



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CG-SEP
Coordinadora General
Sistema de Estudios de Postgrado

Revista Científica

Sistema de Estudios de Postgrado

SEP

ISSN: 2707-2908 en línea
ISSN: 2523-6121 impresión

Año 2022 Vol. 5 No. 2



USAC TRICENTENARIA

Indexada en:



revistasep.usac.edu.gt

“La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado tiene como propósito divulgar a la comunidad nacional e internacional artículos y ensayos científicos originales e inéditos de autores internos y externos. La revista está indexada en el Catálogo 2.0 de Latindex. Su publicación es en forma impresa y en formato digital a través de la plataforma de acceso abierto Open Journal Systems –OJS. Se publican dos números en el año y es no lucrativa”. Los manuscritos son sometidos a procesos de revisión y arbitraje por pares ciegos dobles externos, quienes son miembros del equipo editorial, lo que garantiza al lector y autores un alto nivel y rigor académico. Se adhiere al Código de conducta del Comité de Ética para Publicaciones –COPE. En la fase de revisión e identificación de plagio, realiza la evaluación de similaridad con la herramienta Turnitin, el porcentaje máximo de aceptación es 25%, se verifica que los párrafos estén debidamente citados con el modelo American Psychological Association –APA. Los mismos son evaluados de acuerdo a las directrices editoriales aprobadas por el comité científico editorial. Los manuscritos se rigen de acuerdo a normas internacionales sobre protección a los derechos de autor, con criterios específicos de la licencia [Creative Commons 4.0](#).

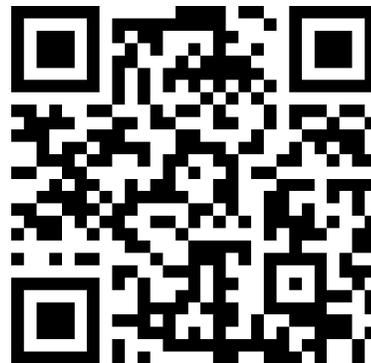


Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#)

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.

Para poder ingresar a la Revista Científica del SEP, puede ingresar al siguiente link y código QR.

Acceso a la revista: <https://revistasep.usac.edu.gt>





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Coordinadora General
Sistema de Estudios de Postgrado

Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala

**Área de Ciencias de la Salud
Área Social Humanista
Área Científica y Tecnológica**

**ISSN: 2707-2908 (versión digital)
ISSN: 2523-6121 (versión impresa)**

Coordinadora General del Sistema de Estudios de Postgrado (CG-SEP)
Edificio S11, tercer nivel, Ciudad universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala, C. A.
Teléfonos: +5022418-7705/+5022418-7754
Correo electrónico: revistacientifica@sep.usac.edu.gt
Disponible en: <https://revistasep.usac.edu.gt>

Autoridades Universitarias

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis
Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero
Secretario General

Dr. Jorge Adalberto Ruano Estrada
Coordinador General del Sistema de Estudios de Postgrado (CG-SEP)

Dra. Alice Patrica Burgos Paniagua
Directora General de Investigación (DIGI)

Mtra. Brenda Asunción Marroquín Miranda
Directora General de Docencia (DIGED)

Licda. Gloria Juárez Chuegüen
Jefa Biblioteca Central

Impresión:

Editorial Serviprensa
<http://www.serviprensa.com>
3a. Avenida 14-62 zona 1
+502 2245-8888

Diagramación: Lic. Edvin Antonio Méndez Vásquez

Créditos de fotografías: Mtra. Claudia Inés Barrientos Arana

Diseño de portada y contraportada: Mtra. Olivia España Gallardo y Lic. Edvin Antonio Méndez Vásquez

Editor de la revista

Dr. Jorge Adalberto Ruano Estrada Coordinador General del Sistema de Estudios de Postgrado

Consejo directivo del SEP

Dr. Jorge Adalberto Ruano Estrada Coordinador General del Sistema de Estudios de Postgrado (SEP)
Dra. Alice Patricia Burgos Paniagua Directora General de Investigación (DIGI)
Mtra. Brenda Asunción Marroquín Miranda Directora General de Docencia (DIGED)
Mtro. José Humberto Calderón Representante de Facultades
Dr. Enrique Pazos Ávalos Representante de Escuela no Facultativas
Mtro. Mario Roberto Díaz Moscoso Representante de Centros Universitarios

Comité editorial

Mtro. José Humberto Calderón Díaz Facultad de Agronomía
Dr. Danilo Ernesto Callen Álvarez Facultad de Arquitectura
Mtro. Carlos Humberto Valladares Gálvez Facultad de Ciencias Económicas
Dr. Luis Ernesto Cáceres Rodríguez Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
Dr. Rigoberto Velásquez Paz Facultad de Ciencias Médicas
Mtra. Tamara Ileana Velásquez Porta Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Dra. María Iliana Cardona Monroy Facultad de Humanidades
Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí Facultad de Ingeniería
Mtra. Ligia Vanessa Ríos de León Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Barrios Facultad de Odontología
Dr. Carlos Augusto Velásquez Rodríguez Escuela de Ciencias de la Comunicación
Dr. Carlos Fredy Ochoa García Escuela de Ciencia Política

Mtro. Ronald Amílcar Solís Zea	Escuela de Ciencias Psicológicas
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo	Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media (EFPEM)
Mtro. Mario Eduardo Celada Villatoro	Escuela de Historia
Mtra. Celita Mahely Chacón Chinchilla	Escuela de Trabajo Social
Dr. Enrique Pazos Ávalos	Escuela Ciencias Físicas y Matemáticas
Mtro. Walter Valdemar Poroj Sacor	Centro Universitario de Occidente (CUNOC)
Mtro. Mario Roberto Díaz Moscoso	Centro Universitario de Oriente (CUNORI)
Dra. Juana Lorena Boix Morán	Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA)
Mtro. Carlos René Sierra Romero	Centro Universitario del Norte (CUNOR)
Mtro. Otto Gabriel Salguero Vásquez	Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC)
Mtra. Cele Anaité Méndez García	Centro Universitario de Petén (CUDEP)
Mtra. Eugenia Elizabet Makepeace Alfaro	Centro Universitario de San Marcos (CUSAM)
Mtro. Ludwing Enrique Ortiz López	Centro Universitario de Sur Oriente (CUNSURORI)
Mtro. Osmín Abigail Galeano Rodas	Centro Universitario del Sur (CUNSUR)
Mtra. Claudia Elizabeth Marcos Barrera	Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB)
Dr. Marco Antonio del Cid Flores	Centro Universitario de Suchitepéquez (CUNSUROC)
Mtra. Sonia Judith Villatoro Jácome	Centro Universitario de Zacapa (CUNZAC)
Dr. Marcelino Ajcabul Ramírez	Centro Universitario de Quiché (CUSACQ)
Mtro. Francisco Javier Conóz	Centro Universitario de Sololá (CUNSOL)
Dra. Herminia del Pilar Sagastume Miranda	Centro Universitario de Santa Rosa (CUNSARO)
Mtra. Ana Luisa García Castellanos	Centro Universitario del Progreso (CUNPROGRESO)
Mtra. Helen Berenice Díaz Marroquín	Instituto Nacional de Administración Pública (INAP)
Mtro. Pedro Cipriano Saravia Celis	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS)
Mtra. Ana Silvia Díaz Monroy	Escuela Regional de Políticas Públicas para el Desarrollo (ERPPD)

Equipo Editorial

Dr. Jorge Adalberto Ruano Estrada	Editor de la revista
Mtra. Claudia Inés Barrientos Arana	Gestora de la revista
Mtra. Olivia España Gallardo	Gestión administrativa y revisión de estilo
Lic. Edvin Antonio Méndez Vásquez	Diseño, diagramador y administrador de OJS
Ing. Manuel Enrique Díaz Galicia	Soporte técnico
Inga. Rosemary Krystal García Portuguez	Revisión de estilo y secretaria
Mtro. Christopher Dorian Garzaro Coronado	Revisión de estilo y presupuesto
Lic. Rodolfo Torres Martínez	Revisión de estilo y logística
Mtra. Ana Liss Perdomo Mendizábal	Revisión de estilo

