos catalizadores a partir de cascarilla de arroz, este material se somete a procesos de secado y calcinación con temperaturas de hasta 110 °C y 600 °C respectivamente, las cenizas de cascarilla de arroz obtenidas del proceso de calcinación se someten a una etapa de impregnación con hidróxido de sodio a

diferentes concentraciones para obtener el catalizador (Rafiee, Shahebrahimi, Feyzi y Shaterzadeh, 2012).

Con el uso de silicato de sodio se han obtenido rendimientos en la transesterificación de aceite de soya de hasta 96 %, usando un 3 % de catalizador, una relación molar de metanol, aceite de soya de 7,5:1 y temperatura de reacción de 60 °C por espacio de 60 minutos, dicho catalizador se logró usar hasta cinco veces antes de perder su reactividad (Guo, Peng, Dai y Xiu, 2010).

El presente estudio permitió evaluar el efecto del pretratamiento de la cascarilla en la basicidad del catalizador, así como las variables de operación, tales como: concentración de catalizador, relación molar alcohol:aceite en el rendimiento de la obtención de biodiésel a partir de aceite de palma y etanol.

Materiales y métodos

Materiales

Los equipos usados en la investigación fueron: horno de secado Binder-ed23ul, horno de convección Labtech-ldo 080F, balanza analítica Precisa-xt 120A, plancha de calentamiento sci Finetech, espectrofotómetro jp Selectra, vortex Gemmy-vm 300P, baño termostado Lauda-011, pH metro Hanna ph21, autoclave Allamerilan y equipo viscosímetro Lauda E 100.

Pretratamiento de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz se lavó con agua para remover las partículas solubles, polvo y otros contaminantes presentes, de esta manera también se eliminaron la arena y las impurezas pesadas. Después de esto, se secó en horno de secado por convección forzada a una temperatura de 110 °C por un espacio de 24 horas (Rafiee et al., 2012).

Las muestras de cascarilla se sometieron a tratamiento térmico en crisoles cerámicos. Los ciclos de calentamiento se realizaron en una mufla eléctrica con una velocidad de calentamiento de 5 °C / min a una temperatura máxima de 700 °C por un espacio de seis horas. De esta manera se obtuvo la ceniza de la cascarilla de arroz (Patil, Dongre y Jyotsna, 2014).

Obtención del catalizador

Se tomaron 10 g de muestra de ceniza y se llevaron a reacción con 80 mL de hidróxido de sodio en concentraciones de 2,5 y 3 N, para tiempos de impregnación de dos y tres horas, para lo cual se empleó un balón de fondo plano de 250 mL acoplado a un condensador de serpentín a reflujo constante, una vez terminado este proceso se dejó enfriar y luego se filtró la solución con papel filtro whatman grado 2 haciendo uso de una bomba de vacío, el residuo se lavó con 20 mL de agua destilada caliente (Monshizadeh, Rajabi, Hossein y Mohammadi, 2011).

Posteriormente, el residuo lavado se secó a 200°C por espacio de 15 a 20 minutos y luego se calcinó en una mufla a 400°C por un tiempo de dos horas, obteniéndose de esta forma el silicato de sodio (Guo *et al.*, 2010).

Evaluación de la basicidad del catalizador

El procedimiento consiste en pesar 0,5 g de muestra a la cual se adicionan 20 mL de benceno y 1 mL de solución indicadora (azul de bromotimol) en un Erlenmeyer de 100 mL, la presencia de una coloración verde demuestra la presencia de las propiedades básicas del catalizador. A continuación, la muestra se titula con una solución de ácido benzoico 0,1 N en benceno, se toma como punto final de la titulación la desaparición del color verde en la muestra y la basicidad se reporta como los mmol. del ácido benzoico requerido sobre los gramos de muestra (Tanabe y Yamaguchi, 1963).

Caracterización del catalizador por espectroscopia

El análisis de espectrofotometría se llevó a cabo en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de masas de la Universidad Industrial de Santander, usando un espectroscopio ft-ir Alpha ii, para un rango de escaneo de 600 a 4000 cm⁻¹.

Evaluación del efecto de la concentración del catalizador y la relación molar en el rendimiento de biodiésel

Se empleó un reactor de vidrio de tres bocas de 250 mL equipado con un condensador para reflujo. Se cargaron al reactor 30 g de aceite de palma refinado, se usó una relación molar de aceite:metanol de 7:1 y 8:1, respectivamente, un contenido de catalizador de 3,0, 4,0 y 5,0 % en peso del aceite, temperatura y velocidad de reacción de 65°C y 250 revoluciones por minuto respectivamente (Guo *et al.*, 2010).

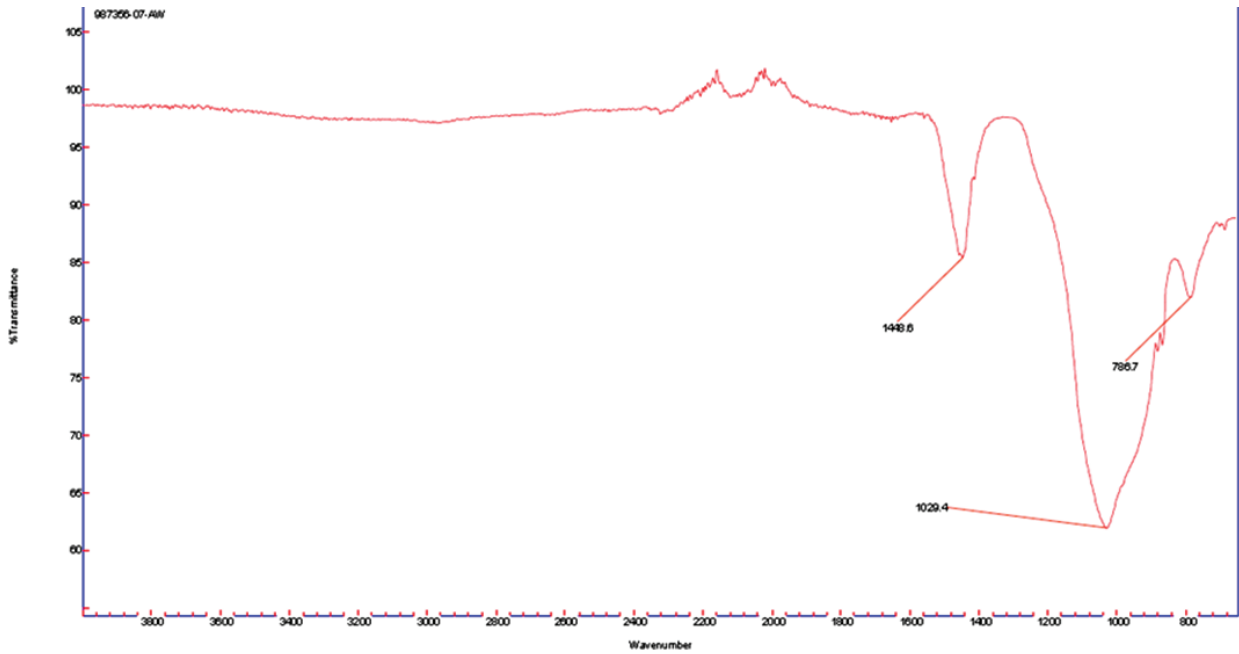
Resultados y discusiones

Pretratamiento de la cascarilla de arroz

Se obtuvo un 20,03 ± 0,034 % de ceniza de cascarilla de arroz, lo que está dentro de lo reportado por Rafiee *et al.* (2012) y que presenta un rendimiento de hasta un 22,50 %; mientras que Patil *et al.* (2014) reportan un rango de porcentaje entre 14 % y 25 % de cenizas de cascarilla de arroz, lo que permite inferir que el valor obtenido en este estudio está dentro esperado para este tipo de subproducto.

A las cenizas obtenidas se les efectuó un análisis de espectrofotometría de infrarrojo, obteniéndose el espectro presentado en la figura 1.

Figura 1. Espectrofotometría infrarroja de las cenizas de cascarilla de arroz



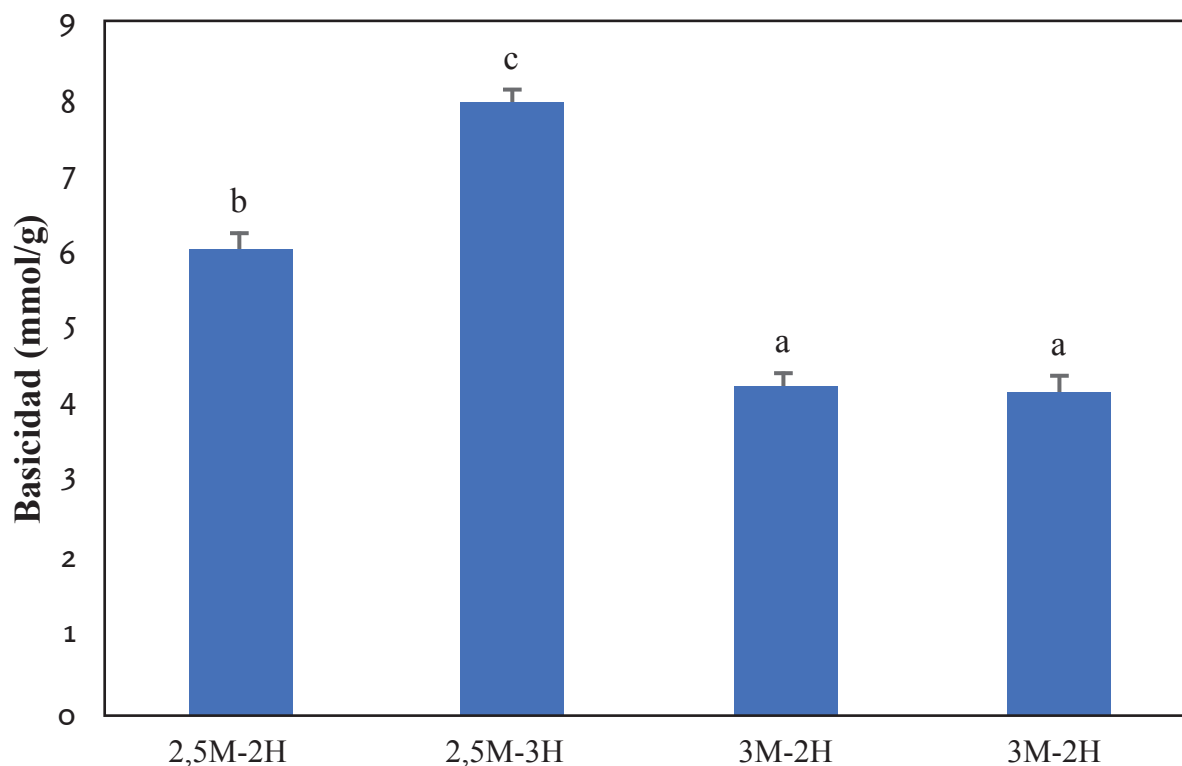
Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el espectro de infrarrojo de la ceniza de cascarilla de arroz (cca) reporta las bandas típicas para los enlaces O-Si-O (entre 1029,4cm⁻¹ y 786,7 cm⁻¹) para el dióxido de silicio, lo anterior es comparable con lo reportado en estudios previos (Rafiee *et al.*, 2012), donde se reportan dichos enlaces para longitudes de onda de entre 1096 y 798 cm⁻¹.

Análisis de la concentración del hidróxido sobre la basicidad del catalizador

En la figura 2 se pueden observar los resultados del análisis de la basicidad del catalizador para los diferentes tratamientos.

Figura 2. Efecto de la concentración de hidróxido de sodio sobre la basicidad del catalizador



Fuente: elaboración propia.

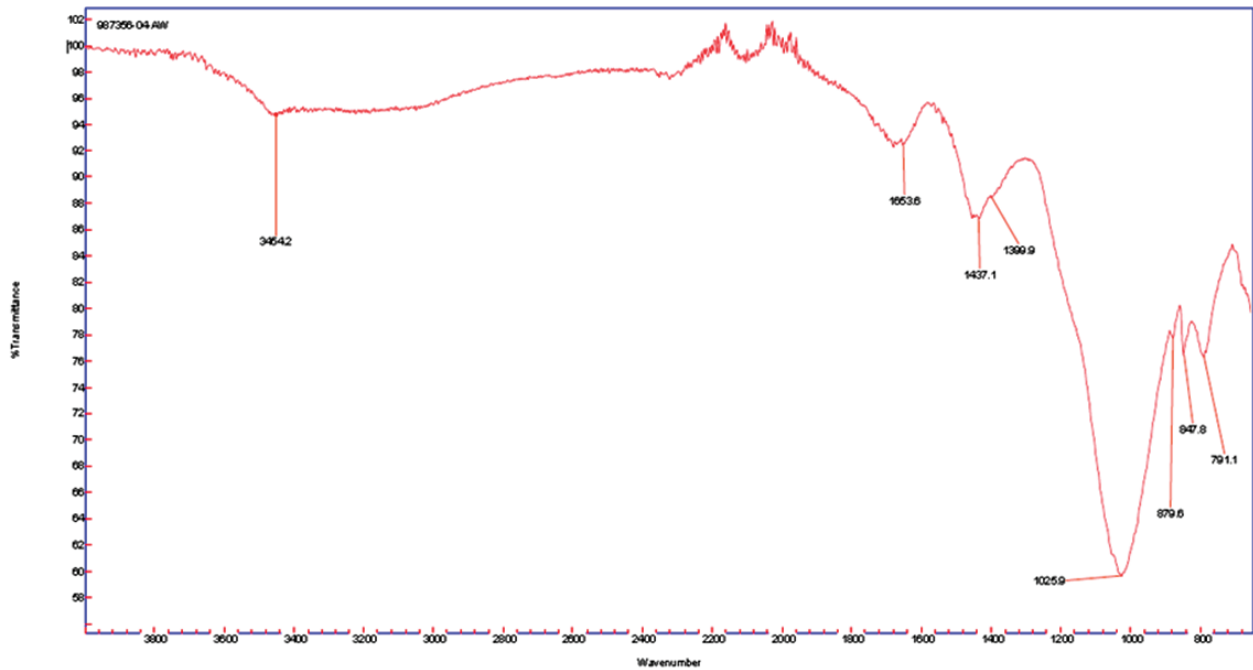
De acuerdo con la figura anterior y con el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos con una probabilidad de $p < 0,01$.

También se puede evidenciar que el tratamiento que presentó mayor porcentaje de basicidad con un valor promedio de $8,1 \pm 0,1$ mmol/g fue el que corresponde a una impregnación de la ceniza con hidróxido

de sodio en concentración de 2,5 M por un espacio de tres horas. Este valor es un poco menor a lo reportado en estudios previos en el que después de calcinar silicato de sodio a 400°C por espacio de dos horas reportó valores de basicidad de 12,4 mmol/g (Guo *et al.*, 2010).

En la figura 3 se puede observar el resultado de la espectroscopia de infrarrojo del catalizador.

Figura 3. Espectrofotometría infrarroja del catalizador de silicato de sodio



Fuente: elaboración propia.

Del análisis de espectrofotometría efectuado al catalizador que presentó la mayor basicidad se puede evidenciar un pico con valor de 1439,1 cm^{-1} , atribuido al enlace Si-O-Si; los picos con valores de 3622 y 3416,0 cm^{-1} son atribuidos a las vibraciones del grupo hidroxilo presentes en la estructura del catalizador (Rafiee *et al.*, 2012).