Consejo científico editorial

Dr. Erwin Humberto Calgua Guerra	Clinical Epidemiology Pharmacoepidemiology, Fogarty International Center de los U. S. National Institutes of Health (FIC-NIH)
Lic. Carlos Aníbal Martínez	Consultor e Investigador Independiente, Guatemala
Dr. Miguel Roig Cayón	Universitat Internacional de Catalunya, España
Dr. Fernando Durán-Sindreu Terol	Universitat Internacional de Catalunya, España
Dr. Pedro Costa Morata	Universidad Politécnica, España
Dra. Miriam Judith Hernández Rivera	Vice-Rectoría Académica, Universidad Mariano Gálvez, Guatemala
Dra. Patricia Luz Mazariegos Romero	Research Triangle Institute RTI Internation
Mtra. Mónica María Carvajal Osorio	Universidad del Valle, Colombia
Mtro. Raúl Estuardo Ovalle González	Escuela de Ciencias Lingüísticas de la USAC
Mtra. Aracely Esquivel	Centro de Estudios de las Culturas de la USAC
Dra. Claudia Dary Fuentes	Instituto de Estudios Interétnicos y de los Pueblos Indígenas IDEIPI de la USAC
Mtro. Ronald Amílcar Solís Zea	Escuela de Ciencias Psicológicas de la USAC
Mtra. Claudia Lorena López Ortega	Facultad de Ciencias Médicas de la USAC
Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz	Faculta de Ciencias Médicas de la USAC

Mtra. Karla Amparo Carrera Vela	Coordinador de Planificación Depto. Carreras Técnicas, Escuela de Ciencias Psicológicas
Mtra. Evelyn Vanessa Larios García	Escuela de Ciencias Psicológicas de la USAC
Dr. Olmedo España Calderón	Universidad Nacional de Costa Rica

Consejo científico de revisión y arbitraje

Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto	Universidad de Puerto Rico
Dr. Dennys Marroquín	Universidad de San Carlos de Guatemala
MBA Nathalie López	Instituto Técnico de Estudios Aplicados Málaga, España
MBA Paola Tentori Salas	Universidad Latina de Costa Rica
Dra. Carolina España Chavarría	Universidad de Almería, España
Mtra. Isabel Rodríguez	Facultad de Humanidades, Univesidad de San Carlos de Guatemala
Mtra. Elizabeth Espinoza	Universidad de la Rioja, México
Dr. Mario Rodríguez Acosta	Universidad de Almería, España
Dr. Gustavo Adolfo García Macz	Universidad Estatal de Costa Rica –UNED–
Mtro. Rocael Recinos	Facultad de Humanidades, Univesidad de San Carlos de Guatemala
Dr. Jeovani Joel Rosa Pérez	Centro Universitario de Oriente, Universidad de San Carlos de Guatemala
Lic. Pedro Fonseca Solano	Universidad Nacional, Costa Rica
Mtro. Rony Estuardo Monzón Citlán	Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala
Mtro. Marcial Villarroel Siles	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia
Dr. Felipe Nery Agustín Hernández	Universidad Estatal de Costa Rica –UNED–
Dr. Renato Esteban Revelo Oña	Universidad Nacional de Rosario, Argentina
Dr. Ezequiel López	Universidad de São Paulo, ciudad de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil
Dr. Byron Humberto González Ramírez	Universidad Panamericana de Guatemala
Mto. Raúl Jáuregui Jiménez	Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México
Dr. Carlos Alvarado Barrios	Universitat Internacional de Catalunya (UIC) Barcelona, España

Índice / Index

Presentación / Presentation	i
Artículos científicos / Scientific articles	
Aspectos clínicos y terapéuticos del accidente ofídico en hospitales nacionales de Guatemala	1
<i>Clinical and therapeutic aspects of the snakebite accident in national hospitals of Guatemala</i> Dennis Guerra-Centeno	
Producción de forraje verde hidropónico de maíz mejorado del ICTA de Guatemala	21
<i>Production of hydroponic green fodder from improved maize from the ICTA of Guatemala</i> Carlos Valdez-Sandoval, Dennis Guerra-Centeno, Mercedes Díaz-Rodríguez, César Noriega-Morales y Hugo Pérez Noriega	
Perfeccionamiento de habilidades motrices específicas en estudiantes de Anestesiología e Inhaloterapia, Universidad de El Salvador, Año 2021	35
<i>Improvement of Specific Motor Skills in Anesthesiology and Inhalation Therapy Students</i> Roxana Margarita Canales Robles	
Domiciliosgt.com, sistema móvil de información para la compra y venta de productos en el área metropolitana de la Ciudad de Guatemala	45
<i>Domiciliosgt.com, mobile information system for the purchase and sale of products in the metropolitan area of Guatemala City</i> Libardo Rodriguez Martinez	
Influencia del color del empaque biodegradable en la intención de compra en jóvenes guatemaltecos de la generación “Z”	63
<i>Influence of the color of biodegradable packaging on the purchase intention in young Guatemalans of generation “Z”</i> Mynor Rodolfo García Lémus	
Diseño de muestreo para estimar la cantidad de lotes defectuosos causados por desajuste en equipos semiautomáticos de acabado industrial en distintas líneas de producción en un proceso de troquelado metálico	77
<i>Sampling design to estimate the quantity of defective lots caused by maladjustment in semiautomatic industrial finishing equipment in different production lines in a metallic die cut process</i> Carlos Alberto Ríos Calderón	
Diseño, construcción y evaluación de un filtro intermitente de arena pómez	87
<i>Design, construction, and evaluation of an intermittent pumice sand filter</i> José Ramón López López	

Directrices para autores (as)	103
Aviso de derechos de autor (a)	105
Políticas editoriales	106

Presentación / Presentation

La Coordinadora General del Sistema de Estudios de Postgrado SEP de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es la unidad ejecutora de las políticas y programas de postgrado, encargada de la administración y gestión del Sistema y sirve de enlace entre las escuelas y departamentos de estudios de postgrado, la Asamblea General, el Consejo Directivo y otras instituciones o instancias relacionadas, cumpliendo así su función de promover los estudios de postgrado en sus diferentes niveles en todo el país.

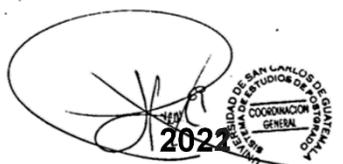
La investigación científica contribuye a tener elementos para alcanzar un conocimiento mayor de la realidad objeto de estudio. El conocimiento científico en consecuencia, ha de ser motivado y publicado a fin de que pueda provocar líneas de comunicación entre la academia, la sociedad y los tomadores de decisión, en beneficio de intereses comunes.

La Universidad de San Carlos de Guatemala por mandato constitucional ha de promover la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperar al estudio y solución de los problemas nacionales. En cumplimiento a este mandato constitucional y con base en el Reglamento, el Sistema de Estudios de Postgrado (SEP), ha implementado una serie de estrategias orientadas a la promoción de la investigación en todos los programas de postgrado vigentes en las unidades académicas que integran el Sistema en todo el país.

Una de estas estrategias es la estimulación de la producción científica en todas las áreas del conocimiento, exhortando a los estudiantes de programas de Maestría en Ciencias y Doctorado de esta Casa de Estudios Superiores, a escribir y publicar artículos científicos en revistas indexadas, como parte del proceso de finalización de sus estudios de postgrado.

Además, con el fin de apoyar la difusión de la producción científica de estudiantes y docentes de los diferentes programas de postgrado de la Universidad en todo el país, el SEP ha decidido crear su propia revista científica, a través de la cual espera fortalecer los vínculos entre universidad y sociedad, así como aportar conocimiento científico a quienes tienen la responsabilidad de diseñar políticas, programas, proyectos y acciones de alcance nacional y local, para que puedan realizarlo, con base en evidencias científicas, es decir, fundamentados en el conocimiento científico de la realidad, en sus múltiples dimensiones y expresiones.

Continuamos nuestra contribución, con este quinto volumen, número dos de la Revista Científica del SEP, esperando cumplir con nuestro cometido.



2021

Dr. Jorge Ruano Estrada
Coordinador General del Sistema de Estudios de Postgrado y Editor de la Revista
Universidad de San Carlos de Guatemala



Referencia

Guerra-Centeno, D. (2022). Aspectos clínicos y terapéuticos del accidente ofídico en hospitales nacionales de Guatemala. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2). 1-19.
DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.114>

Aspectos clínicos y terapéuticos del accidente ofídico en hospitales nacionales de Guatemala

Clinical and therapeutic aspects of the snakebite accident in national hospitals of Guatemala

Dennis Guerra-Centeno

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad de San Carlos de Guatemala
phd.denniguerra@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3021-4742>

Recibido: 08/07/2022

Aceptado: 06/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

PROBLEMA: el accidente ofídico es una enfermedad desatendida prioritaria que ocurre principalmente en los países en desarrollo de las zonas tropicales del mundo. En Guatemala, ocurren alrededor de 900 casos por año, siendo los campesinos jóvenes los más afectados. **OBJETIVO:** describir los aspectos clínicos y terapéuticos del accidente ofídico en Guatemala. **MÉTODO:** a través de un método documental, retrospectivo, descriptivo se examinaron 305 expedientes de casos atendidos en el hospital regional de Escuintla (HRE) y de San Benito Petén (HRSB). **RESULTADOS:** el tiempo medio de hospitalización fue de 4.03 días en el HRE y de 5.71 días en el HRSB. El grado de severidad más común fue el grado II en el HRE y el grado III en el HRSB. La cantidad media de viales de suero antiofídico aplicada a los pacientes fue de 4.99 en el HRE y 9.84 en el HRSB. En ambos hospitales, fue común la administración de antibióticos, antiinflamatorios, analgésicos, antihistamínicos, antagonistas H2, antitoxina tetánica, vitamina K y otros medicamentos. Las secuelas más comunes fueron rabdomiólisis, fasciotomías terapéuticas y amputaciones. Se observó una relación débil entre el tiempo de evolución consignado y el grado de severidad del accidente ofídico. **CONCLUSIÓN:** en general, los accidentes ofídicos son más graves y producen más secuelas en el área norte de Guatemala que en el área sur. Los resultados contribuyen a la comprensión de la realidad multidimensional del accidente ofídico en Guatemala.

Palabras claves

epidemiología, salud pública, ofidismo, serpientes, enfermedad desatendida

Abstract

PROBLEM: ophidian accident is a neglected priority disease that occurs mainly in developing countries in the tropical areas of the world. In Guatemala, around 900 cases occur per year, where the most affected are the farmers. **OBJECTIVE:** to describe the clinical and therapeutic aspects of the ophidian accident in Guatemala. **METHOD:** through a documentary, retrospective, descriptive method, 305 files of cases treated at the Hospital Regional de Escuintla (HRE) and San Benito Petén (HRSB) were examined. **RESULTS:** the mean hospitalization time was 4.03 days in the HRE and 5.71 days in the HRSB. The most common degree of severity was grade II in the HRE and grade III in the HRSB. The mean number of vials of antivenom serum applied to patients was 4.99 in the HRE and 9.84 in the HRSB. In both hospitals, the administration of antibiotics, anti-inflammatories, analgesics, antihistamines, H2 antagonists, tetanus antitoxin, vitamin K and other medications was common. The most common sequelae were rhabdomyolysis, therapeutic fasciotomies, and amputations. A weak relationship was observed between the recorded evolution time and the degree of severity of the snakebite accident. **CONCLUSION:** in general, ophidic accidents are more serious and produce more consequences in the northern area of Guatemala than in the southern area. The results contribute to the understanding of the multidimensional reality of the ophidian accident in Guatemala.

Keywords

epidemiology, public health, ophidism, snakes, neglected disease

Introducción

El accidente ofídico es una enfermedad desatendida prioritaria que ocurre principalmente en los países en desarrollo de las zonas tropicales del mundo (Chippaux, 2017; Babo et al., 2019). En Guatemala, ocurren alrededor de 900 casos por año, la mayoría en los departamentos de Petén, Alta Verapaz y Escuintla (Guerra-Centeno, 2018a). Los campesinos jóvenes son los más afectados (Guerra-Centeno, 2016) y los más vulnerables desde múltiples dimensiones (Guerra-Centeno, 2017; Longbottom et al., 2018).

Los casos de accidente ofídico suelen ser evaluados y tratados mediante protocolos más o menos estandarizados, desarrollados a través de la experiencia de los médicos residentes y transmitidos en la cultura hospitalaria (Wellmann & Guerra-Centeno, 2020). No se ha publicado ningún estudio descriptivo que aborde la forma como se presenta y se resuelve esta enfermedad en el sistema hospitalario de Guatemala.

La presente investigación es parte de una tesis doctoral titulada “Epidemiología Social del Accidente Ofídico en Guatemala: hacia la Comprensión de una Enfermedad Desatendida”, y tuvo por propósito describir los aspectos clínicos y terapéuticos del accidente ofídico en Guatemala partiendo del análisis de 305 expedientes hospitalarios de casos atendidos en el Hospital Regional de Escuintla (HRE) y de San Benito Petén (HRSBP) durante el período 2008 a 2013.

Materiales y Métodos

Tipo de estudio

Se realizó una investigación descriptiva, retrospectiva, documental, partiendo del análisis de 305 expedientes hospitalarios de casos de accidente ofídico ocurridos entre 2008 y 2013.

Fuentes de información y registro de datos

Se seleccionaron los dos hospitales regionales de referencia que atienden la mayoría de los casos de accidente ofídico procedentes de las tierras bajas del norte y de las tierras bajas del sur de Guatemala. Estos hospitales fueron el Hospital Regional de Escuintla (HRE) y el Hospital Regional de San Benito, Petén (HRSBP). Se analizaron 305 expedientes hospitalarios de casos de accidente ofídico correspondientes al período de 2008 a 2013. Ciento sesenta y nueve de los expedientes analizados correspondieron al HRE y 136 al HRSBP. Los casos registrados en los expedientes del HRE correspondieron a pacientes provenientes de los depar-

tamentos de Escuintla, Santa Rosa, Chimaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Sacatepéquez, Sololá y Guatemala. Los casos de los expedientes del HRSBP correspondieron a pacientes provenientes del área centro y norte de Petén, y algunos referidos del área sur de ese departamento.

De cada expediente, se registraron cinco variables: (1) tiempo de hospitalización, (2) gravedad del accidente ofídico, (3) cantidad de viales de suero antiofídico aplicado, (4) medicamentos usados en la terapia del accidente ofídico y (5) secuelas observadas. Se realizaron comparaciones cruzadas entre hospitales y se investigó la posible asociación entre el tiempo que toma llegar al hospital y la gravedad del accidente ofídico. Es importante mencionar que no en todos los expedientes estaban consignadas todas las variables de estudio.

Análisis estadístico

Los datos fueron tabulados, ordenados, resumidos y presentados mediante estadística descriptiva. Para las comparaciones cruzadas se utilizaron pruebas de análisis de frecuencias de χ^2 y comparación de medias (prueba de t de student). La asociación entre el tiempo que toma llegar al hospital y la gravedad del accidente ofídico se estableció mediante una prueba de correlación. La estadística descriptiva y las pruebas de estadística inferencial fueron realizadas utilizando el software de libre acceso PSPP versión 0.8.4. El valor de alfa para las pruebas inferenciales fue de 5%.

Resultados y discusión

Tiempo de hospitalización

El tiempo medio de hospitalización de los casos atendidos en el Hospital Regional de Escuintla fue de 4.03 días (IC 95% = 3.42–4.64) y de los casos atendidos en el Hospital Regional de San Benito, Petén, fue de 5.71 días (IC 95% = 4.48–6.94). El tiempo de hospitalización fue diferente entre los dos hospitales estudiados ($t = -2.47$, $gl = 202$, $p = 0.01$).

El tiempo medio de hospitalización al combinar los datos de los casos de ambos hospitales estudiados fue de 4.82 días (IC 95% = 4.15–5.49). En la Tabla 1 se presenta la distribución de los casos según el sitio de atención y según el tiempo de hospitalización de las víctimas.

Tabla 1: Frecuencia y proporción de tiempos de hospitalización en una muestra de expedientes de casos de accidente ofídico atendidos en los hospitales regionales de Escuintla y de San Benito, Petén entre 2008 y 2013.

Sitio de atención	Tiempo de hospitalización						Total
	1 – 5 d	6 – 10 d	11 – 15 d	16 – 20 d	21 – 25 d	26 – 31 d	
Hospital Regional de Escuintla	94	11	2	0	0	1	108
	87%	10.2%	1.9%	0%	0%	0.9%	100%
Hospital Regional de San Benito, Petén	68	14	6	2	3	3	96
	70.8%	14.6%	6.3%	2.1%	3.1%	3.1%	100%
Total	162	25	8	2	3	4	204
	79.4%	12.3%	3.9%	1%	1.5%	2%	100%

El tiempo de hospitalización, que está relacionado con la gravedad del cuadro del paciente y con la respuesta al tratamiento, es una variable escasamente referida en los estudios epidemiológicos del accidente ofídico. Paolino y colaboradores (2020) y Villanueva y colaboradores (2004) reportaron tiempos medios de hospitalización muy similares a los del presente estudio. González-Rivera y colaboradores (2009), reportaron tiempos de hospitalización muy variables, que van de los 2 a los 125 días. Ertem y colaboradores (2005), describieron un tiempo medio de hospitalización de 11.3 días y Arroyo y colaboradores (1999), reportaron tiempos de hospitalización que pueden ir desde 12-48 horas en los casos leves, hasta 7 a 22 días en los cuadros severos.