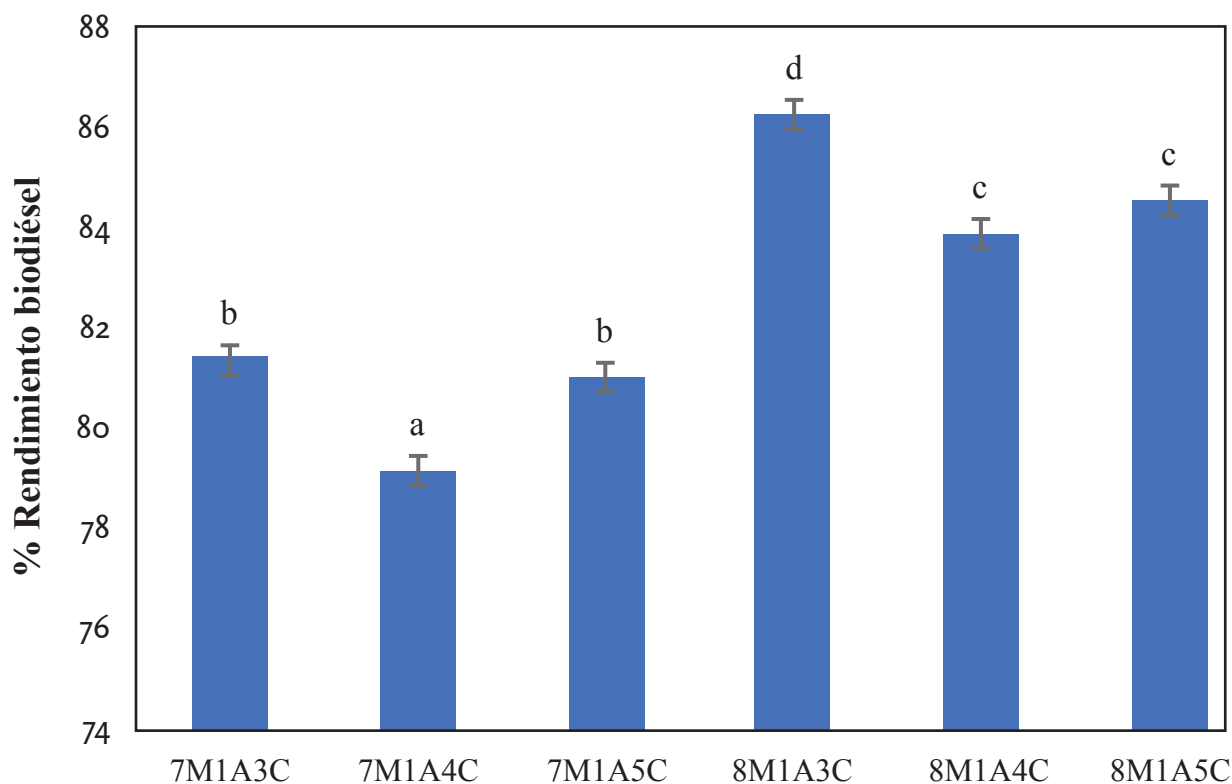
El pico en la longitud de onda de 879,6 cm^{-1} es característico de un nuevo enlace Si-O-Si, indicando que el tetraedro SiO_4^{4-} presente en el catalizador cambió de un estado de baja polarización a uno de alta polarización (Guo *et al.*, 2010).

La presencia de bandas de absorción en longitudes de onda entre 847,8 y 879,6 cm^{-1} indican la presencia de enlaces Si-O-Na (Noor *et al.*, 2014).

Evaluación de la concentración de catalizador y relación alcohol:aceite en el rendimiento del biocombustible

En la figura 4 se observa el análisis del efecto de la concentración del catalizador y la relación molar aceite:metanol en el rendimiento del biodiésel.

Figura 4. Resultados del efecto de la concentración de catalizador y relación alcohol:aceite en el rendimiento de biodiésel



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar de la figura anterior y como resultado del análisis de varianza, los tratamientos presentan diferencias significativas respecto del rendimiento de biodiésel con un valor $p < 0,01$.

El mayor rendimiento de biodiésel se obtuvo con un porcentaje de catalizador del 3% para las dos relaciones de metanol:aceite 7:1 y 8:1, presentando rendimientos de $81,4 \pm 0,7\%$ y $86,3 \pm 0,7\%$, respectivamente.

Estudios previos de biodiésel a partir de aceite de soya (Chen *et al.*, 2013) usando

relaciones de metanol:aceite de 9:1 y concentración del 3% del catalizador obtenido de la modificación de la ceniza de cascarilla de arroz, han permitido obtener rendimientos hasta del 96%.

Conclusiones

Se pudo obtener un catalizador con características básicas de hasta $8,13 \pm 0,14$ mmol/g, el cual se aproxima a los valores reportados por la literatura con impregnación de ceniza de cascarilla de arroz

con hidróxido de sodio en concentración de 2,5 M por espacio de tres horas.

El catalizador se evaluó en concentraciones de 3,4 y 5 % en peso del aceite refinado de palma en reacción de transesterificación con metanol para dos tipos de relaciones alcohol:aceite de 7:1 y 8:1, encontrándose que el mayor rendimiento se presenta para las condiciones de catalizador 3 % y relación molar alcohol:aceite de 8:1, obteniéndose un valor de $86,33 \pm 0,67$ %.

El catalizador obtenido permitió evidenciar la presencia de grupos silanoles en su estructura, también se evidenció la presencia de bandas de absorción ratificando la presencia de enlaces Si-O-Na, lo que evidencia la incorporación de los iones de sodio a la estructura de silicio de la ceniza.

Del estudio se pudo evidenciar la posibilidad del uso de este residuo de la agroindustria arroceras en la obtención de productos de mayor valor agregado como los biocombustibles, dándole un uso a la cascarilla de arroz y minimizando de esta forma el impacto por la contaminación ambiental que presenta este subproducto.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte económico de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

Referencias

- Castellar, G., Angulo, E. y Cardozo, B. (2014). Transesterificación de aceites vegetales empleando catalizadores heterogéneos. *Prospectiva*, 12(2), 90-104.
- Chen, K., Wang, J., Dai, Y., Wang, P., Liou, C., Nien, C., Wu, J. y Chen, C. (2013). Rice husk ash as a catalyst precursor for biodiesel production. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44(4), 622-629.
- Guo, F., Peng, Z., Dai, J. y Xiu, Z. (2010). Calcined sodium silicate as solid base catalyst for biodiesel production. *Elsevier*, 91, 1.
- Guo, F., Wei, N., Xiu, Z. y Fang, Z. (2012). Transesterification mechanism of soybean oil to biodiesel catalyzed by calcined sodium silicate. *Elsevier*, 93, 468-472.
- Hindryawati, N., Maniam, G.P., Karim, M.R. y Chong, K. (2014). Transesterification of used cooking oil over alkali metal (Li, Na, K) supported rice husk silica as potential solid base catalyst. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 17(2), 95-103.
- Liu, X., He, H., Wang, Y., Zhu, S. y Piao, X. (2008). Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a solid base catalyst. *Fuel*, 87(2), 216-221.

- Ma, F. y Hanna, M. (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, 70, 1-15.
- Meter, L., Kulkarni, M., Dalai, A. y Naik, S. (2008). Transesterificación of karanja (pongamia pinnata) oil by solid basic catalysts. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 389-397.
- Monshizadeh, M., Rajabi, M., Hossein, M. y Mohammadi, V. (2011). *Synthesis and characterization of nano SiO₂ from rice husk ash by precipitation method*. Ponencia presentada en 3rd National Conference on Modern Researches in Chemistry and Chemical Engineering, Berlín, Alemania.
- Nath, B., Das, B., Kalita, P. y Basumatary, S. (2019). Waste to value addition: Utilization of waste Brassica nigra plant derived novel green heterogeneous base catalyst for effective synthesis of biodiesel. *Journal of Cleaner Production*, 239(1), 118112.
- McNeff, C., McNeff, L., Yan, B., Nowlan, D., Rasmussen, M., Gyberg, A., Krohn, B., Fedie, R. y Hoye, T. (2008). A continuous catalytic system for biodiesel production. *Applied Catalysis A: General*, 343(1-2), 39-48.
- Patil, R., Dongre, R. y Jyotsna, M. (2014). Preparation of silica powder from rice husk. *IOSR Journal of applied chemistry*, 26-29.
- Rafiee, E., Shahebrahimi, S., Feyzi, M. y Shaterzadeh, M. (2012). Optimization of sintesis and characterization of nanosilica produced from rice husk (a common waste material). *International Nano Letters*, 2(29), 1-2.
- Tanabe, K. y Yamaguchi, T. (1963). Basicity an acidity of solid surfaces. *Journal of the Research Institute for Catalysis Hokkaido University*, 11(3), 179-184.
- Yang, Z. y Xie, W. (2007). Soybean oil transesterification over zinc oxide modified with alkali earth metals. *Fuel Processing Technology*, 88, 631-829.
- Zhu, H. Zongbin, W., Yuanxiong, C., Zhang, P., Shijie, D., Xiaohua, L. y Zongqiang, M. (2006). Preparation of biodiesel catalyzed by solid super base of calcium oxide and its refining process. *Chinese Journal of Catalysis*, 27(5), 391-396.

Área de mecatrónica aplicada y la geotecnia

Diseño de un sistema de control para un tanque suministrador de agua para vivienda y proceso de lavado del café de la finca Las Minas, Oiba (Santander)

Design of a control system for a housing water supply tank and coffee washing process at the Las Minas farm, Oiba (Santander)

Sandoval A., Ruiz C. Quiroga F. A. y Chaves G. C.

Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

Fecha de recepción: marzo de 2019 / Fecha de aceptación: julio de 2019

Resumen

Este artículo expone el diseño de un sistema de control para un tanque de agua donde se filtrará y distribuirá de forma automática para el suministro de agua potable de una vivienda y para el lavado del café de la finca Las Minas. El diseño se basó en la metodología desarrollada por Karl T. Ulrich, la cual se fundamenta en seis fases: reconocimiento de la necesidad, identificación del problema, recopilación de la información, conceptualización, evaluación y comunicación del diseño.

Se realizó una visita técnica al tanque ubicado en el municipio de Oiba, Santander, para determinar su estado y la disposición general de los diferentes componentes a partir del método de la filtración del agua que resultase mejor y más económico, contemplando los requerimientos establecidos por el usuario final. Asimismo, las respuestas obtenidas del controlador pid, basadas en el segundo método de Zigler Nichols, proporcionando al sistema rapidez y estabilidad con su implementación.

Palabras clave: filtración, labores agrícolas, valor agregado.

Abstract

This article presents the design of a control system for a water tank where it will be filtered and distributed automatically for the supply of drinking water to a home and for washing the coffee on the Las Minas farm. The design was based on the methodology developed by Karl T. Ulrich, which is based on six phases: recognition of the need, identification of the problem, information gathering, conceptualization, evaluation and communication of the design. A technical visit was made to the tank located in the municipality of Oiba, Santander, to determine its status and the general arrangement of the different components based on the best and most economical water filtration method, considering the requirements established by the final user. Likewise, the responses obtained from the PID controller, based on the second method of Ziegler Nichols, providing the system with speed and stability with its implementation.

Keywords: filtration, agricultural work, added value.

Introducción

Al ser Colombia un país de producción principalmente agrícola, la implementación y la investigación de equipos que permitan la optimización y el aprovechamiento de un recurso natural vital, para el uso de las actividades cotidianas del ser humano y procesos de producción agrícola, juegan un papel muy importante para el desarrollo de la industria. Esta investigación presenta una solución enfocada al desarrollo del sector primario de la economía y de las regiones, desarrollando un sistema mecatrónico que permite el aprovechamiento de la pérdida de

agua que se presenta en la falta de control en los tanques de llenado, mejorando el filtrado del agua usada para el consumo humano y las labores agrícolas, dando así un valor agregado al uso de los tanques del sector.

Diseño

Para realizar el diseño del sistema de control del tanque se hizo una visita a la finca Las Minas en el municipio de Oiba, Santander, en la figura 1 se puede apreciar el tanque de almacenamiento con el que cuenta la finca.

Figura 1. Tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia.

El tanque cuenta con tres subtanques, el primero se encarga de almacenar el agua que se recoge para poder empezar el proceso y está ubicado en la parte izquierda; el segundo se encarga de filtrar el agua que recibe el anterior y el tercero distribuye el líquido potable para la vivienda y el proceso de secado de café.

La capacidad del sistema está dada por la pérdida de la fruta registrada semanalmente durante los últimos seis meses, el área se establece a partir del espacio disponible para el almacenamiento del agua y según el artículo 373 de 1997, por el cual se establece

el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, esto determina la capacidad por área para diseñar el sistema de control y que se evite el desperdicio.

El diseño horizontal del tanque permite mantener un flujo constante del agua, evitando el represamiento del líquido y garantizando el paso por el sistema de filtración convencional, esto permite remover las partículas que se adhieren a los componentes de filtración (Arboleda, 2000).

Los criterios establecidos como resultado de la visita y el análisis del funcionamiento del tanque se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios de diseño

Parámetro				
Capacidad	Volumen	Área	Capacidad por área	Posición
5,91 m ³	0,48 m ³	12,36 m ²	20,35 m ²	horizontal

Fuente: elaboración propia.

A partir de las condiciones de operación y con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto, se establece el acero inoxidable austenítico como el material idóneo para construir el equipo (Wagner, 2012).

Diseño del sistema de control

El modelamiento mecánico del sistema se obtiene al efectuar los pasos que se describen a continuación.