Es común que todos los pacientes que son víctima de accidente ofídico sean mantenidos en observación por al menos 24 horas, aunque presenten un cuadro de accidente grado 0. En el caso de los pacientes con cuadros con gravedad de I a IV, el tratamiento se instituye prontamente. Los tiempos de hospitalización se prolongan cuando hay complicaciones, por ejemplo, la insuficiencia renal, la rabdomiólisis, y el síndrome compartimental, que requieren de cuidados intensivos o de traslado del paciente al departamento de cirugía para practicar fasciotomías o amputaciones (Bhattacharya et al., 2020; Brenes-Chacón et al., 2019; Valente et al., 2019).

El hecho de que el tiempo de hospitalización haya sido mayor en Petén que en Escuintla, sugiere que los accidentes causados por la serpiente barba amarilla (la especie más referida por las víctimas en Petén) ocasionan mayores daños a la persona

mordida. Como se dijo antes, probablemente esto se deba a que, a pesar de que el veneno de la serpiente cascabel es más tóxico que el de la barba amarilla, esta última, por ser de mayor tamaño promedio, puede inocular volúmenes más grandes y por consiguiente ocasionar daños más extensos.

Gravedad del accidente ofídico

El grado de severidad del accidente ofídico fue consignado en 223 (73%) de los 305 expedientes analizados. El grado de severidad más común en la Región Sur (HRE) fue el grado II (51 de 119 casos analizados = 42.86 %). El grado de severidad más común en la Región Norte (HRSBP) fue el grado III (34 de 104 casos analizados = 33.3%). El grado de severidad estuvo asociado a la región del país donde se presentó el caso ($\chi^2 = 14.8$, $p = 0.01$). En la Tabla 2, se muestra la distribución de casos según el sitio de atención y el grado de severidad.

Tabla 2. Frecuencia y proporción del grado de severidad del accidente ofídico en una muestra de expedientes de casos atendidos en los hospitales regionales de Escuintla y de San Benito, Petén, entre 2008 y 2013.

Sitio de atención del caso		Severidad o gravedad del accidente ofídico					Total
		grado 0	grado I	grado II	grado III	grado IV	
Hospital Regional de Escuintla		7	42	51	15	4	119
		5.88%	35.3%	42.86%	12.6%	3.36%	100%
Hospital Regional de San Benito, Petén		2	32	31	34	5	104
		1.92%	30.77%	29.81%	32.69%	4.81%	100%
Total		9	74	82	49	9	223
		4.04%	33.18%	36.77%	21.97%	4.04%	100%

En el sistema hospitalario nacional de Guatemala, se utilizan los criterios de Christopher y Rodning (1986) como guía para clasificar la severidad del accidente ofídico causado por víboras y para la orientación sobre la dosis de sueros antiofídicos a administrar (Tabla 3).

Tabla 3. Criterios de Christopher y Rodning para la clasificación de la severidad del accidente ofídico causado por víboras y para el cálculo de dosis de sueros antiofídicos.

Grado del accidente ofídico	Presentación	Dosis inicial de suero antiofídico (viales)
0 (ninguno)	Heridas por colmillos presentes. No hay signos locales o sistémicos.	0
I (leve)	Heridas por colmillos presentes. Dolor y edema local, no hay signos sistémicos.	3 a 5
II (moderado)	Heridas por colmillos presentes. Dolor severo, edema de 15 a 30 cm, algunas anormalidades sistémicas o hallazgos de laboratorio.	6 a 10
III (severo)	Heridas por colmillos presentes. Dolor severo, edema de 30 cm o más, petequias, reacción sistémica severa, sangrado y/o coagulación intravascular diseminada, hallazgos de laboratorio con severas anormalidades.	15 o más
IV (grave)	Signos marcados de envenenamiento múltiple, signos y síntomas anormales en todas las categorías. Terapia intensiva.	25 o más

Nota: Mendez-Dominguez et al., (2019).

Según se deduce del análisis de los expedientes, después de la dosis inicial, los médicos administran, a efecto, dosis adicionales dependiendo de la evolución del cuadro clínico y considerando los resultados de pruebas de laboratorio. Este aparente empirismo en la terapéutica del accidente ofídico se debe a la compleja interacción que se establece entre la acción del veneno de la serpiente y la respuesta del organismo de la víctima. Se sabe que hay variaciones en la composición y efecto de los venenos de las serpientes, entre especies o entre individuos de la misma especie y en función de la distribución geográfica (Casewell et al., 2020; Mukherjee, 2020; Gutiérrez, 2002; Silva-Júnior et al., 2020; Yu et al., 2020). Estas variaciones suponen una dificultad para que los médicos puedan tratar los casos, de manera consistente o estandarizada.

No se ha generado un protocolo o guía a partir de la información de la venómica y la antivenómica de las especies de serpientes venenosas presentes en Guatemala. Algunas especies de serpientes de Guatemala, como *Bothrops asper*, *Crotalus simus*, *Metlapilcoatlus mexicanus*, *Porthidium nasutum*, *Cerrophidion godmani*, *Agkistrodon bilineatus* y *Micrurus nigrocinctus*, se distribuyen ampliamente en Mesoamérica y el conocimiento sobre sus venenos, generado en otros países, podría extrapolarse al contexto de Guatemala. Sin embargo, otras especies como *Crotalus tzabcan*, *Metlapilcoatlus occiduus*, *M. olmec*, *Bothriechis thalassinus*, *B. aurifer*, *Agkistrodon russeolus* y *Micrurus elegans*, son más endémicas de Guatemala y aún se desconocen muchos aspectos de su venómica y antivenómica.

Como se dijo anteriormente, cuando se reportó la diferencia en los tiempos de hospitalización entre Petén y Escuintla, el hecho de que en Petén se hayan presentado más accidentes ofídicos de grados III y IV, refuerza la idea de que el veneno inoculado por las serpientes barba amarilla causa mayores daños a la víctima que el veneno inoculado por la serpiente cascabel. En tal sentido, los campesinos del norte de Guatemala serían más vulnerables al envenenamiento por serpiente que los del sur del país, entendiendo como vulnerabilidad a la incapacidad de recuperarse después de una perturbación (Guerra-Centeno, 2017).

Cantidad de viales de suero antiofídico usados en la terapia de los casos

La cantidad de viales que se aplicaron al paciente de accidente ofídico fue consignada en 290 (94%) de los 305 expedientes examinados. De estos expedientes, 159 (54.83%) correspondieron al HRE y 131 (45.17%) al HRSBP.

La cantidad de viales aplicada a los pacientes dependió del sitio de atención de los casos ($\chi^2 = 65.14$, $p < 0.01$). La dosis media de viales de suero antiofídico aplicados fue de 4.99 viales (IC 95% = 4.46 – 5.52) en el HRE y de 9.84 viales (IC 95% = 8.66 – 11.02) en el HRSBP y difirió estadísticamente entre ambos hospitales ($t = -7.84$, $gl = 288$, $p < 0.01$). El intervalo de dosis más frecuente fue el de 1 a 5 viales (43.4%), seguido por el de 6 a 10 viales (35.07%). La Tabla 4 muestra la distribución de las frecuencias de dosis de suero antiofídico administradas por los médicos tratantes.

Tabla 4. Frecuencia y proporción de dosis de viales de suero antiofídico administradas a los pacientes, en una muestra de expedientes de casos de accidente ofídico atendidos en los hospitales regionales de Escuintla y de San Benito, Petén, entre 2008 y 2013.

Sitio de atención del caso	Dosis de suero antiofídico (viales)					Total
	0	1 - 5	6 - 10	11 - 20	21 - 32	
Hospital Regional de Escuintla	14	93	48	3	1	159
	8.8%	58.49%	30.19%	1.89%	0.63%	100%
Hospital Regional de San Benito, Petén	3	32	53	30	13	131
	2.29%	24.43%	40.46%	22.9%	9.92%	100%
Total	17	125	101	33	14	290
	5.86%	43.1%	34.83%	11.38%	4.83%	100%

Al combinar los datos de ambos hospitales, la dosis media de viales de suero antiofídico administrada a los pacientes de accidente ofídico fue 7.18 (IC 95% = 6.51-7.85). Considerando que el precio de adquisición del suero antiofídico, en contrato abierto de Guatecompras, en 2018 fue de 400 quetzales por vial (Sistema de Información de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, Guatecompras, 2018), el costo promedio del tratamiento por paciente sería de 2,872.00 quetzales. Por otro lado, si partimos de que la morbilidad anual promedio reportada para Guatemala es de 849 casos (Guerra-Centeno, 2018a) la inversión anual en tratamiento del accidente ofídico para el Estado de Guatemala asciende a 2,438,328 quetzales.

La identificación correcta de la especie de serpiente y el desarrollo de protocolos que consideren la diversidad de especies y los efectos específicos de los venenos podría traducirse en una mejor aproximación a la terapéutica de la enfermedad. Esto redundaría no solamente en el uso más eficiente de los recursos económicos y técnicos, si no en el aumento de la resiliencia de las víctimas y en la disminución de los impactos sociales de esta enfermedad.

Medicamentos usados en la terapia del envenenamiento por serpiente

El manejo hospitalario del accidente ofídico no involucró el uso exclusivo de suero antiofídico, sino de varios medicamentos que son administrados para coadyuvar a la recuperación del paciente. Fue común la administración de antibióticos, antiinflamatorios, analgésicos, antihistamínicos, antagonistas H2, antitoxina tetánica, vitamina K y otros. Los antibióticos fueron utilizados en el 100% de los casos de grado I o superior. El tipo de antibiótico más utilizado fue la penicilina, administrado en 114 (89.76 %) de 127 casos en el Hospital Regional de Escuintla, y en 60 (67.42 %) de 89 casos en el Hospital Regional de San Benito, Petén (Figuras 1 y 2).

Figura 1. Medicamentos utilizados en combinación con el suero antiofídico, en el tratamiento de casos de accidente ofídico (accidente ofídico) atendidos en el Hospital Regional de Escuintla entre 2008 y 2013.

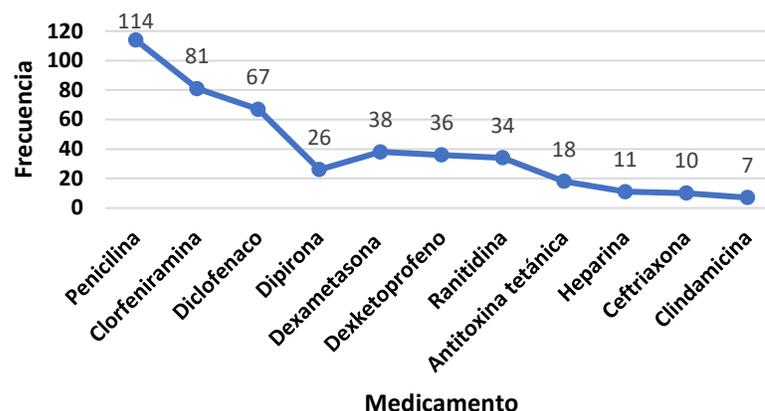
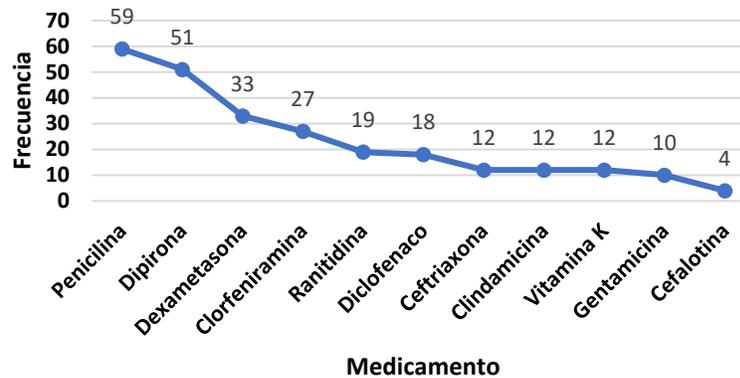


Figura 2. Medicamentos utilizados en combinación con el suero antiofídico, en el tratamiento de casos de accidente ofídico (accidente ofídico) atendidos en el Hospital Regional de San Benito, Petén, entre 2008 y 2013.



El uso de antibióticos es común en la terapia del accidente ofídico y tiene como propósito prevenir las infecciones bacterianas en el sitio de la mordedura, así como evitar la posibilidad de una diseminación de la infección (Muñoz y Ovarés, 2010; Palappallil, 2015; Resiere et al., 2020; Russell et al., 2021). Se han aislado bacterias en la cavidad oral y el veneno de víboras de especies de Centroamérica (Artavia-León et al., 2017) y en especies de Estados Unidos de Norteamérica (Goldstein et al., 1979) e incluso se ha reportado un caso de infección por bacterias multirresistentes a antibióticos post accidente ofídico (Muhammad et al., 2018). Por otro lado, además de la posibilidad de inoculación de bacterias a través de los colmillos de las serpientes o el veneno, las prácticas tradicionales de cortar la herida con un cuchillo, una navaja o un machete, exponen los tejidos internos a una contaminación microbiana.

A pesar de que la aplicación profiláctica de antibióticos es una práctica común en los casos de accidente ofídico, algunos investigadores han recomendado no usarlos argumentando que la incidencia de infecciones post mordedura es baja y las bacterias aisladas de heridas infectadas han sido bacterias cutáneas y no bacterias de cavidad oral de serpientes (August et al., 2018; Gil-Alarcón et al., 2011). En todo caso, el uso de antibióticos de amplio espectro se ha recomendado recientemente para coadyuvar al tratamiento de las infecciones bacterianas secundarias en los casos complicados de accidente ofídico (Le Geyt et al., 2021).

El dolor es uno de los síntomas que más refieren los pacientes de accidente ofídico (Guevara-Centeno, 2018) y es por eso el uso de analgésicos fue un hallazgo común en el presente estudio. El uso de analgésico ha sido criticado por algunos autores que consideran que son potencialmente dañinos para los riñones y que pueden retrasar los procesos de coagulación sanguínea agravando el cuadro causado por el veneno (Gil-Alarcón et al., 2011).

El uso de adrenalina, antihistamínicos, cortico esteroides y antitoxina tetánica detectado en el presente estudio está dirigido a contrarrestar los múltiples síntomas y signos que acompañan al accidente ofídico. Sin embargo, se ha recomendado que el único tratamiento en la mayoría de los casos, debería ser el suero antiofídico (Gil-Alarcón et al., 2011). De cualquier forma, es importante considerar los aspectos de bienestar del paciente y si el paciente manifiesta dolor y malestar, lo más lógico y justificable es que los médicos administren y prescriban medicamentos que no solamente traten la raíz del problema, si no que hagan sentir mejor anímicamente a la víctima.

Secuelas del accidente ofídico

La secuela más frecuente en los pacientes tratados en el HRE fue la rabdomiólisis (siete casos de 169 = 4.14 %). La rabdomiólisis es el daño al tejido muscular, causado principalmente por las miotoxinas presentes en los venenos de las víboras (Aye et al., 2017; Hamza et al., 2021). Otras secuelas menos comunes presentadas por pacientes atendidos en el HRE fueron síndromes compartimentales, necrosis y fasciotomías terapéuticas. Las secuelas del envenenamiento por serpiente tienen relación con los devastadores efectos de los venenos de las serpientes (sobre todo de las víboras) sobre los tejidos de la víctima (Gutiérrez, 2002).

En el HRSBP, se registraron muchas más secuelas que en el HRE. La secuela más común fue la amputación (6 de 136 casos = 4.41 %), seguida por las áreas cruentas (5 de 136 casos = 3.67 %), la fasciotomía (4 de 136 casos = 2.94 %) y otras menos comunes como la necrosis y el shock anafiláctico. La mayor incidencia de estas secuelas observada en el área norte del país podría deberse a que la serpiente barba amarilla –la más referida en Petén–, alcanza un mayor tamaño corporal que la cascabel y, en consecuencia, tiene el potencial para inyectar un mayor volumen de veneno a los tejidos.

Relación entre el tiempo que toma llegar al hospital y la gravedad del accidente ofídico

El tiempo de evolución desde el momento que ocurrió el accidente ofídico y el momento de la llegada al hospital, tuvo una correlación débil con la severidad del cuadro ($r = 0.11$, $p = 0.22$) y únicamente el 1% de la varianza en la severidad del cuadro estuvo explicada por la varianza en el tiempo de evolución hasta llegar al hospital ($R^2 = 0.01$). Esto significa que el tiempo de evolución no es un buen vaticinador que pueda ser usado por los médicos para anticipar la severidad que desarrollará cada paciente. Claro está, esto no significa que una persona víctima de accidente ofídico no tenga que apresurarse hacia el hospital para ser evaluada y tratada.