Análisis de sensores

El análisis se realiza a partir del diagrama de comportamiento del sensor de turbidez abb, dado que el sensor tiene un comportamiento lineal se puede definir que la ecuación que lo representa es de una línea recta con pendiente diferente a cero. A continuación, se reflejan las ecuaciones.

$$y = \frac{7t}{60} \quad (1)$$

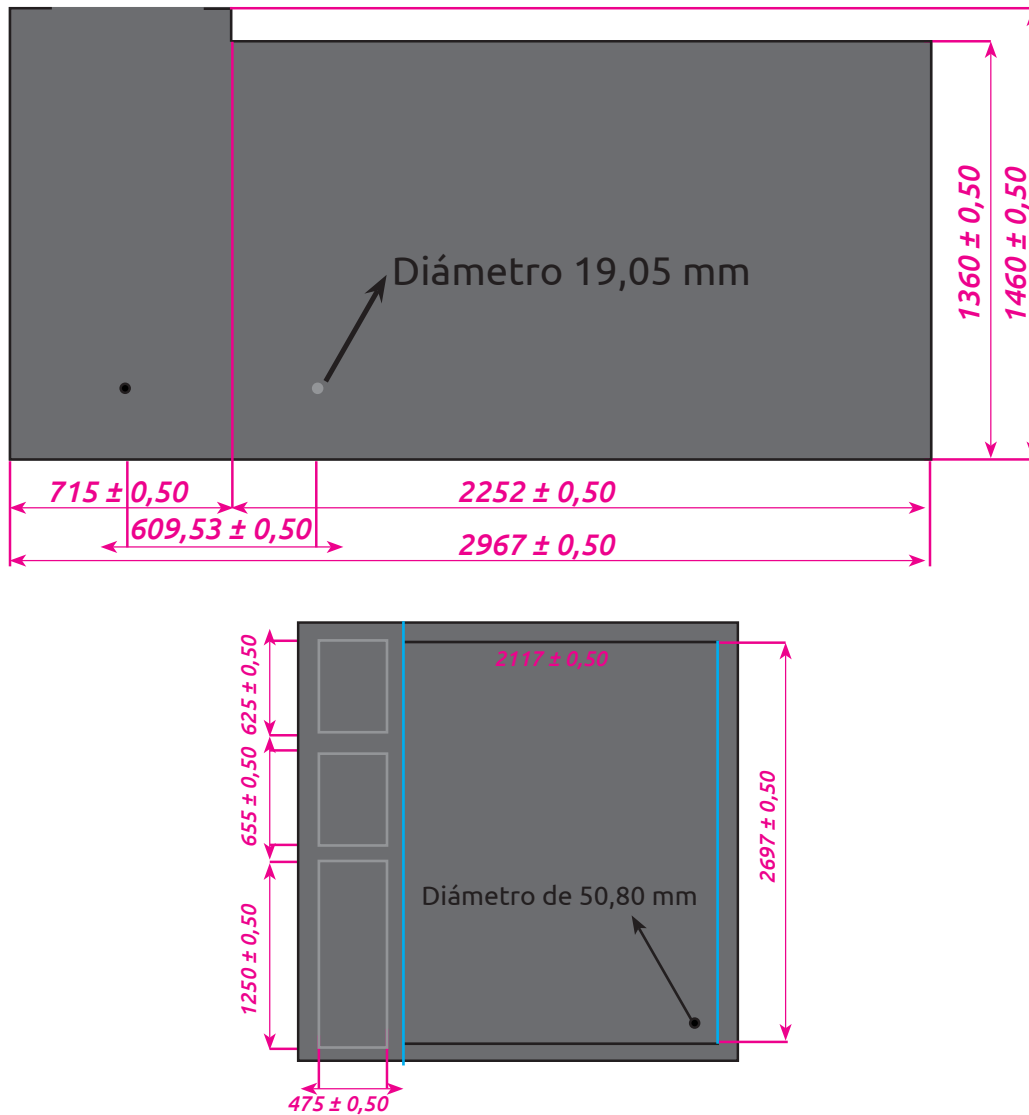
Al tener en cuenta que el sistema de control se diseñará en el dominio de la frecuencia, se procede a calcular la transformada de Laplace en la ecuación 2:

$$F(s) = \frac{7}{60s^2} \quad (2)$$

Actuadores

Dadas las medidas de los tanques se puede determinar el tamaño de la electroválvula, la cual permite la distribución del agua. Se escogieron: una válvula solenoide de uso general, dos vías - acción indirecta ode 1/4" 2/2 y la electroválvula de 3/2 de mando directo Asconumatics 3/4" 3/2.

Figura 2. Medidas de los tanques



Fuente: elaboración propia.

El modelamiento matemático en Laplace de la válvula solenoide se presenta en la ecuación 3:

$$F(s) = \frac{5,363}{s^2} + \frac{401,15}{s^2} - \frac{5633,2}{s^2} \quad (3)$$

El modelamiento de la electroválvula está dado por

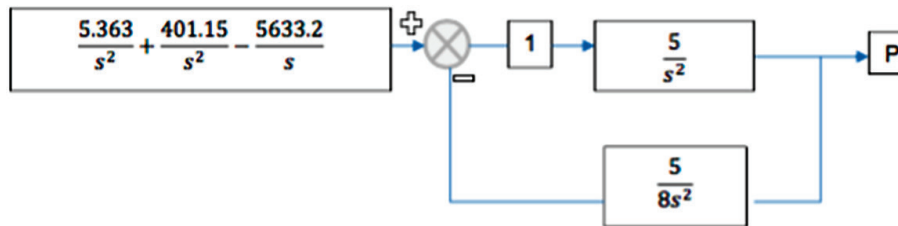
$$F(s) = \frac{1}{s - 1,1447} \quad (4)$$

Diagramas de bloques

Se determinó un diagrama de bloques para cada uno de los procesos, todos se especifican como laso cerrado para garantizar la precisión del controlador.

Para el nivel del primer subtanque se definió el diagrama de bloques presentado en la figura 3. En la ecuación 5 se evidencia la función de transferencia total del sistema.

Figura 3. Diagrama específico del nivel del subtanque 1



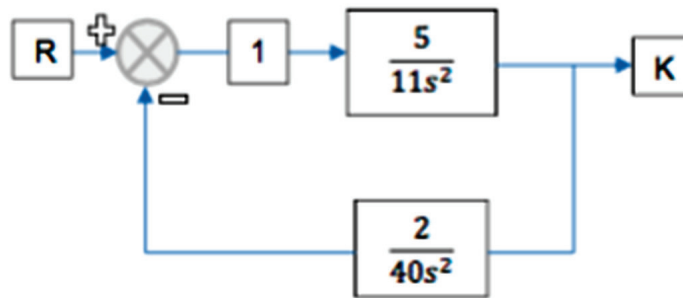
Fuente: elaboración propia.

$$F(s) = \frac{(401,15 - 5633,2s)}{(88s^4 + 25)} \quad (5)$$

Para el nivel del segundo subtanque se definió el diagrama de bloques presentado

en la figura 4. En la ecuación 7 se evidencia la función de transferencia total del sistema, la cual representa el nivel de entrada que depende de la salida del primer tanque.

Figura 4. Diagrama específico del nivel del segundo subtanque



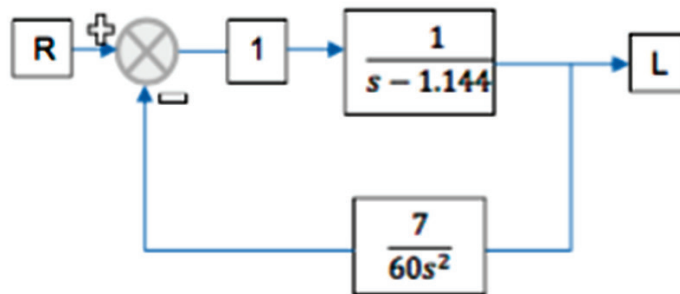
Fuente: elaboración propia.

$$F(s) = \frac{200s^2}{(440s^4 - 10)} \quad (6)$$

ya que de este depende la distribución del agua, también se debe tener en cuenta la potabilidad del líquido. En la ecuación 6 se evidencia la función de transferencia total del sistema.

Para el nivel del tercer subtanque se tiene en cuenta la salida del segundo subtanque,

Figura 5. Diagrama específico del nivel del tercer subtanque



Fuente: elaboración propia.

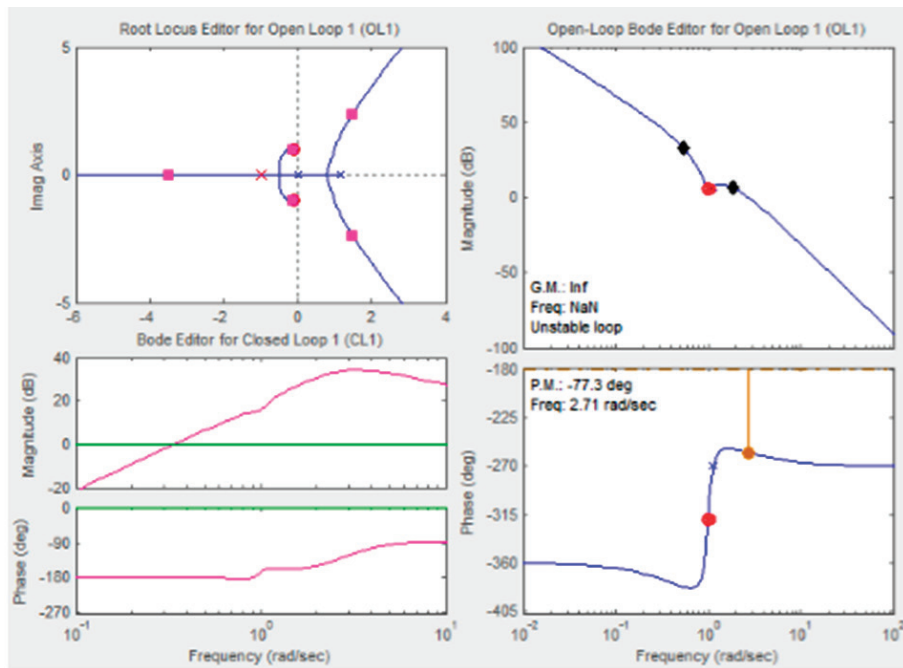
$$F(s) = \frac{8s^2}{8s^3 - 9,158s^3 - 5} \quad (7)$$

Resultados

En la figura 6 se aprecia la respuesta del sistema a una entrada-escalón, el diagrama de Bode y el lugar geométrico de las raíces se pueden establecer ya que el sistema es

oscilatorio e inestable, luego el tiempo de estabilización es largo, lo cual no permite tener un control específico sobre el nivel del agua y presenta un error de estado estable del 80%, por lo que se decide usar un compensador adelanto-atraso que permita corregir dichas características.

Figura 6. Respuesta del sistema a una entrada-escalón



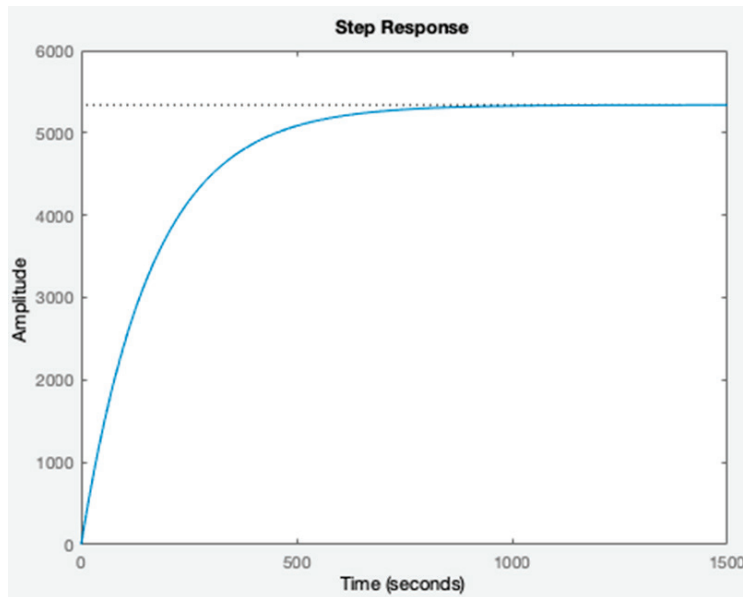
Fuente: elaboración propia.

El desarrollo del compensador se realizó por el método de la frecuencia, donde se establecen las constantes del compensador obteniendo la ecuación 8 del controlador en términos de Z, ya que se desea implementar

digitalmente. En la figura 7 se aprecia la respuesta del sistema.

$$C(z) = 109,3 \frac{1 + 0,2z + z^2}{(1 + z)^2} \quad (8)$$

Figura 7. Respuesta del sistema a una entrada-escalón



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El diseño del sistema es eficiente para garantizar que no exista desperdicio de agua y que se pueda distribuir la misma para el secado del café y el consumo de la vivienda ubicada en la finca. Adicionalmente, el sistema cuenta con alarmas que le permiten al usuario final conocer el estado de los elementos y la vida útil del sistema.

El sistema de control garantiza una respuesta rápida ante las posibles perturbaciones que pueda tener el llenado de alguno de los tanques, evitando el funcionamiento en vacío de las válvulas y el consumo innecesario de energía.

Referencias

- Arboleda, J. (2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Colombia: Ed. Acodal.
- Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales. (s. f.). *Zonificación hidrogeológica*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/zonificacion-hidrogeologica>
- Lozano, N. (2010). Control de nivel para tanques de agua con realimentación. Bucaramanga (Santander) (artículo de investigación). Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Recuperado

de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15297/1/Documento%20Tanques%20Acoplados%2012-12-2017%20Versi%C3%B3n%20Final.pdf>

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (s. f). *Recurso hídrico*

subterráneo. Recuperado de <http://ambientebogota.gov.co/aguas-subterranas>

Wagner, A. (2015). *Libro blanco - seguridad alimentaria*. Festo AG y Co KG.

Aspectos que condicionan las modelaciones físicas en la predicción del comportamiento de estructuras geotécnicas reales

Aspects that condition physical modeling in predicting the behavior of structures real geotechnics

Fino C., Lozano y D.; Ruge, J.

Facultad de Ingeniería Civil de la Esmic, miembros del Semillero de Investigación "IngeMil".

Fecha de recepción: marzo de 2019 / Fecha de aceptación: julio de 2019

Resumen

El uso de modelos reducidos a escala para reproducir el comportamiento de estructuras geotécnicas es la manera con mayor aceptación hoy en día para modelar apropiadamente un problema geotécnico. La metodología más completa para modelar adecuadamente este tipo de escenarios es la centrífuga geotécnica, la cual permite ensamblar modelos reducidos a la escala necesaria e induce en el modelo un campo de gravedad proporcional a la escala seleccionada.

De acuerdo con las leyes de escalamiento establecidas, diferentes cantidades pueden ser extrapoladas desde el modelo reducido a una estructura a escala real. No obstante, varios aspectos que deben ser considerados en detalle inciden en los resultados, de manera que se deben analizar de manera concienzuda para que la dispersión de resultados entre las mediciones y lo previsto sea lo menor posible, o en caso contrario, se pueda identificar con confiabilidad cuál fue el aspecto que más influyó en la alta dispersión de los resultados.

Esta investigación describe estos efectos con exactitud, con el fin de que sean tenidos en cuenta cuando se realice este tipo de análisis de predicción en estructuras geotécnicas.

Palabras clave: geomaterial, modelación, gravedad específica, modelación.

Abstract

The use of scaled-down models to reproduce the behavior of geotechnical structures is the most widely accepted technique today to properly model a geotechnical problem. The most complete methodology to adequately model this type of scenario is the geotechnical centrifuge, which allows assembling models reduced to the necessary scale and induces in the model a gravity field proportional to the selected scale. According to the established scaling laws, different quantities can be extrapolated from the reduced model to a full-scale structure. However, several aspects that must be considered in detail affect the results, so that they must be thoroughly analyzed so that the dispersion of results between the measurements and the expected is as small as possible, or, otherwise, it can be identify with reliability which was the aspect that most influenced the high dispersion of the results.

This research describes these effects exactly, so that they are taken into account when this type of prediction analysis is carried out on geotechnical structures.

Keywords: geomaterial, modeling, specific gravity, modeling.

Introducción

Predecir de manera acertada el comportamiento de una estructura geotécnica es el reto actual de la ingeniería geotécnica, debido a que no es posible realizar simulaciones de escenarios futuros mediante ensayos a escala real porque resulta muy complejo económica y técnicamente. Los modelos reducidos en centrífuga tienen un papel importante en estas tareas predictivas, ya que se pueden realizar diferentes variaciones en el modelo, ya sean propias del geomaterial (suelo) como de factores externos que pueden impactar en el comportamiento mecánico de la estructura geotécnica (lluvia, sismos, viento, etc.). Una de las utilidades claramente establecidas para la elección de modelos a escala es cuando las demás técnicas (analíticas o numéricas) son incapaces de simular apropiadamente el problema (efecto 3d) o cuando existen especificidades propias de la naturaleza del problema geotécnico que impiden usar las leyes constitutivas tradicionales, las cuales reproducen el comportamiento del suelo (Caicedo, Velásquez y Monroy, 2003).

Algunas investigaciones incluyen modelos reducidos pero sin usar la centrífuga geotécnica. Los resultados de estas técnicas deben ser analizados exclusivamente de manera cualitativa, ya que no es correcto transferir los datos a un problema geotécnico de escala natural. Por tal razón, el único instrumento con el cual se pueden predecir resultados y asegurar una buena aproximación al ensayar modelos físicos es la centrífuga geotécnica, pues tiene una

gran ventaja: reproduce ciertos estados de modelos a gran escala gracias a que el incremento del campo de gravedad permite conocer el nivel de esfuerzos de un prototipo (ensayo a escala real) con un modelo reducido.

De acuerdo con lo anterior, la centrífuga geotécnica es importante cuando se pretenden modelar ciertos estados en suelos parcialmente saturados (como asentamientos, flujo capilar de agua o efecto rigidizante en algunos suelos por la acción de la succión), con el fin de tener argumentos válidos para descifrar por qué las predicciones de modelos reducidos tienen alta dispersión respecto a las mediciones realizadas en campo. Específicamente, este trabajo detalla los aspectos que influyen en la construcción, la medición y la implementación de modelos físicos en centrífuga, con el fin de que otros profesionales los consideren en profundidad cuando analicen los resultados en este tipo de técnicas.

¿Por qué no se pueden predecir acertadamente resultados de ensayos a gran escala?

La modelación de las condiciones iniciales de un problema geotécnico es un factor preponderante para predecir los resultados, ya que existen aspectos implícitos que los influyen. Entre estos se encuentran: la historia geológica del suelo; la consolidación, la compactación y el hincado de elementos geotécnicos; así como las secuencias de construcción, excavaciones y rellenos, los cuales son difíciles de modelar física y numéricamente, debido a las connotaciones especiales que poseen estos

aspectos, en especial los que dependen de factores geológicos y del tiempo (Guzmán, Rincón, Sarmiento y Ruge, 2017; Negro, Karlsrud, Srithar, Ervin y Vorster, 2009).

Además de estos factores, los efectos de escalamiento que se producen cuando se modela en centrífuga (como son el campo de aceleración no uniforme, el tamaño de grano, la aceleración de Coriolis, los efectos de frontera, los efectos de arco en celdas de carga, entre otros) hacen de las predicciones un campo de investigación en pleno desarrollo y en el que surgen muchos interrogantes, dada la dispersión de los resultados que se obtienen al intentar predecir el comportamiento de una estructura geotécnica real, como se ha mencionado anteriormente.

Modelación física en centrífuga

En la mecánica de suelos, los esfuerzos geostáticos que actúan en una masa de suelo son producidos por su propio peso, de manera que pueden ser modelados eficazmente mediante una centrífuga geotécnica, como se mencionó anteriormente.

Un ejemplo que permite explicar el concepto de la centrífuga puede ser cuando se implementa un modelo cien veces menor que la estructura geotécnica que funge como prototipo. En ese caso, para poder igualar los esfuerzos del prototipo con el real, este debe ser ensayado teóricamente en la centrífuga geotécnica a un campo de gravedad de cien veces la gravedad terrestre. Los esfuerzos y los desplazamientos que se obtienen en el modelo pueden ser extrapolados mediante leyes de escalamiento al prototipo o al ensayo a escala natural (tabla 1).

Efectos que afectan las mediciones en centrífuga

El rango y la magnitud de las posibles limitaciones que exponen las leyes de escalamiento pueden ser descritas como efectos de escala. Es importante enfatizar que estos se deben estudiar para asegurarse de que no afectarán en gran medida la interpretación de los datos del modelo físico. Algunos de los efectos mencionados son: campo de aceleración no uniforme, tamaño de grano de la muestra, aceleración de Coriolis, efectos de borde (debido a la pequeña escala) y efecto de arco en celdas de carga.

Tabla 1. Leyes de escalamiento en centrífuga para un campo de n gravedades

Magnitud física	Símbolo	Modelo/prototipo
Longitud	L	1/n
Desplazamiento	U	1/n
Área	A	1/n ²
Volumen	V	1/n ³
Deformación	ϵF	1
Fuerza	Σ	1/n
Esfuerzo	Γ	1/n ²
Peso específico	M	1/n ³
Masa	A	1/n
Aceleración	V	N
Velocidad	F	1
Frecuencia	E	N
Energía		1/n ³

Fuente: Stuit, 1995.

Campo de aceleración no uniforme

La aceleración que produce la centrífuga no es uniforme, por lo cual el modelo físico ensayado no será influenciado por un campo de gravedad constante, es decir, este campo varía en la longitud del modelo de acuerdo con la distancia del eje de rotación y este efecto se puede minimizar cuando se

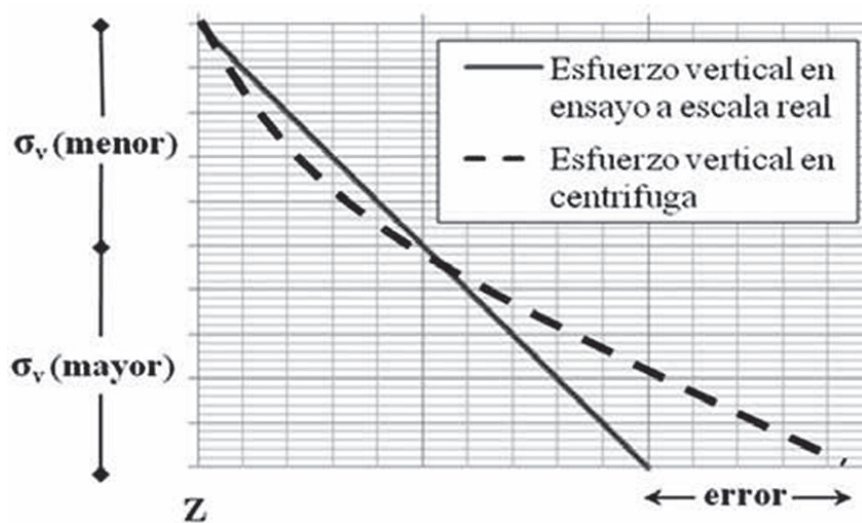
utilizan centrífugas con un radio de brazo mayor (tabla 2). Además, es importante señalar que, al iniciar el ensayo, la centrífuga es activada desde una velocidad inicial nula, hecho que es totalmente diferente al de una estructura geotécnica real, la cual estará influenciada por la gravedad terrestre presente en todo momento (figura 1).

Tabla 2. Centrífugas geotécnicas en el mundo

Centrífuga (universidad / instituto)	Radio brazo (m)
RPI Geotechnical Centrifuge Research Center (Francia)	3,00
Delft University (Holanda)	1,10
LCPC (Francia)	5,50
Schofield Centre Cambridge (UK)	4,12
Universidad de los Andes (Colombia)	1,30
Universidad Militar Nueva Granada (Colombia)	3,00
University of Maryland Center for Geotechnical Centrifuge Modelling (USA)	1,50
University of California, San Diego (USA)	2,00
Department of Civil Engineering, University of Western Australia	1,76

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Efecto de campo de aceleración no uniforme



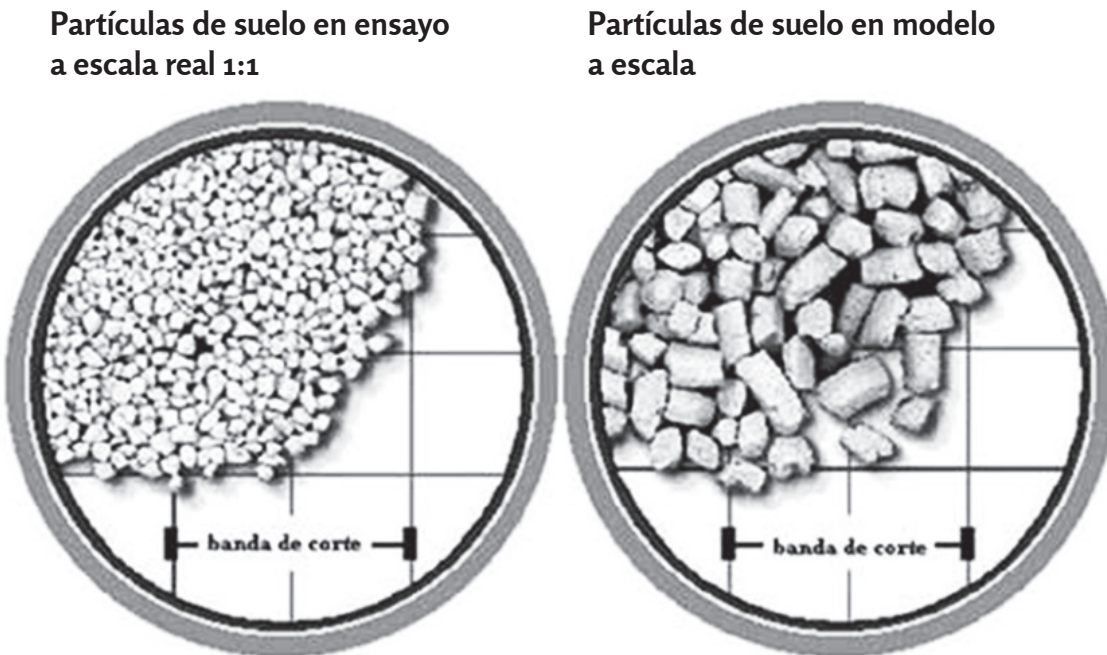
Fuente: elaboración propia.

Tamaño de grano

Este es uno de los efectos más notorios y que más produce errores en la precisión de los resultados, puesto que las partículas

de suelo no están afectadas por las leyes de escalamiento, como sí lo están otros elementos que son componentes de cualquier estructura geotécnica (figura 2).

Figura 2. Partículas de suelo en la estructura geotécnica y el modelo físico



Fuente: elaboración propia.

Para disminuir un poco el efecto del tamaño de grano, así como para procurar que la incertidumbre sea mínima en la interpretación de los datos, es preciso chequear la forma de las partículas (redondeadas o angulares) y su dureza al quebramiento (crushing), lo cual afectará la dilatancia y también algún efecto de frontera. Como conclusión, se deben escoger suelos para modelar que tengan tamaño de grano de diámetro mayor a $1/30$ del d_{50} ; sin embargo, el efecto del tamaño de grano no es tan significativo en la predicción

de resultados y se puede minimizar usando unas dimensiones de modelo lo suficientemente amplias comparadas con el tamaño de grano del suelo (Ruge, 2004).

En este ítem es importante recalcar que cuando se elaboran los modelos con muestras de suelo in situ, estas presentan condiciones naturales imposibles de escalar en el modelo (grietas, discontinuidades, erosión) y pueden generar algún error en la predicción de los datos. Por esta razón, en muchos casos se recomienda construir

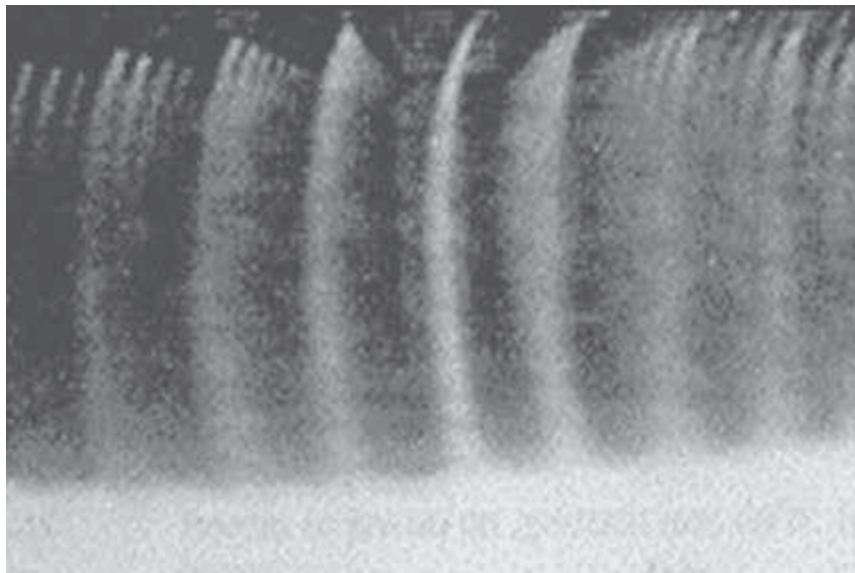
el modelo en el laboratorio artificialmente, con ayuda de sistemas de pluvitación (muestras de arena) para evitar estas heterogeneidades en el ensayo.

Aceleración de Coriolis

Esta aceleración es una fuerza ficticia que experimenta una partícula de suelo cuando está girando dentro de un sistema de referencia en rotación. Además, debido a que los humanos formamos parte del

sistema, esta aceleración es imperceptible en el planeta Tierra (Bhatnagar y Hallan, 1983); sin embargo, cuando un modelo físico rota dentro de un sistema de referencia como el que impone la máquina centrífuga, el modelo se ve mucho más afectado por el efecto Coriolis. Para el observador, el efecto es mucho más notorio cuando en el modelo ocurren eventos de desplazamiento, por ejemplo: secuencias de excavación, hincado de pilotes, pluvitaciones, entre otros (figura 3).

Figura 3. Efecto Coriolis presente en una pluvitación de arena durante un ensayo en centrífuga



Fuente: Stuit, 1995.

Efecto de borde

Cuando se desean modelar estructuras geotécnicas que presenten un amplio estado de esfuerzos sobre el suelo, es importante optar por unas dimensiones adecuadas del modelo, es decir, que estén acordes con

las condiciones de frontera que presente el prototipo, con el fin de que las superficies rígidas del contenedor que recibe del modelo no interfieran con posibles deformaciones, bulbos de esfuerzos, superficies de falla, entre otros (figura 3).

Conclusiones

Las modelaciones físicas en centrífuga son una herramienta útil para predecir escenarios futuros que afecten una estructura geotécnica en particular. Esta técnica debe ser enseñada o implementada en los cursos básicos de diseño de fundaciones o geotecnia de los programas de Ingeniería Civil, puesto que el futuro de la ingeniería geotécnica se basa en este tipo de técnicas para resolver problemas geotécnicos cada vez más exigentes en el mundo moderno.

Las dispersiones que se generan entre las mediciones físicas y los modelos a escala real se deben a efectos como el tamaño del grano, la aceleración no uniforme, los efectos de borde, entre otros. Como se mencionó en el artículo, existe una manera de minimizar estos efectos, pero no es posible desaparecerlos por completo ya que son intrínsecos del geomaterial como tal o de la técnica adoptada.

Cualquiera que sea la técnica adoptada de predicción, ya sea numérica, analítica, matemática o física, los aspectos que inciden en los resultados deben ser analizados en detalle, ya que de esto depende el éxito de la comparación y el estudio de dispersión de los resultados.