La severidad de un cuadro es función de la especie de serpiente que mordió a la víctima, de la cantidad de veneno que esta pudo haberle inoculado y del tiempo que transcurre entre el momento de la mordedura y la administración de suficientes dosis de suero antiofídico. En tal sentido, es importante que la enfermedad se diagnostique prontamente de manera que se instituya cuanto antes el tratamiento con los sueros antiofídicos idóneos. Cada vial de suero antiofídico tiene la capacidad de neutralizar cierto volumen de veneno. Por lo tanto, la estimación del número de viales a aplicar es importante para lograr bloquear la cantidad de veneno inyectado por la serpiente y lograr que el cuadro no se torne más grave.

No todas las variables que determinan el grado o severidad de un accidente ofídico pueden ser conocidas o determinadas por los médicos tratantes. Una de las variables a menudo desconocidas es la especie de la serpiente agresora (Wolfe et al., 2020). La especie de serpiente puede ser conocida cuando la víctima la porta hasta el hospital y cuando existen las capacidades para la identificación taxonómica. Recientemente se han propuesto métodos para la identificación de especies de serpientes basados en el crowdsourcing (Durso et al., 2021; Maduwage et al., 2022) y machine learning (Rajabizadeh & Rezghi, 2021) así como el análisis químico de los venenos inoculados (Puzari & Mukherjee, 2020). Sin embargo, estas herramientas no harían mayor diferencia en este momento en Guatemala, pues no se dispone de sueros antiofídicos específicos. Por otro lado, el volumen de veneno inoculado es prácticamente imposible de determinar. En ocasiones, ni siquiera se sabe que la persona ha sido mordida por una serpiente, pues la víctima no siempre se da cuenta y a veces no se reconocen las marcas de la mordedura dejadas en la piel.

Las marcas de los dientes o colmillos en la piel de la víctima posibilitan discernir entre la mordida de una víbora o de una serpiente coral. Sin embargo, no permiten determinar la especie de víbora ni la especie de serpiente coral. Lo ideal sería contar no solamente con mejores capacidades para el diagnóstico de la especie de serpiente si no con sueros antiofídicos más específicos. Esto cobra importancia si consideramos las variaciones interespecíficas, intraespecíficas y geográficas sobre la composición y efecto de los venenos de serpiente.

Conclusiones

En general, los accidentes ofídicos son más graves y producen más secuelas en el área norte de Guatemala que en el área sur. Los tiempos de hospitalización, el grado de severidad, la cantidad media de sueros antiofídicos administrada y la frecuencia de secuelas fueron mayores para los casos atendidos en el HSBP que para los atendidos

en el HRE y, por lo tanto, la inversión en encamamiento y tratamiento también son mayores. Los protocolos de tratamiento fueron similares en ambos hospitales.

Los hallazgos generados en el presente estudio podrán servir como referencia para el abordaje de los casos de accidente ofídico en los hospitales donde no se tenga mucha experiencia en la atención y resolución de esta enfermedad. Así mismo, esta información contribuirá a mejorar nuestro entendimiento sobre la epidemiología y sobre los determinantes eco sociales de esta enfermedad en Guatemala.

Consideraciones éticas

La presente investigación, incluyendo los aspectos éticos, contó con el aval del comité de tesis doctoral del programa de Doctorado en Investigación Social de la Universidad Panamericana de Guatemala.

Agradecimientos

Se agradece al personal médico y paramédico, a los directores y al personal de los departamentos de epidemiología de los hospitales regionales de Escuintla y de San Benito Petén, por haber proporcionado los datos y haberme asistido con el manejo de los expedientes.

Referencias

- Arroyo, O., Rojas, G., y Gutiérrez, J. M. (1999). Envenenamiento por mordedura de serpiente en Costa Rica en 1996: Epidemiología y consideraciones clínicas. *Acta Médica Costarricense*, 41(4) 23-29. <https://doi.org/10.51481/amc.v41i4.528>
- Artavia-León, A., Romero-Guerrero, A., Sancho-Blanco, C., Rojas, N., y Umaña-Castro, R. (2017). Diversity of aerobic bacteria isolated from oral and cloacal cavities from free-living snakes species in Costa Rica rainforest. *International Scholarly Research Notices*, 2017, 8934285. <https://doi.org/10.1155/2017/8934285>
- August, J. A., Boesen, K. J., Hurst, N. B., Shirazi, F. M., y Klotz, S. A. (2018). Prophylactic antibiotics are not needed following rattlesnake bites. *The American journal of medicine*, 131(11), 1367-1371. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2018.06.006>

- Aye, K. P., Thanachartwet, V., Soe, C., Desakorn, V., Thwin, K. T., Chamnanchanunt, S., Sahassananda, D., Supaporn, T., y Sitprijia, V. (2017). Clinical and laboratory parameters associated with acute kidney injury in patients with snakebite envenomation: a prospective observational study from Myanmar. *BMC nephrology*, 18(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12882-017-0510-0>
- Babo, S., Bolon, I., Chappuis, F., Ray, N., Alcoba, G., Ochoa, C., ... y Ruiz de Castaneda, R. (2019). Snakebite and its impact in rural communities: The need for a One Health approach. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(9), e0007608. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007608>
- Barahona, G. (1993). Estudio Antropológico, Clínico-Epidemiológico, en el Departamento de Chimaltenango, del 1 de enero de 1987 al 31 de diciembre de 1992. Guatemala. Tesis Médico y Cirujano. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Bhattacharya, S., Krishnamurthy, A., Gopalakrishnan, M., Kalra, S., Kantroo, V., Aggarwal, S., y Surana, V. (2020). Endocrine and metabolic manifestations of snakebite envenoming. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(4), 1388. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0161>
- Brenes-Chacón, H., Gutiérrez, J. M., Camacho-Badilla, K., Soriano-Fallas, A., Ulloa-Gutiérrez, R., Valverde-Muñoz, K., y Ávila-Agüero, M. L. (2019). Snakebite envenoming in children: A neglected tropical disease in a Costa Rican pediatric tertiary care center. *Acta tropica*, 200, 105176. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105176>
- Casewell, N. R., Jackson, T. N., Laustsen, A. H., y Sunagar, K. (2020). Causes and consequences of snake venom variation. *Trends in pharmacological sciences*, 41(8), 570-581. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2020.05.006>
- Chippaux, J. P. (2017). Snakebite envenomation turns again into a neglected tropical disease!. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 23(1), 1-2. <https://doi.org/10.1186/s40409-017-0127-6>
- Christopher, D. G., & Rodning, C. B. (1986). Crotalidae envenomation. *Southern medical journal*, 79(2), 159-162. <https://europepmc.org/article/med/3945845>
- Durso, A. M., Bolon, I., Kleinhesselink, A. R., Mondardini, M. R., Fernandez-Marquez, J. L., Gutsche-Jones, F., Gwilliams, C., Tanner, M., Smith, C. E., Wüster, W., Grey, F., y

- Ruiz de Castañeda, R. (2021). Crowdsourcing snake identification with online communities of professional herpetologists and avocational snake enthusiasts. *Royal Society open science*, 8(1), 201273. <https://doi.org/10.1098/rsos.201273y>
- Ertem, K., Esenkaya, I., Kaygusuz, M., y Turan, C. (2004). Our clinical experience in the treatment of snakebites. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 39(1), 54-58. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aott/issue/18097/190713>
- Gil-Alarcón, G., Sánchez-Villegas, M., y Reynoso, V. (2011). Tratamiento pre hospitalario del accidente ofídico: revisión, actualización y problemática actual. *Gaceta Médica de México*, 147, 195-208. https://www.anmm.org.mx/GMM/2011/n3/8_GMM_Vol_147_-_3_2011.pdf
- Goldstein, E., Citron, D., Gonzalez, H., Russell, F., & Finegold, S. (1979). Bacteriology of rattlesnake venom and implications for therapy. *Journal of Infectious Diseases*, 140(5), 818-821. <https://doi.org/10.1093/infdis/140.5.818>
- González-Rivera, A., Chico-Aldama, P., Domínguez-Viveros, W., Iracheta-Gerez, L., López-Alquicira, M., Cuellar-Ramírez, A., y Zamora, V. (2009). Epidemiología de las mordeduras por serpiente. Su simbolismo. *Acta Pediátrica de México*, 30 (3) 182-191. <https://www.redalyc.org/pdf/4236/423640317009.pdf>
- Guerra-Centeno, D. (2016). Perfil epidemiológico del accidente ofídico en las tierras bajas de Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 127-138. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v3i2.112>
- Guerra-Centeno, D. (2017). La vulnerabilidad multidimensional del campesino guatemalteco al accidente ofídico. *REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-25. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009051.pdf>
- Guerra-Centeno, D. (2018). Morbilidad por accidente ofídico en Guatemala y su relación con la distribución geográfica de las especies de serpientes venenosas. *REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria*, 19(3), 1-12.
- Guerra-Centeno, D. (2018). Fenomenología del accidente ofídico: El significado de los daños físicos para la víctima. *Revista Naturaleza, Sociedad y Ambiente*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.37533/cunsurori.v5i1.26>