Referencias

Bhatnagar, K. y Hallan, P. (1983). The effect of perturbations in Coriolis and

centrifugal forces on the nonlinear stability of equilibrium points in the restricted problem of three bodies. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 30, 97-114.

Caicedo, B., Velásquez, R. y Monroy, J. (2003). *Modelación física en centrífuga*. Trabajo presentado en el Tercer Encuentro de Ingenieros de Suelos y Estructuras. Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, D. C., Colombia.

Guzmán, Y., Rincón, S., Sarmiento, J. y Ruge, J. C. (2017). Aspectos que condicionan las modelaciones numéricas en la predicción del comportamiento de estructuras geotécnicas reales. *Revista Brújula Semilleros de Investigación*, 10 (5).

Negro, A., Karlsrud, K., Srithar, S., Ervin, M. y Vorster, E. (2009). *Prediction, monitoring and evaluation of performance of geotechnical structures*. Trabajo presentado en la 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Alexandria, Egipto.

Ruge, J. C. (2004). *Modelación física y numérica de un tablestacado realizado en Hochstteten (Alemania)* (tesis de maestría). Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá, D. C., Colombia.

Stuit, H. G. (1995). *Sand in the geotechnical centrifuge* (tesis de doctorado). Delft University of Technology, Holanda.

Reflexiones sobre implicaciones didácticas para la formación tecnocientífica compleja de investigadores en América Latina

Reflections on didactic implications for complex technoscientific training of researchers in Latin America

Devis Suárez Rivero ^{1,2}

¹- Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.

²- Grupo de Investigación e Innovación Agroindustrial - GINNA, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Colombia.

Fecha de recepción: abril de 2019 / **Fecha de aceptación:** julio de 2019

Resumen

Los programas de formación académica en América Latina se caracterizan, en general, por el impulso de tres paradigmas que se consideran contrapuestos en sus planes de estudio y diversidad de programas: el científico, el tecnológico y otro que tiene características de los anteriores considerado tecnocientífico; sin embargo, comúnmente no es apreciable la diferencia entre estos tres modelos educativos desde la revisión del diseño curricular, lo que conlleva a una homogenización de formas diferenciadas de organizar los procesos académicos.

En el marco anterior, este artículo de reflexión analiza la perspectiva en torno a la formación de investigadores desde los ya mencionados paradigmas: científico, tecnológico y tecnocientífico. Además, se aborda la relación entre formación y tecnología, así como su relevancia para el logro de una formación integral desde el diseño curricular por parte de las instituciones de educación superior (ies) de América Latina.

También se argumenta cuan necesaria resulta la realización de acciones organizacionales y estructurales para el reconocimiento del modelo tecnológico complejo, entre otros. Así, queda en evidencia que la complejidad requerida en materia de cambios curriculares por parte de las ies latinoamericanas debe tener en cuenta la importancia de formar competencias en investigación a todos los niveles de formación, con una visión a corto plazo y con el desarrollo de competencias diferenciadas.

Palabras clave: competencias, currículo, paradigma, diseño curricular.

Abstract

The Academic Training Programs in Latin America are characterized, in general, by the impulse of three paradigms that are considered opposed in their study plans and diversity of programs: scientific, technological and another that has characteristics of the previous ones considered technoscientific. However, the difference between these three educational models is not usually appreciable from the revision of the curricular design, which leads to a homogenization of differentiated ways of organizing academic processes. In the previous framework, this reflection article analyzes the perspective around the training of researchers from the aforementioned paradigms: scientific, technological and techno-scientific. In addition, the relationship between training and technology will be addressed, as well as its relevance for the achievement of comprehensive training from the curricular design by Higher Education Institutions (HEIs) in Latin America. It will also be argued how necessary it is to carry out organizational and structural actions for the recognition of the complex technological model, among others. Thus, it is evident that the complexity required in terms of curricular changes by Latin American HEIs requires taking into account the importance of training research competencies at all levels of training, with a short-term vision and with the development of competencies. differentiated.

Keywords: competencies, curriculum, paradigm, curriculum design.

Introducción

En América Latina resulta habitual que los currículos en los diferentes niveles de la formación estén centrados en los contenidos conceptuales, regidos estos a su vez por la lógica interna de la ciencia, olvidando la formación sobre la misma; los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y viceversa, así como los aportes de este a la cultura y al progreso de la sociedad (Martins, Paixão, y Vieira, 2004). No obstante, cada vez resulta mayor el consenso en materia de didáctica de las ciencias, mostrando como objetivo prioritario de la educación la formación integral en torno a las competencias en tecnociencia (Tovar y García, 2016).

En este contexto, Huffman (2014), al referirse a los procesos de enseñanza-aprendizaje y formación en competencias tecnocientíficas complejas a nivel de posgrado, señala que sus niveles de formación se caracterizan por la confrontación de los paradigmas científico, tecnológico y tecnocientífico en sus planes y programas de estudio. Confrontación que en numerosos casos ocurre dada la no diferenciación de estos paradigmas en los modelos pedagógicos y diseños curriculares. Es así como el autor identifica una serie de problemáticas que influyen marcadamente, destacándose la sobrevaloración del paradigma científico así como el desconocimiento del paradigma tecnológico complejo a la hora de diseñar el currículo, la formación

disciplinar específica a solo un área del conocimiento de los profesores y la falta de competencias en materia tecnológica que poseen los estudiantes, así como en el ámbito administrativo de las ies y la falta de políticas institucionales para la promoción de proyectos educativos interdisciplinarios.

Desarrollo

Después de contextualizado el análisis crítico que este documento pretende hacer, a continuación se da respuesta a tres preguntas que de una u otra forma guían el mismo: ¿en cuáles dimensiones la relación entre formación y tecnología cobra relevancia para lograr una formación integral?, ¿qué acciones organizacionales y estructurales son necesarias para reconocer cabalmente el modelo tecnológico complejo en los programas de posgrado en las ies de América Latina? y ¿en cuáles niveles y contextos se presentan las implicaciones didácticas para la formación tecnológico-compleja de investigadores en América Latina?

Dimensiones de la relación entre formación y tecnología para lograr una formación integral

En la actualidad, las nuevas tecnologías personifican la más profunda mutación antropológica desde lo cultural de la que se haya tenido registro a la fecha, estando destinadas a modificar la forma en que nos apropiamos de los signos, en la que concebimos el espacio temporal, la noción

básica de realidad, el precepto del saber, así como las estructuras y las relaciones sociales fundamentadas desde hace siglos y que configuran las nuevas relaciones de poder (Moguel y Alonzo, 2009). Es así como se precisan de nuevos modelos educativos que integren los procesos formativos con las tecnologías, permitiendo lograr la formación integral de los graduados a los diferentes niveles de enseñanza.

Huffman (2014) señala que la relación entre los procesos formativos y la tecnología poseen dimensiones formativas diferenciadas en materia de investigación. La primera de estas dimensiones está dada en que la propia actividad de formación se constituye como un proceso de transferencia tecnológica a los estudiantes y, a través de ellos, al sector empresarial; marcando así un desafío para toda institución, programa, política o sistema de formación: poseer los contenidos curriculares y los métodos de la formación actualizados tecnológicamente, permitiendo asegurar su pertinencia. Ello, por ende, pone a la luz la vinculación existente entre los contextos productivos de cada país, sector o empresa.

La segunda dimensión según Huffman (2014) es aquella que muestra a la formación de competencias como elemento base sobre el cual se sancionan las políticas de desarrollo tecnocientífico. Asimismo, en tercer lugar (tercera dimensión) está aquella que relaciona los procesos formativos con la tecnología, para la cual cobra mayor relevancia que en las dos primeras la formación integral. Esta última solo será posible si se insertan los procesos formativos dentro de procesos de innovación, desarrollo y transferencia

tecnológica; siendo un determinante del desarrollo de las ies el incrementar los servicios tecnológicos a los sectores productivos de su entorno socioeconómico según se incremente la oferta académica.

Acciones organizacionales y estructurales necesarias para reconocer cabalmente el modelo tecnológico complejo, en los programas de posgrado en las ies de América Latina

No es secreto que actualmente las organizaciones en general y en lo particular las ies deben hacerle frente a un entorno complejo y altamente competitivo, en el que la globalización de la economía y el auge de mercados comunes mantienen al sector productivo en una evidente competencia por clientes o usuarios, forjándose un ambiente de competencia dinámico y exigente. Ello sumado al hecho de que la era industrial, dados los avances tecnocientíficos de las últimas décadas, ha sido reemplazada por la sociedad de la información y del conocimiento (Del Río, 2017). Así, el reconocimiento a cabalidad del modelo tecnológico complejo en los programas de posgrado de las ies, según Huffman (2014), traerá consigo la necesaria realización de acciones organizacionales y estructurales tales como:

- El paradigma tecnocientífico de la formación de egresados a nivel de posgrado, el cual debe tener un mismo peso curricular que el paradigma científico, siendo visto como proceso

social en una práctica multifactorial (psicológicos, sociales, económicos, políticos y culturales), influenciados por los valores e intereses de los actores del proceso.

- El diseño curricular en los programas de posgrado con orientación tecnocientífica debe reflejar las especificidades del modelo tecnológico de formación universitaria, fundamentado en que la tecnología es un proceso social. La formación tecnocientífica debe visualizarse entonces de forma simultánea como un instrumento de política socioproductiva desde la inversión de capital humano. Asimismo, debe interiorizarse que la formación no solo prepara a los individuos para el trabajo, sino también para la vida.
- Se debe prescindir del paso de la formación unidisciplinaria a la pluridisciplinaria de los docentes, premisa necesaria para impartir adecuadamente planes y programas desde un modelo tecnológico complejo.
- Desarrollar un pensamiento complejo en los procesos de enseñanza y aprendizaje que permita realizar la oferta actualizada de capacitación de los egresados de los programas de posgrado con orientación tecnocientífica.
- Adecuación de la estructura organizacional de las ies a las demandas de la población, de su entorno social y del sector productivo, propiciando, entre otras, la articulación entre los procesos formativos, la innovación y el desarrollo tecnológico.

Niveles y contextos en los que se presentan las implicaciones didácticas para la formación tecnológica-compleja de investigadores en América Latina

La globalización en sí misma ha traído nuevos e importantes desafíos para las ies. Retos planteados en un mundo en constante y de acelerada transformación. Uno de ellos lo constituye el mejoramiento de la calidad formativa del nuevo profesoral universitario, partiendo del reconocimiento de sus actuales condiciones y características. Ello hace que sea urgente abogar por un alto desempeño del docente investigador y su rol protagónico en la nueva universidad, fortaleciendo espacios para la reflexión conducente a su formación pedagógica e investigativa (Hernández, 2009). Desde luego, la tendencia globalizante actual y con ella la explosión de cambios socioculturales ponen a los modelos pedagógicos de las ies ante numerosos desafíos, llevándolas a reconfigurar el rol del docente universitario, exigiéndole multiplicidad de funciones, algunas para las cuales no fue preparado, requiriendo competencias que sobrepasan su formación.

Entonces, dado el anterior contexto, las implicaciones didácticas para la formación tecnológica compleja de investigadores en América Latina, según Huffman (2014), se presentan en cuatro niveles y contextos:

- **Objetivos de instrucción**, siendo estos el punto de partida para seleccionar, organizar y conducir los contenidos, pudiendo ser modificados durante los procesos de enseñanza-aprendizaje

en relación con aquellos aspectos que deben ser reforzados, modificados o eliminados del currículum.

- **Valores educativos** como principios que marcan las actitudes y las conductas de los investigadores en formación.
- **Orientaciones generales de enseñanza** como ejes estructurales del currículum y que conducen al cumplimiento del método y la organización de las estrategias de enseñanza.
- **Estrategias didácticas** como acciones organizativas para lograr una conjunción articulada de la misión, la estructura curricular y las posibilidades cognitivas del investigador en formación.

Conclusiones

Resulta difícil concluir un tema tan importante en la calidad de la formación de profesionales competentes y pluridisciplinarios, pero la función del docente universitario no debe ser entendida como la de aquel que “da o dicta clase”, sino como aquel que forma personas, ciudadanos y profesionales (a nivel de pregrado y posgrado), facilitándoles el logro de las competencias necesarias para conocer y comprender la complejidad de la realidad.

En lo que a las ciencias de la complejidad concierne, en términos formativos y en materia tecnocientífica, el principal desafío consiste en complementar el desarrollo de la capacidad técnica e instrumental con

una reflexividad epistemológica ampliada que propenda por la problematización de la significación social, ética y política, las cuales sirven de cimiento para la construcción del nuevo conocimiento en relación a sistemas complejos en el campo de las ciencias físicas, biológicas y sociales en América Latina.

Referencias

- Del Río, J. (2017). Gestión organizacional en entornos complejos por parte de las Mipymes del sector servicios de la ciudad de Sincelejo. *Tendencias*, 18(2), 45-57. Recuperado de <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rtend/article/view/3665>
- Hernández, I. (2009). El docente investigador como creador de conocimiento. *Revista Tumbaga*, 185-198. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3632268.pdf>
- Huffman, D. (2014). Implicaciones didácticas para la formación de investigadores en América Latina en el área tecno-científica compleja. *Revista Comunicación*, 23(2), 72-88. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/comunicacion/article/view/2126/2054>
- Martins, I., Paixão, F. y Vieira, R. (2004). Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 23-30. Universidade de Aveiro. ISBN 9727891268, 9789727891269.

Moguel, S. y Alonzo, D. (2009). Dimensiones del aprendizaje y el uso de las TIC's: el caso de la Universidad Autónoma de Campeche, México. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2(1), 195-211. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427210010>,

Tovar, J. y García, G. (2016). Epistemología de la tecnología y sus implicaciones didácticas: estudio de concepciones de estudiantes de ingenierías. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 5(1), 143-155. Recuperado de <https://journals.eagora.org/revTECHNO/article/view/464>

Los servicios públicos como indicadores para medir la pobreza en América Latina y el Caribe

Public services as an indicator to measure poverty in Latin America and the Caribbean

Helber Mauricio Monroy Pedraza

.- Administrador de empresas de la Universidad Central, Colombia; especialista en Finanzas Corporativas del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), Colombia; magíster en Administración de Negocios de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia y doctorando en Economía, Pobreza y Desarrollo Social de la Universidad de Baja California, Nayarit, México.

Fecha de recepción: febrero de 2019 / **Fecha de aceptación:** junio de 2019

Resumen

El presente es un artículo de revisión teórica metodológica que propone que dentro de las rutinas existentes y promovidas por organismos internacionales, como el Banco Interamericano de Desarrollo (bid) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (pnud), se midan los niveles de pobreza en los países emergentes y se les otorgue una mayor participación en la cobertura de servicios públicos esenciales, como un indicador relevante dentro de las condiciones de las comunidades más pobres.

Esta propuesta nace del hecho de que, en pleno siglo xxi, aún existen regiones de América Latina y el Caribe donde las personas no cuentan con servicios públicos básicos, hecho que afecta notablemente su calidad de vida, generando problemáticas serias en salud como enfermedades respiratorias, gastrointestinales, virus y demás.