- Gutiérrez, J. (2002). Comprendiendo los venenos de serpientes: 50 años de investigaciones en América Latina. *Revista de biología tropical*, 50(2), 377-394. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=s0034-77442002000200002&script=sci_arttext
- Hamza, M., Knudsen, C., Gnanathasan, C. A., Monteiro, W., Lewin, M. R., Laustsen, A. H., & Habib, A. G. (2021). Clinical management of snakebite envenoming: Future perspectives. *Toxicon*: X, 11, 100079. <https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2021.100079>
- Le Geyt, J., Pach, S., Gutiérrez, J. M., Habib, A. G., Maduwage, K. P., Hardcastle, T. C., Hernández, R., Avila-Aguero, M. L., Thu, K., Williams, D., & Halbert, J. (2021). Paediatric snakebite envenoming: recognition and management of cases. *Archives of disease in childhood*, 106(1), 14-19. <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2020-319428>
- Longbottom, J., Shearer, F. M., Devine, M., Alcoba, G., Chappuis, F., Weiss, D. J., ... & Williams, D. J. (2018). Vulnerability to snakebite envenoming: A global mapping of hotspots. *The Lancet*, 392(10148), 673-684. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31224-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31224-8)
- Maduwage, K., Karunathilake, P., & Gutiérrez, J. M. (2022). Web-based snake identification service: A successful model of snake identification in Sri Lanka. *Toxicon*, 205, 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.11.007>
- Mendez-Dominguez, N., Gomez-Carro, S., Diaz-Novelo, R., Bobadilla-Rosado, L. O., & Chi-Mendez, C. (2019). Emergency treatment for a venomous snakebite accident in rural southern Mexico. *Rural and remote health*, 19(2), 171-174. <https://search.informit.org/doi/epdf/10.3316/informit.144032886452338>
- Muhammad, H., Sadiq, H., Nashabaru, I. M., Sanda, A., Abdullahi, F., Bello, U., & Habib, A. G. (2018). Multidrug-resistant infection following snakebite envenoming: A case report. *Nigerian Journal of Basic and Clinical Sciences*, 15(2), 161-163. https://doi.org/10.4103/njbcs.njbcs_45_17
- Mukherjee, A. K. (2020). Species-specific and geographical variation in venom composition of two major cobras in Indian subcontinent: Impact on polyvalent antivenom therapy. *Toxicon*, 188, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.10.024>

- Muñoz, A. & Ovares, C. (2010). Antibioticoterapia profiláctica en el accidente ofídico: evidencia actual. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 67(593), 251-254. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=27808>
- Palappallil, D. S. (2015). Pattern of use of antibiotics following snake bite in a tertiary care hospital. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(8), 5-9. <http://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14753.6322>
- Paolino, G., Di Nicola, M. R., Pontara, A., Didona, D., Moliterni, E., Mercuri, S. R., Grano, M., Borgianni, N., & Pampena, R. (2020). Viper snakebite in Europe: a systematic review of a neglected disease. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(10), 2247-2260. <https://doi.org/10.1111/jdv.16722>
- Puzari, U., & Mukherjee, A. K. (2020). Recent developments in diagnostic tools and bioanalytical methods for analysis of snake venom: A critical review. *Analytica Chimica Acta*, 1137, 208-224. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.054>
- Rajabizadeh, M., & Rezghi, M. (2021). A comparative study on image-based snake identification using machine learning. *Scientific reports*, 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96031-1>
- Resiere, D., Mehdaoui, H., Névière, R., Olive, C., Severyns, M., Beaudoin, A., Florentin, J., Brouste, Y., Banydeen, R., Cabié, A., Bégarbane, B., Gutiérrez, J., & Kallel, H. (2020). Infectious complications following snakebite by *Bothrops lanceolatus* in Martinique: a case series. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(1), 232. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0369>
- Russell, J. J., Schoenbrunner, A., & Janis, J. E. (2021). Snake bite management: a scoping review of the literature. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, 9(4). <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000003506>
- Silva-Júnior, L. N. D., Abreu, L. D. S., Rodrigues, C. F. B., Galizio, N. D. C., Aguiar, W. D. S., Serino-Silva, C., ... & Morais-Zani, K. D. (2020). Geographic variation of individual venom profile of *Crotalus durissus* snakes. *Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases*, 26, e20200016 <https://doi.org/10.1590/1678-9199-JVATITD-2020-0016>

Sistema de Información de Contrataciones y Adquisiciones del Estado Guatecompras [Guatemala]. (2018). Contrato abierto de compra de suero antiofídico. Recuperado de: <https://www.guatecompras.gob.gt/concursos/consultaConcurso.aspx?o=5&nog=9026150>

Valente, S. F., Peixoto, H. M., Moura, N., Monteiro, W. M., & Fernandes de Oliveira, M. R. F. (2019). Snakebite envenomation in the Brazilian Amazon: a descriptive study. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 113(3), 143-151. <https://doi.org/10.1093/trstmh/try121>

Villanueva, M., Maguiña, C., Cabada, M., De Marini, J., Álvarez, H. y Gotuzzo, E. (2004). Ofidismo en la provincia de Chanchamayo, Junín: Revisión de 170 casos consecutivos en el Hospital de Apoyo de La Merced. *Revista Médica Herediana*, 15(2) 82-87. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2004000200005&script=sci_arttext

Wellmann, I. A., & Guerra-Centeno, D. (2020). Envenenamientos por mordedura de serpiente en Guatemala: revisión de literatura. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 7(2), 251-264. <https://doi.org/10.36829/63CTS.v7i2.808>

Wolfe, A. K., Fleming, P. A., & Bateman, P. W. (2020). What snake is that? Common Australian snake species are frequently misidentified or unidentified. *Human Dimensions of Wildlife*, 25(6), 517-530. <https://doi.org/10.1080/10871209.2020.1769778>

Yu, C., Yu, H., & Li, P. (2020). Highlights of animal venom research on the geographical variations of toxin components, toxicities and envenomation therapy. *International journal of biological macromolecules*, 165, 2994-3006. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.190>

Sobre el autor

Dennis Guerra-Centeno

Es Ph.D. en Investigación Social, Maestro en Ciencias en Conservación y Manejo de Vida Silvestre y Médico Veterinario. Actualmente, funge como investigador en el Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ha publicado resultados de investigación sobre epidemiología social del accidente ofídico en Guatemala, acuaponía, conservación y manejo de fauna silvestre y otros temas de producción y salud animal.

Financiamiento de la investigación

La investigación se realizó con recursos propios.

Declaración de intereses

El autor de la investigación declara no tener conflicto de intereses que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Dennis Guerra-Centeno

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](#).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

Valdez-Sandoval, C., Guerra-Centeno, D., Díaz Rodríguez, M., Noriega-Morales, C. y Pérez Noriega, H. (2022). Producción de forraje verde hidropónico de maíz mejorado del ICTA de Guatemala. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2). 21-34. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.116>

Producción de forraje verde hidropónico de maíz mejorado del ICTA de Guatemala

Production of hydroponic green fodder from improved maize from the ICTA of Guatemala

Carlos Valdez-Sandoval

Doctor en Ciencias de la Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala
zoovaldez@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-8742-1320>

Mercedes Díaz-Rodríguez

Candidata a Médico Veterinario
Universidad de San Carlos de Guatemala
diazrodriguezmdc@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9428-9380>

Dennis Guerra-Centeno

Doctor en Investigación Social
Universidad de San Carlos de Guatemala
msc.dennisguerra@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3021-4742>

César Noriega-Morales

Candidato a Maestro en Ciencia Animal
Universidad de San Carlos de Guatemala
cnoriega7@yahoo.com.mx
<https://orcid.org/0000-0002-0838-2803>

Hugo Pérez Noriega

Doctor en Medicina Veterinaria
Universidad de San Carlos de Guatemala
hugonoriega2621@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0274-5471>

Recibido: 29/08/2022

Aceptado: 10/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

OBJETIVO: explorar el potencial de variedades mejoradas de maíz para la producción de forraje verde hidropónico. **MÉTODO:** se comparó el crecimiento, la producción de biomasa y el contenido nutricional de cinco variedades mejoradas de maíz desarrolladas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala (ICTA). Las variedades evaluadas fueron HB83; HB18, B7, B9, y B15. Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con cinco tratamientos y diez repeticiones. Cada tratamiento correspondió a una variedad de maíz. La unidad experimental fue una bandeja de germinación de poliestireno de 15 X 20 cm. El período experimental duró 18 días. **RESULTADOS:** los rendimientos promedio por bandeja fueron: HB18 = 184.2 g ± 10.3; HB83 = 177.7 g ± 22.4; B15 = 175.4 g ± 16.6; B9 = 169.94 g ± 19.8 y B7 = 161.46 g ± 16.94. No se observaron diferencias significativas entre los valores de producción de biomasa excepto entre las variedades HB18 y B7 ($p = .036$). **CONCLUSIÓN:** la variedad HB18 fue la más prometedora para alimentación de rumiantes y otros herbívoros, pues mostró los valores más altos de rendimiento medio de biomasa, el segundo mayor valor de contenido de proteína y el valor más alto de fibra cruda.