Dentro de los factores multidimensionales se contemplan los servicios públicos esenciales, pero tal vez en una menor proporción, dándole más cabida al ingreso y a otras variables de medición. Al aplicar el instrumento de recolección de información reflejado en una encuesta se puede evidenciar que el 100 % de los encuestados creen que aún existen altos niveles de pobreza en los países de América Latina y el Caribe, y el 30 % de ellos conviene en que se puede asumir la ausencia de servicios públicos como un indicador válido de pobreza, mientras que a fenómenos como la corrupción se les atribuye el 52 % de culpabilidad en los registros, además,

el 89 % de los encuestados afirma que si un país presenta crecimiento económico, sus niveles de pobreza deben disminuir.

Palabras clave: pobreza, cobertura, servicios públicos, indicadores, instrumentos.

Abstract

The present is an article of theoretical methodological review, which proposes that within the existing routines and proposals by international organizations, such as the Inter-American Development Bank and the United Nations Development Program to measure the levels of poverty in emerging countries, grant greater participation to coverage in public services, as a relevant indicator within all indicators to measure the conditions of the poorest communities. This proposal was born from the fact that, in the XXI century, there are still regions of Latin America and the Caribbean, where people do not have basic public services, a fact that significantly affects the quality of life of its inhabitants, generating serious damage in health, such as respiratory diseases, gastrointestinal diseases, viruses and others. Obviously, within all the existing indicators, public services are contemplated but in a smaller proportion, giving more room for income and other variables. By applying the information collection instrument reflected in a survey, it can be shown that one hundred percent of the respondents believe that there are still high levels of poverty in Latin America and the Caribbean, and thirty percent assume that it is possible to assume the absence of public services as a valid indicator of poverty, while, to phenomena such as corruption, fifty-two percent of the blame is attributed to the records, and eighty-nine percent of the respondents affirmed that if a the country presents economic growth, its levels of poverty must decrease.

Keywords: poverty, coverage, public services, indicators, instruments.

Introducción

La pobreza es uno de los flagelos que más afecta a millones de personas en el mundo de diferentes continentes y razas, y los países de la región de América Latina y del Caribe no son la excepción. Las naciones y los territorios que conforman esta región (México hace parte de América del Norte) se discriminan a continuación:

- El Caribe
- Antigua y Barbuda
- Guadalupe¹
- Puerto Rico²
- Aruba³
- Haití
- República Dominicana
- Bahamas
- Islas Caimán⁴
- San Bartolomé⁵
- Barbados
- Islas Turcas y Caicos⁶
- San Cristóbal y Nieves
- Cuba
- Islas Vírgenes⁷

¹ Departamento de ultramar de la república francesa.

² Oficialmente Estado Libre Asociado de Puerto Rico, el cual es un territorio no incorporado estadounidense con estatus de autogobierno.

³ País autónomo insular del Reino de los Países Bajos (junto a Curazao, Sint Maarten y los Países Bajos).

⁴ Territorio británico de ultramar dependiente del Reino Unido.

⁵ Colectividad territorial de ultramar perteneciente a Francia.

⁶ Territorio británico de ultramar dependiente del Reino Unido.

⁷ Islas Vírgenes divididas en tres grupos (británicas, estadounidenses y puertorriqueñas).

- San Vicente y las Granadinas
- Dominica
- Jamaica
- Santa Lucía
- Granada
- Martinica⁸
- Trinidad y Tobago

América Central

- Belice
- Costa Rica
- El Salvador
- Guatemala
- Honduras
- Nicaragua
- Panamá

América del Sur

- Argentina
- Guyana Francesa⁹
- Bolivia
- Paraguay
- Brasil
- Perú
- Chile
- Surinam
- Colombia
- Uruguay
- Ecuador
- Venezuela
- Guyana

⁸ Departamento de ultramar de la república francesa.

⁹ Región de Francia, constituida en un departamento de ultramar que forma parte de la Unión Europea como región ultraperiférica.

A pesar de que según lo que muestra un informe del bid del año 1998, donde se afirma que la pobreza en esta región ha disminuido, en los últimos años se ha evidenciado un notable crecimiento de esta variable. Fenómenos como la desigualdad, la corrupción, el desplazamiento forzado, la falta de presencia estatal y otros han generado que más personas se encuentren viviendo en condiciones de pobreza absoluta, donde ni siquiera el acceso a servicios públicos es una garantía.

Esta última variable es la que cobra importancia en el desarrollo del presente artículo, ya que se pretende que se asuma el nivel de cobertura en servicios públicos básicos como un indicador de pobreza más relevante, partiendo de la premisa de que la prioridad para medir a los denominados pobres debe ser si el individuo posee o no acceso a servicios públicos mínimos como son: agua y alcantarillado, energía eléctrica y gas natural. De ahí en adelante se podrían aplicar los otros indicadores multidimensionales como son: el ingreso, los servicios de salud y de educación, entre otros. Lo que sí es cierto es que debe existir en cada uno de los países de la región, una debida implementación de medidas urgentes para combatir la corrupción y exigir a los organismos públicos que hagan una inversión eficiente de recursos en infraestructura y planeación, al tener como objetivo llevar a cero las comunidades con ausencia de servicios públicos básicos sanitarios.

Generalidades teóricas

La pobreza hace referencia a la ausencia de condiciones básicas y necesarias para

vivir, además de la carencia de fuentes de educación y, por ende, de oportunidades de desarrollo y crecimiento de la comunidad en general.

Las comunidades pobres de la región que comprenden los países de América Latina y del Caribe están enmarcadas en un ámbito de desigualdad, dado que en la mayoría de los casos prevalece la presencia de altos niveles de corrupción, grupos alzados en armas, narcotráfico y trata de blancas. Según lo muestra un informe del bid y el pnud (1998):

La pobreza ha disminuido en buena parte de la región, según lo muestra un análisis reciente del bid y el pnud, que se concentró en 12 países que cuentan con estudios confiables de pobreza realizados entre finales de los años ochenta y mediados de los noventa. Venezuela y la zona metropolitana de Buenos Aires –donde la incidencia de la pobreza aumentó– y México –donde permaneció estable– fueron las excepciones a esta tendencia. En casi todos los casos, la disminución de la pobreza estuvo acompañada de crecimiento económico. Aun así, los beneficios para los pobres se vieron neutralizados por una desigualdad elevada o creciente (en algunos países). En más de la mitad de los países o localidades, el ingreso se concentró aún más o su distribución permaneció (bid y pnud, 1998).

Tal y como lo muestra el informe, la tasa de pobreza y el número de personas pobres se redujo de forma significativa hacia la década de los noventa, en la mayoría de los países se disminuyó la pobreza urbana, pero se

incrementó la pobreza rural, no obstante, sí hubo una merma en los niveles de esta variable. Empero lo anterior, no quiere decir que el escenario no sea preocupante, eventos como el desplazamiento forzado, la afluencia de grupos armados, la incidencia del narcotráfico, la concentración de la riqueza y los elevados niveles de corrupción no permiten que algunos países de la región puedan experimentar un mayor desarrollo económico y mejorar la calidad de vida de sus comunidades.

Es evidente que el componente de crecimiento económico es fundamental para definir los destinos de la pobreza en la población de un país. Por lo general, la variable de crecimiento económico tiene una relación inversa con la variable de tasa de pobreza; cuando hay mayor crecimiento económico es factible que los niveles de pobreza se reduzcan y viceversa; sin embargo, lo complicado es que la variable de la pobreza pueda depender del comportamiento económico de un país, ya que muchos de estos no manejan un modelo económico y financiero eficiente, influenciado por el clientelismo, la corrupción tanto pública como privada, el fascismo, las dictaduras y muchos otros flagelos que azotan las finanzas públicas de una nación.

En cuanto a las expectativas de crecimiento económico, esta variable puede presentar un escenario amigable para la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, según la Cepal:

Las economías de América Latina y el Caribe experimentarían una moderada recuperación en 2018 y crecerían 2,2%

el próximo año, luego de anotar 1,3% promedio en 2017. Las proyecciones de actividad para la región se dan en un contexto internacional más favorable que el de los últimos años. Según el informe, en 2018 se espera que la economía global se expanda a tasas cercanas a las de 2017 (en torno al 3%) y que exista un mayor dinamismo relativo de las economías emergentes frente a las desarrolladas. En el plano monetario se mantendrá una situación de amplia liquidez y bajas tasas de interés internacionales (Cepal, 2018).

Entrando en materia acerca de la elaboración de los indicadores de gestión en los servicios públicos para medir la pobreza en América Latina y el Caribe, debemos obligatoriamente traer a colación la Cumbre de Milenio de las Naciones Unidas en el año 2000, donde se adoptaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los cuales fueron ocho objetivos, desglosados en 18 metas y 60 indicadores. Estos objetivos enfatizan: disminuir el nivel de desigualdad de género, promover la cobertura en educación y salud, y, además, garantizar la sostenibilidad del medioambiente, así como reducir la pobreza monetaria extrema y finalmente mejorar el cubrimiento en servicios públicos a las comunidades más abandonadas por sus respectivos gobiernos.

Dentro de estos objetivos existe una meta que nos interesa mucho para este artículo, la meta 7.C, la cual consiste en reducir en un 50% la población sin acceso sostenible a fuentes mejoradas de agua potable e infraestructuras sanitarias. En ese sentido, Cruz Martínez considera que:

Para examinar la meta 7.C se utilizan dos indicadores de pobreza desde el

enfoque de capacidades: población sin acceso razonable a fuentes mejoradas de agua potable y población sin acceso a instalaciones sanitarias. Para facilitar el análisis, los dos indicadores fueron transformados en un índice compuesto por medio de su media aritmética. Más que mostrar las capacidades de los individuos, estos indicadores muestran las deficiencias de los individuos en las áreas de salud y calidad de vida. Los resultados fueron que, en América Latina y el Caribe, la proporción proyectada de población sin acceso a agua potable y servicios sanitarios en 2015 es de 10,6% (Cruz Martínez, 2015).

En verdad, el nivel de la calidad de vida de un ser humano está determinado por las condiciones en las que vive, condiciones de tipo básico como el acceso a servicios públicos –agua, luz, gas natural, internet–, uso eficiente y oportuno de los sistemas de salud y de educación, entre otros. El Estado debe cubrir todas estas condiciones si quiere entrar en la era de la reducción de pobreza y la generación de condiciones de igualdad, ya que a la postre, estas dos últimas variables son las que, en un futuro no muy lejano, serán consideradas para evaluar el comportamiento de las economías y no el producto interno bruto (pib), como lo es hoy día. Por ello, es deber de cada país contar con la tranquilidad de que su población, como mínimo, cuente con todos los servicios públicos básicos.

Constantemente se han analizado diversos indicadores de pobreza, tratando de determinar cuáles son los más propicios para revelar la situación real en la que viven las diferentes poblaciones y comunidades de cada país de la región, ya que pueden

existir algunos indicadores que no sean aplicables a todos los países. Así, Messina enuncia que:

La tasa de pobreza es una cantidad numérica que es tratada en los medios de comunicación y en el discurso político sin ninguna problematización. Sin embargo, este indicador contribuye a la construcción de un conjunto de significados en torno a la pobreza, que dan lugar a nuestra representación del ordenamiento social y del distanciamiento entre individuos y grupos sociales (Messina, 2017).

Por otra parte, Alkire y Foster consideran que:

Se presta demasiada atención a la etapa de agregación en la medición de la pobreza cuando los datos se combinan para obtener un indicador global multidimensional. Se da mucha menos importancia a la etapa de la identificación, siendo este un componente muy importante en la metodología del análisis de la pobreza (Alkire y Foster, 2008).

Es evidente que identificar los factores generadores de pobreza es una de las etapas que debe estar iniciando toda metodología de diseño de indicadores en los países de América Latina y el Caribe. Ahora bien, si miramos lo que propone Fernández:

El método indirecto de Línea de Pobreza, ya sea por ingreso o por consumo, proporciona un indicador de coyuntura sobre la situación de la pobreza y por lo tanto es sensible a los cambios de corto plazo en las condiciones económicas y sociales de un país. Existe también un método directo que consiste en obtener indicadores desagregados conforme a zonas geográficas o trazar mapas de

pobreza. Resulta fácil calcular un índice sintético que caracterice las condiciones sociales en una zona reducida en un periodo en que las políticas sociales dirigidas a grupos específicos adquieren cierta relevancia (Fernández, 2017).

A partir del anterior planteamiento, si se habla del método indirecto de línea de pobreza, encontramos algunas similitudes con la postura de Domínguez y Martín, quienes afirman que:

Existen medidas de pobreza como: las medidas objetivas, las cuales solo utilizan la información proporcionada por la distribución de la renta, las medidas éticas están basadas en una función de bienestar, o en medidas de desigualdad de tipo normativo, que a su vez están basadas en una función de valoración social (Domínguez y Martín, 2006, p. 28).

Las similitudes entre estos dos últimos autores reflejan que, por lo general, se tiende inicialmente a utilizar indicadores que analizan la relación ingreso/consumo, dejando en segunda instancia otras variables importantes como son el acceso a servicios públicos y el cubrimiento de las necesidades básicas. Otros indicadores, por el contrario, se centran más en las condiciones de bienestar y de satisfacción de necesidades mínimas, así como de referenciar geográficamente a la población por sus condiciones particulares.

Lo anterior permite adicionar lo expuesto por Fedriani, Martín y Mínguez, quienes de una u otra manera van por el mismo sendero al argumentar que:

Se intenta cuantificar la pobreza desde un punto de vista multidimensional y no

solo medirla con la mera observación de la renta de las unidades de esta. La pobreza es un círculo vicioso que engloba el hambre, la enfermedad, la falta de atención sanitaria, una alta tasa de mortalidad entre la gente joven, una esperanza de vida muy baja, la falta de cultura, etc. Además, la misma variable medida en poblaciones diferentes o circunstancias diferentes produce distintas interpretaciones sobre pobreza (Fedriani, Martín y Mínguez, 2005).

Al recopilar las posturas de los diferentes autores citados en este estudio es evidente que al diseñar indicadores de gestión de los servicios públicos para medir el nivel de pobreza en América Latina, se debe tener en cuenta que se está abordando apenas un tema en el ámbito general para evaluar niveles de pobreza; sin embargo, este asunto es el más importante porque brinda las condiciones básicas de supervivencia a la población.

De esta manera, se puede rescatar lo que Correa y Muñoz aportan:

Los hogares en condición de pobreza que se encuentran al margen del acceso al agua segura deben recurrir a fuentes insalubres, lejanas o la compra de agua, en cuyo caso no solo se afecta el presupuesto para suplir otras necesidades, sino que además la adquisición de agua a intermediarios implica pagos onerosos a precios superiores de aquellos fijados mediante tarifas por el servicio público; hecho que deprime aún más su condición de pobreza, y de esta manera se reproducen cargas negativas al desarrollo (Correa y Muñoz, 2015).

En últimas, se hace necesario crear una metodología que permita obtener indicadores que reflejen la situación de las comunidades menos favorecidas por diferentes factores como son: abandono por parte del Estado, desplazamiento forzado, incidencia del narcotráfico, ausencia de servicios en educación y salud, y otros. A partir de la identificación se debe dar paso a la medición de condiciones de cobertura en servicios públicos y sanitarios, así como a la intervención y el seguimiento y monitoreo a dichos indicadores, una vez el Estado haya tratado de mejorar la situación inicialmente detectada en cada región.

Se pretende obtener un seguimiento puntual a cada comunidad en un lapso previamente estipulado, como mecanismo que ayude a acrecentar la calidad de vida de las personas y a disminuir los niveles de pobreza, así como a mejorar las condiciones de igualdad.

Diseño metodológico

Problema

El problema radica en que en pleno siglo xxi, en algunas regiones de los países de América Latina y el Caribe, aún se evidencia que no existen servicios públicos básicos. Dicha ausencia se podría calificar como un indicador relevante para medir pobreza, a partir de la premisa que actualmente habla de factores multidimensionales de medición, que si bien es cierto involucran el acceso a servicios básicos y sanitarios, estos deberían convertirse en el primer factor de medida.

Objetivo

Demostrar que el acceso a servicios públicos de calidad es un indicador que se debe tener en cuenta con una mayor importancia dentro de las variables objeto de estudio, de hecho, debería ser el punto de partida de medición para determinar o cuantificar los niveles de pobreza que aún agobian a millones de personas en la región objeto de estudio.

Sujetos

Los sujetos de estudio somos los investigadores que con gran preocupación vemos cómo en los últimos años los niveles de pobreza en lugar de disminuir han aumentado, deteriorando cada vez más la calidad de vida de la población de los países que componen la región de América Latina y el Caribe.

En cuanto a la información obtenida para analizar el estado del arte, se encuentran diferentes autores tanto del punto de vista académico como empresarial y gubernamental que, de una u otra manera, han planteado diversos estudios y discusiones frente a la posibilidad de contemplar la cobertura en servicios públicos esenciales como una herramienta de medición de niveles de pobreza en las comunidades objeto de seguimiento.

Criterios de exclusión e inclusión

En la elaboración de este artículo se han tenido en cuenta artículos de revistas científicas, libros y estadísticas emitidas por fuentes como universidades, grupos de investigación de Colciencias y departamentos de investigación de

instituciones públicas. Se han dejado de lado artículos de periódicos y de fuentes de perfil político que poco o nada ayudan a la obtención de un análisis cierto acerca de la situación actual de la zona.

Método e instrumentos

El modelo de análisis utilizado fue una herramienta reflejada en una encuesta que pretende recopilar la concepción que tiene el subgrupo analizado, inicialmente en cuanto a: si aún persisten los altos niveles de pobreza en la región de América Latina y el Caribe, ¿qué factor es el que más incide para que haya ausencia de servicios públicos?, ¿los servicios públicos pueden ser un indicador de pobreza?, ¿cuáles indicadores son los más apropiados para medir pobreza? y ¿cuál es la relación entre pobreza y crecimiento económico?

La encuesta consta de cinco preguntas cerradas que se apoyan en la variable independiente y las variables dependientes de las cuales nos referimos en el planteamiento de la hipótesis.

Hipótesis

La cobertura en servicios públicos básicos se debe utilizar como un indicador válido con mayor nivel de importancia para evaluar los niveles de pobreza en los países de la región de América Latina y el Caribe. Lo anterior teniendo en cuenta que si una población cuenta con dicha cobertura, sus condiciones de pobreza extrema serán menores y se podría pensar en otras variables de medición e intervención, como el ingreso, el consumo, los servicios de salud y educación, entre otros.

Paquete estadístico para analizar resultados

El modelo de análisis utilizado fue una herramienta reflejada en una encuesta que pretende recopilar la concepción que tiene el grupo analizado con respecto a los altos niveles de pobreza en la región de América Latina y el Caribe, ¿qué factor es el que más incide para que haya ausencia de servicios públicos?, ¿los servicios públicos pueden ser un indicador de pobreza?, ¿cuáles indicadores son los más apropiados para medir pobreza? y ¿cuál es la relación entre pobreza y crecimiento económico?

El subgrupo analizado fue una muestra compuesta por cien estudiantes universitarios de cinco universidades ubicadas en la zona centro de Bogotá como lo son: Javeriana, Jorge Tadeo Lozano, La Salle, la Gran Colombia y Uniempresarial.

La encuesta se aplicó a una muestra perteneciente a la comunidad universitaria a la que se hizo referencia anteriormente, en cada curso en que se empleó el instrumento se procuró que este estuviera compuesto por estudiantes de diferentes perfiles socioeconómicos y regiones de Colombia. Una vez obtenida la encuesta como instrumento de captación de datos de la muestra seleccionada se procedió a la respectiva tabulación.

Resultados y discusión

Discusión

A partir de la premisa de que el índice de pobreza multidimensional es calculado por

pnud, se debe recordar que desde el año 2010 este índice reemplaza los anteriormente planteados, dejando como foco de estudio tres pilares que son: educación, asistencia sanitaria-salud y calidad de vida-bienestar social.

En el último pilar se encuentra el ítem referente a la cobertura en servicios públicos básicos, hecho que resalta la importancia del análisis de este factor multidimensional de la pobreza, ya que es evidente que cuando una comunidad no tiene acceso a servicios públicos se restringe su desarrollo en todos los campos y se atenta contra la salubridad de las personas. Una vez se obtuvo la encuesta como instrumento de captación de datos de la muestra seleccionada, se procedió a la respectiva tabulación.

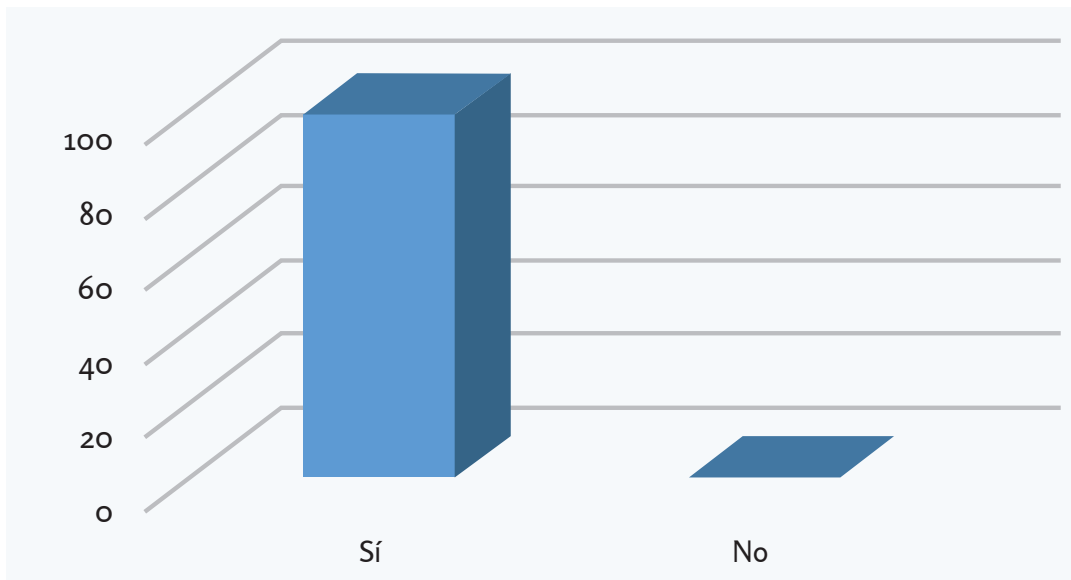
Resultados

Se aplicó una encuesta a partir de una muestra compuesta por cien personas que pertenecen a cinco universidades ubicadas en la zona centro de la ciudad de Bogotá, enfatizando en la aplicación del instrumento a estudiantes de diferentes perfiles socioeconómicos y originarios de diversas regiones de Colombia, asumiendo un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%. Los resultados del instrumento aplicado se evidencian en la siguiente tabulación de preguntas:

Figura 1. ¿Cree usted que aún persisten altos niveles de pobreza en América Latina?

A- Sí: 100

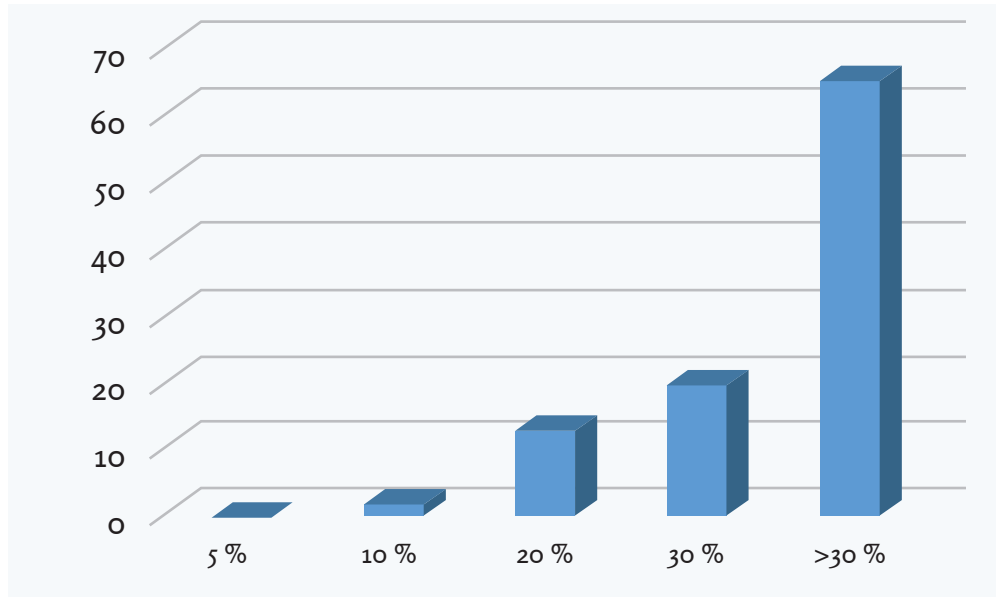
B- No: 0



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. De responder sí, ¿qué porcentaje de la población usted considera que es pobre?

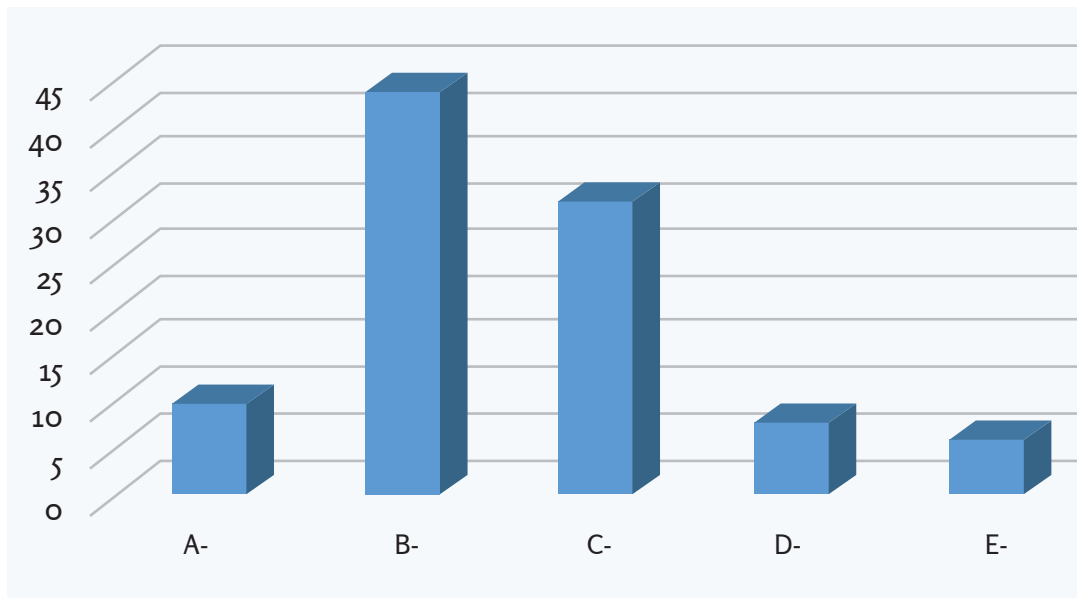
- A- 5% 0
- B- 10% 2
- C- 20% 13
- D- 30% 20
- E- >30% 65



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. ¿Considera usted que se pueden asumir los servicios públicos como un indicador de pobreza?

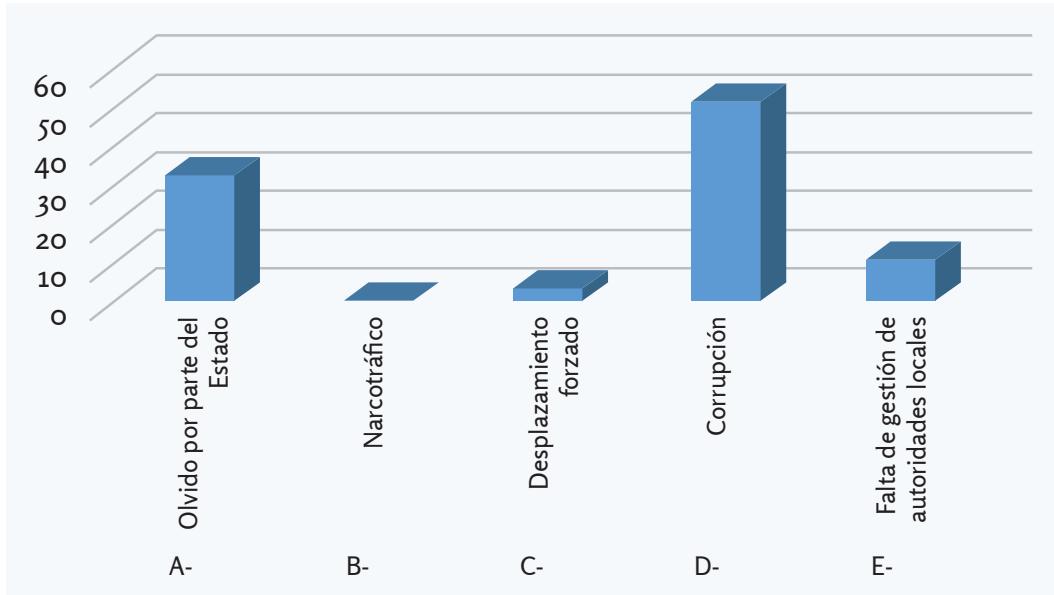
- A- 10% 10
- B- 30% 44
- C- 50% 32
- D- 70% 8
- E- 100% 6



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. ¿Qué factor es el que más incide para que exista una ausencia de servicios públicos en América Latina?

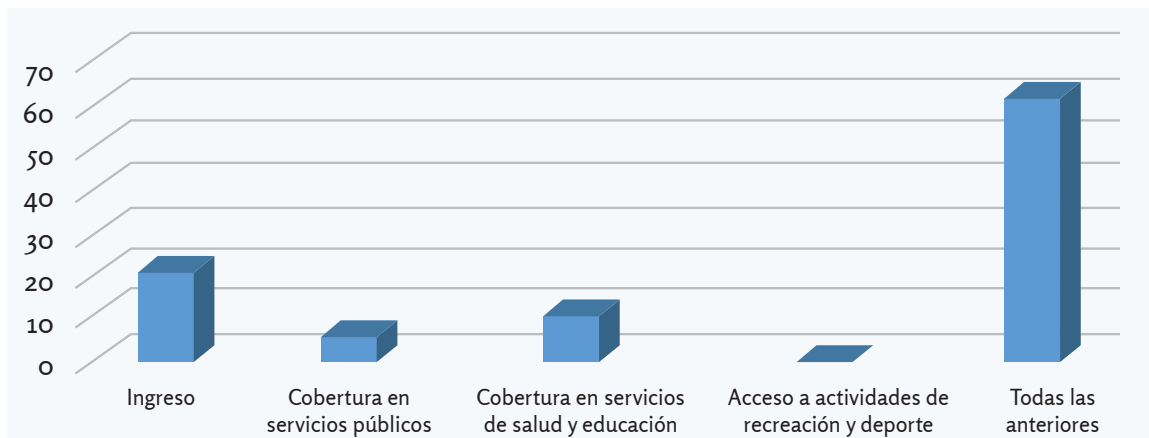
- A- Olvido por parte del Estado: 33
- B- Narcotráfico: 0
- C- Desplazamiento forzado: 4
- D- Corrupción: 52
- E- Falta de gestión de autoridades locales: 11



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. ¿Cuál indicador de pobreza le parece más apropiado para medirla?

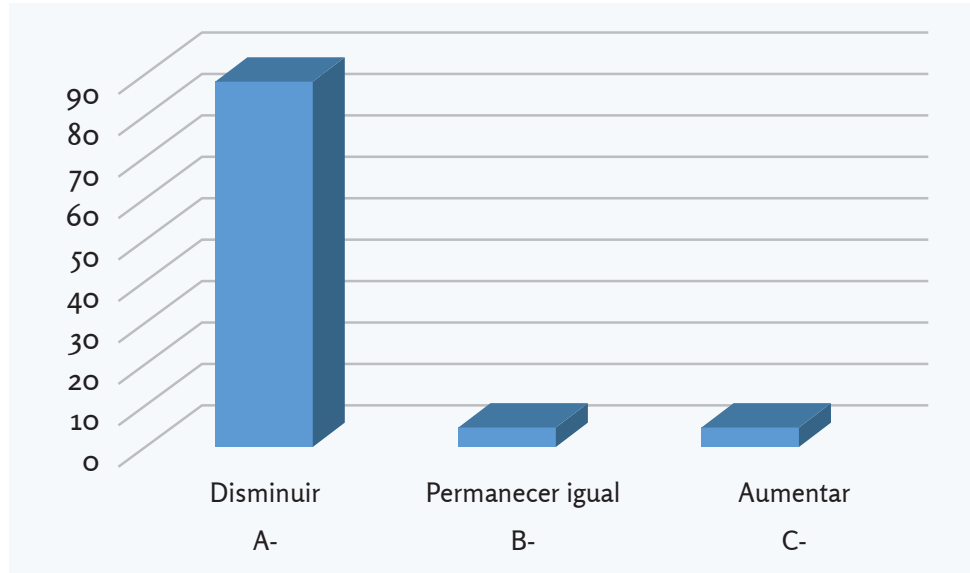
- A- Ingreso: 21
- B- Cobertura en servicios públicos: 6
- C- Cobertura en servicios de salud y educación: 11
- D- Acceso a actividades de recreación y deporte: 0
- E- Todas las anteriores: 62



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Considera usted que si un país tiene crecimiento económico su pobreza debe:

- A- Disminuir: 89
- B- Permanecer igual: 6
- C- Aumentar: 5



Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultados

- De las 100 personas encuestadas, el 100% considera que aún persisten altos niveles de pobreza en los países de América Latina y el Caribe, en ese sentido se determina que 65 personas estiman que el nivel de pobreza es mayor al 30% de la población objeto de estudio.
- Con el ánimo de estimar la variable de ausencia de servicios públicos esenciales como factor determinante de pobreza, 44 encuestados consideran que dicho factor es relevante dentro del total de factores en un 30%.
- Al preguntar por el factor que más incide para que exista ausencia de servicios públicos básicos en América Latina y el Caribe, el 52% de los encuestados afirma que es la corrupción, y el 33% designa al olvido por parte del Estado como hechos que no permiten coberturas óptimas en servicios públicos.
- Al analizar los diferentes indicadores de pobreza que más inciden para su medición, los encuestados en un 62% determinan que el factor multidimensional es el más apropiado, ya que recoge variables como: ingreso, cobertura en servicios de educación y salud, cobertura en servicios públicos y otros.

Si establecemos la relación entre crecimiento económico y niveles de pobreza, la encuesta nos confirma que el 89% de las personas intervenidas encuentran una relación inversa entre estas dos variables. A mayor crecimiento económico menores registros de pobreza y viceversa. No obstante, es aquí donde se vislumbran los problemas de concentración de riqueza, desigualdad, corrupción y demás.

Conclusiones

Al analizar la encuesta realizada, se puede afirmar que la pobreza sigue siendo un fenómeno latente en la mayoría de los países que conforman la región de América Latina y el Caribe. Se percibe una presencia de pobreza superior al 30%. La ausencia de servicios públicos definitivamente no es el factor más diciente de este flagelo, sin embargo, participa en un 30% en la medición. De hecho, se estima que un factor multidimensional es el más apropiado para medir pobreza, el cual puede involucrar: ingreso, cobertura en servicios públicos, cobertura en servicios de educación y salud, y por qué no, acceso a actividades de recreación y deporte.

Se supone que una comunidad como mínimo debe tener resuelto el tema de acceso a servicios públicos básicos como agua, luz y gas natural, pero lastimosamente se ve que muchos países de la región estudiada aún tienen varias zonas donde no hay disponibilidad de agua para las personas, ocasionando problemas de salud pública por infecciones y otras enfermedades

ocasionadas por la falta de acueductos y sistemas óptimos de alcantarillado.

Definitivamente, fenómenos perversos como la corrupción y el olvido por parte del Estado son los principales causantes de la ausencia de coberturas óptimas, en cuanto a temas de servicios públicos se refiere en la región objeto del análisis. Es evidente que el Estado debe cubrir todas las necesidades de su comunidad si quiere entrar en la era de la reducción de pobreza y contar con la tranquilidad de que su población, como mínimo, tenga resuelto el problema de acceso a servicios públicos básicos.

Es importante tener en cuenta que a mayor crecimiento económico, en verdad, se evidencien menores niveles de pobreza en cada uno de los países de la región, por ello es que la corrupción y el papel del Estado deben ser vigilados, ya que la paradoja dice que países supremamente ricos en materias primas experimentan altos niveles de pobreza.

Recomendaciones

Como recomendaciones solo queda pedir a los gobiernos de turno y al sector empresarial en cada uno de los países que conforman la región de América Latina y el Caribe que promuevan las condiciones para que se dé una reducción de la pobreza. Para que este escenario se pueda presentar, se deben destinar más recursos en las partidas presupuestales de las diferentes entidades públicas, municipios y departamentos a la construcción de acueductos y

alcantarillados, así como al levantamiento de colegios y hospitales en las zonas más olvidadas por el Estado.

El objetivo de los gobernantes de turno en cada país debe perfilarse en rutinas de inspección y levantamiento de información de carácter fotográfico, filmico y escrito, para determinar la magnitud de las comunidades que hoy se encuentran sin servicios públicos. Posteriormente, debe levantarse un cronograma de proyectos de obra e iniciar su ejecución bajo los mayores estándares de calidad y control por parte de las entidades encargadas de vigilancia en cada Estado, solo de esta manera y con la interventoría de todos los ciudadanos se podría pensar en terminar de una vez por todas con esta situación de miseria, la cual no tiene sentido que aún se presente en los tiempos actuales.

Por otro lado, al existir mayor presupuesto, este se puede invertir en servicios de educación y salud, pero se debe tener en cuenta que solo elevando la calidad en la prestación de cada uno de estos servicios se obtiene una comunidad con mejores índices de educación, mayor calidad en la salud y total acceso a todos los servicios primordiales como son: agua, luz, gas natural, telefonía, internet y demás.

Es de recordar que las compañías obviamente ya han visto en la tendencia futurista una oportunidad para pensar en mejorar los márgenes de utilidad y otras prebendas que pueda otorgar el uso de la tecnología en cualquiera de sus aplicaciones, por esto es que se hace urgente educar a la población para que no quede por fuera del sistema productivo, ya

que el avance tecnológico va a ir marcando las exigencias de un mundo cada vez más sistematizado. De acuerdo con lo anterior, si los empresarios quisieran aportar en la disminución de la pobreza, aparte de donar hospitales y colegios, deberían ofrecer mejores condiciones laborales y evitar la explotación del trabajador que cada vez se empobrece más.

Referencias

Alkire, S. y Foster, J. (2008). Recuento y medición multidimensional de la pobreza. *OPHI Working Paper Series* N° 7, University of Oxford. Recuperado de <http://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/ophi-wp7-es.pdf>

BID y PNUD. (1998). *Para salir de la pobreza: el enfoque del Banco Interamericano de Desarrollo para reducir la pobreza* (N° 56218). Inter-American Development Bank. Recuperado de https://ubc.edu.mx/plataformavirtual/pluginfile.php/37727/mod_resource/content/1/2.%20Para%20salir%20de%20la%20pobrea.%20El%20enfoque%20del%20BID%20para%20reducir%20la%20pobreza.pdf

Cepal. (2018). *Economías de América Latina y el Caribe tendrán moderada recuperación en 2018 y crecerán 2.2 %*. México. Comunicado de prensa. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/comunicados/economias-america-latina-caribe-tendran-moderada-recuperacion-2018-creceran-22>

- Correa, G. y Muñoz, A. (2015). Agua, pobreza y equidad: un análisis asimétrico. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 15(1), 90-99. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rlb/v15n1/v15n1a08.pdf>
- Cruz, G. (2015). Balance alternativo de indicadores de pobreza en los ODM para América Latina y el Caribe: ¿medir el éxito como aceleración del progreso o consecución de las metas? *Relaciones Internacionales*, (28), 11-36. Recuperado de <https://revistas.uam.es/index.php/relacionesinternacionales/article/viewFile/5250/5692>
- Domínguez, J. y Martín, A. M. (2006). Medición de la pobreza: una revisión de los principales indicadores. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, (2), 27-66.
- Fedriani, E., Mínguez, N. y Martín, A. (2005). Estabilidad de los indicadores topológicos de pobreza. *Rect@, Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 13(1).
- Fernández, M. J. (2017). Indicadores de pobreza, incertidumbre y subjetividad. *Gestión Joven, revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas – AJOICA*, (17), 118-138. Recuperado de http://elcriterio.com//revista/contenidos_17/10.pdf
- Messina, G. M. (2017). La construcción social de los indicadores de pobreza: una aplicación al caso de Argentina. *Athenea Digital. Revista de pensamiento e investigación social*, 17(3), 247-270.

A los autores

La revista *Journal of Research in Engineering Sciences* publica artículos que cumplen con los criterios internacionales de calidad académico-científica, en los cuales se presentan elementos relevantes como la referenciación bibliográfica, las metodologías con base en el diseño experimental científico y el soporte estadístico. Además, el soporte teórico en la discusión de los resultados y conclusiones que aporten al desarrollo sostenible de la sociedad y el ambiente.

Los trabajos que se presenten deben ser originales, inéditos, no estar a consideración de otra revista y su contenido debe ser responsabilidad exclusiva de los autores, sin comprometer en forma alguna a la revista. Asimismo, en ella se podrán publicar en inglés los trabajos originalmente escritos en ese idioma, aunque el idioma oficial de la revista es el español. Se debe especificar a qué tipo de artículo corresponde la propuesta:

- a) **Artículo de investigación científica y tecnológica:** documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.
- b) **Artículo de reflexión:** documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, acerca de un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
- c) **Artículo de revisión:** documento resultado de una investigación donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo de la ingeniería, haciendo énfasis en la sustentabilidad ambiental y en el desarrollo regional con enfoque territorial. Lo anterior, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de al menos 50 referencias.

Los trabajos y la correspondencia pueden ser enviados al editor a la siguiente dirección:

Editor *Journal of Research in Engineering Sciences*

Correo electrónico: JournalofResearch@uniagraria.edu.co

Teléfono: 57 (1) 6671515 ext. 158

Facultad de Ingeniería

Fundación Universitaria Agraria de Colombia- UNIAGRARIA

Calle 170 No. 54A - 10, Villa del Prado. Bogotá, Colombia.

El comité editorial de la publicación *Journal of Research in Engineering Sciences* considerará

los siguientes aspectos para aceptar o rechazar en primera instancia los artículos elegidos para su publicación.

Solicitamos a nuestros colaboradores que tengan presente estas recomendaciones:

- a) El documento, con excepción de la primera página, no debe contener información que permita identificar a los autores.
- b) Los artículos deberán ser enviados a la revista en el formato establecido por la misma y en forma digital.
- c) Las notas de pie de página son de uso exclusivo de la editorial de la revista, no pueden ser empleadas con el fin de presentar la bibliografía.
- d) Los autores deben estar en la capacidad de suministrar la información requerida por parte de los evaluadores.
- e) Los artículos que desean postularse para publicación se recibirán continuamente todo el año, sin embargo, el envío de los artículos no obliga al comité editorial de la revista *Journal of Research in Engineering Sciences* a realizar su publicación.
- f) Posteriormente se iniciará la evaluación con el envío de copia del material a dos expertos en el tema que sean miembros del comité científico asesor, para que de manera independiente conceptúen sobre la posible publicación del trabajo, considerando los siguientes criterios: calidad o nivel académico, originalidad, aporte al conocimiento y a la docencia, claridad en la presentación, claridad de la redacción y de la literatura, interés y actualidad del tema.
- g) Una vez recogidas las evaluaciones, que pueden ser de aceptación plena, aceptación con modificaciones o rechazo, los resultados son comunicados al autor para que de ser necesario realice los ajustes o modificaciones correspondientes; cuando el autor incorpora las modificaciones solicitadas por los evaluadores, los artículos se envían a un corrector de estilo para iniciar con el proceso de edición.
- h) El artículo no puede aparecer en ningún medio masivo de comunicación sin la autorización expresa de la Decanatura de la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA.

Journal of Research in Engineering Sciences

Publicación de la Fundación Universitaria
Agraria de Colombia, UNIAGRARIA.
Editado en la ciudad de Bogotá por
Entrelibros e-book solutions
Bogotá - 2019

Contenido

Nota editorial Bióloga Olga Marín Mahecha	5
Área de agroindustria	
Películas comestibles como alternativa para mitigar las pérdidas poscosecha en frutas Blanco-Lizarazo, C. M.; Galvis, J. A.; Farias-Campomanes, Á. M.	8
Evaluación del potencial uso de la cascarilla de arroz (<i>Oryza sativa</i>) en la obtención de biodiésel de aceite de palma Sierra Sarmiento, M. A.; Espinosa Gómez, A. P.; Hoyos-Leyva, J. D.; Lozano-Gil, R. A.	19
Área de mecatrónica aplicada y la geotecnia	
Diseño de un sistema de control para un tanque suministrador de agua para vivienda y proceso de lavado del café de la finca Las Minas, Oiba (Santander) Sandoval, A.; Ruiz, C.; Quiroga, F. A.; Chaves, G. C.	30
Aspectos que condicionan las modelaciones físicas en la predicción del comportamiento de estructuras geotécnicas reales Fino, C; Lozano, D; Ruge, J. Área de ciencias sociales aplicadas a la ingeniería	40
Reflexiones sobre implicaciones didácticas para la formación tecnocientífica compleja de investigadores en América Latina Suárez Rivero, D.	49
Los servicios públicos como indicadores para medir la pobreza en América Latina y el Caribe Monroy Pedraza, H. M.	56
Instrucciones para los autores	72