Palabras claves

cultivos, alimentación de rumiantes, alimentación de herbívoros, nutrición animal, pastos

Abstract

OBJECTIVE: to explore the potential of improved maize varieties for hydroponic green fodder production. **METHOD:** the growth, biomass production, and nutritional content of five improved maize varieties developed by the Guatemalan Institute of Agricultural Science and Technology (ICTA) were compared. The evaluated varieties were HB83; HB18, B7, B9, and B15. A completely random design was used, with five treatments and ten replicates. Each treatment corresponded to each maize variety. The experimental unit was a 15 X 20 cm polystyrene germination tray. The experimental period lasted 18 days. **RESULTS:** mean biomass productions per tray were: HB18 = $184.2 \text{ g} \pm 10.3$; HB83 = $177.7 \text{ g} \pm 22.4$; B15 = $175.4 \text{ g} \pm 16.6$; B9 = $169.94 \text{ g} \pm 19.8$ y B7 = $161.46 \text{ g} \pm 16.94$. No significant differences in biomass production were observed, except between varieties HB18 and B7 ($p = .036$). **CONCLUSION:** HB18 was the most promising variety for feeding ruminants and other herbivores because it showed the highest value of average biomass production, the second highest value of protein content, and the highest value of crude fiber by 18 days post sowing.

Keywords

crops, ruminant feeding, herbivore feeding, animal nutrition, animal husbandry, pasture

Introducción

El incremento en las necesidades de producción animal y la galopante escasez de recursos naturales disponibles para la agricultura y la ganadería imponen un reto que obliga al análisis de nuevas formas de producir. El forraje verde hidropónico (FVH), del griego hydro = agua y ponos = trabajo, surge como una alternativa interesante, eficiente, ecológica y nutritiva para la alimentación de animales domésticos (Ghasemi-Mobtaker et al., 2022; Kide et al., 2015; Núñez-Torres & Guerrero-López, 2021). Lo llamativo de esta presentación de alimento vegetal es el hecho de que su producción no requiere de suelo y que el agua de riego se aprovecha eficientemente, pudiendo incluso reciclarse (Girma & Gebremariam, 2018). Por lo tanto, el FVH se ha convertido en una solución para la alimentación de animales en zonas donde no es posible o conveniente la producción tradicional o donde tanto el agua como el suelo son escasos, pero, sobre todo, en zonas vulnerables al cambio climático (Castillo & Núñez, 2019). Por sus características de producción, se ha reconocido la importancia social de la producción de FVH en países en vías de desarrollo (Raghavendran et al., 2020; Uddin & Dhar, 2018).

En cuanto al estado del conocimiento del FVH, se han estudiado los efectos de su inclusión en la alimentación de varias especies de animales domésticos habiéndose observado un aumento en el consumo voluntario y en la ganancia de peso en cerdos (Cisneros Saguilán et al., 2020), corderos (Cantón-Castillo et al., 2020), cabras (Shyama et al., 2016), terneros (Rani & Purushothaman, 2019), novillas (Thombre et al., 2019) y conejos (Miah et al., 2020). Algunas investigaciones han demostrado que, cuando es consumido por vacas lactantes, el FVH ha mejorado, tanto algunas características nutricionales de la leche (Agius et al., 2019; Salo, 2019), como también algunos indicadores de salud (Sujaya et al., 2021).

Se han investigado también varios aspectos relacionados con la producción de FVH entre los que se incluyen el efecto del tipo de sustrato (Chaves et al., 2020), la influencia del tipo de solución nutritiva (Soto-Bravo & Ramírez-Viquez, 2018), el efecto del tiempo de corte o aprovechamiento del material (Ndaru et al., 2020) y el uso de desinfectantes para tratar la semilla (Orozco & Zúñiga, 2020). Por otro lado, a pesar de que se ha explorado el potencial de producción de FVH utilizando semillas nativas de maíz (Zeferino-Hernández et al., 2021), el conocimiento publicado sobre el uso de materiales genéticos mejorados en la producción de FVH es muy escaso (Sánchez et al., 2020).

Atendiendo a ese vacío de conocimiento, y aprovechando la existencia de material mejorado local, la presente investigación realizada por el equipo de investigación del Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud pretendió evaluar el crecimiento y el rendimiento de cinco variedades de maíz mejorado producidas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala. También se exploró la composición nutricional de los materiales evaluados, cosechados a los 18 días post germinación. La información generada será de utilidad para los productores de animales domésticos, tanto tecnificados como no tecnificados, pero sobre todo para aquellos que intentan realizar su actividad productiva en áreas vulnerables al cambio climático o donde las condiciones de suelo y disponibilidad de agua no son las más adecuadas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el invernadero del Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud, en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el campus central, en la zona 12 de la ciudad de Guatemala. La temperatura promedio es de 18.4°C y la precipitación pluvial media anual de 662 mm y el sitio se localiza en las coordenadas UTM 15 P 763132.61 m E 1613476.64 m N, a una elevación de 1500 msnm, en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (Pérez et al., 2018).

Variedades mejoradas de maíz

Se evaluaron cinco materiales mejorados de maíz, desarrollados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala (HB-83; HB-18, B-7, B-9 y B-15).

Diseño del estudio

Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con cinco tratamientos y diez repeticiones. La unidad experimental fue una bandeja de germinación conteniendo un único material.

Tratamientos

Se evaluaron cinco tratamientos. Cada uno de los tratamientos correspondió a cada una de las variedades de maíz mejorado producido por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Guatemala (HB83; HB18, B7, B9 y B15).

Siembra del material y riego

Los materiales fueron utilizados tal como vienen embalados por el ICTA. La siembra se realizó en bandejas de poliestireno expandido de 15 x 20 cm con perforaciones para drenaje. La densidad de siembra fue de 80 g de semillas por bandeja (equivalente a 2.67 kg m²). Las bandejas fueron colocadas en estanterías con un leve desnivel para favorecer el drenaje y fueron regadas tres veces diarias asperjando agua potable municipal sobre el material vegetal. No se utilizaron soluciones nutritivas en el agua de riego, pues se ha reportado que no mejoran el crecimiento ni el contenido nutricional en las etapas tempranas de crecimiento hidropónico del maíz (Ramírez & Soto, 2018).

Medición del crecimiento y de la biomasa final

Las mediciones de la altura se realizaron diariamente a partir del día seis post siembra y se extendieron hasta el día 18 (se escogió un día intermedio de lo que se ha publicado en otros estudios). Para el efecto, se tomó el dato de la altura de 10 individuos escogidos al azar, por bandeja, por día, de tal manera que el dato de crecimiento diario por bandeja fue la altura media de una submuestra de 10 individuos. La medición del día 18 (último día de experimentación) fue considerada como la altura final o crecimiento de los materiales. Todas las mediciones se hicieron en cm aproximando al 0.1 cm más cercano y desde la base de la planta hasta el punto más alto.

La biomasa promedio final se determinó pesando todo el material vegetal de cada variedad mejorada de cada bandeja y obteniendo el promedio. Las mediciones parciales se aproximaron al 0.1 g más cercano.

Contenido nutricional

Se determinó el contenido nutricional de la biomasa de cada uno de los materiales evaluados, mediante un análisis químico proximal. Para el efecto, se mezclaron las biomásas de las 10 repeticiones de cada tratamiento a los 18 días post siembra y se seleccionó una muestra de cada uno para su análisis químico proximal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la ciudad de Guatemala. La materia seca se determinó por desecación, la proteína cruda por la técnica de Microkjeldahl, la fibra cruda por la técnica de digestión, el extracto etéreo por la técnica de Goldfish y las cenizas por incineración.

Análisis estadístico

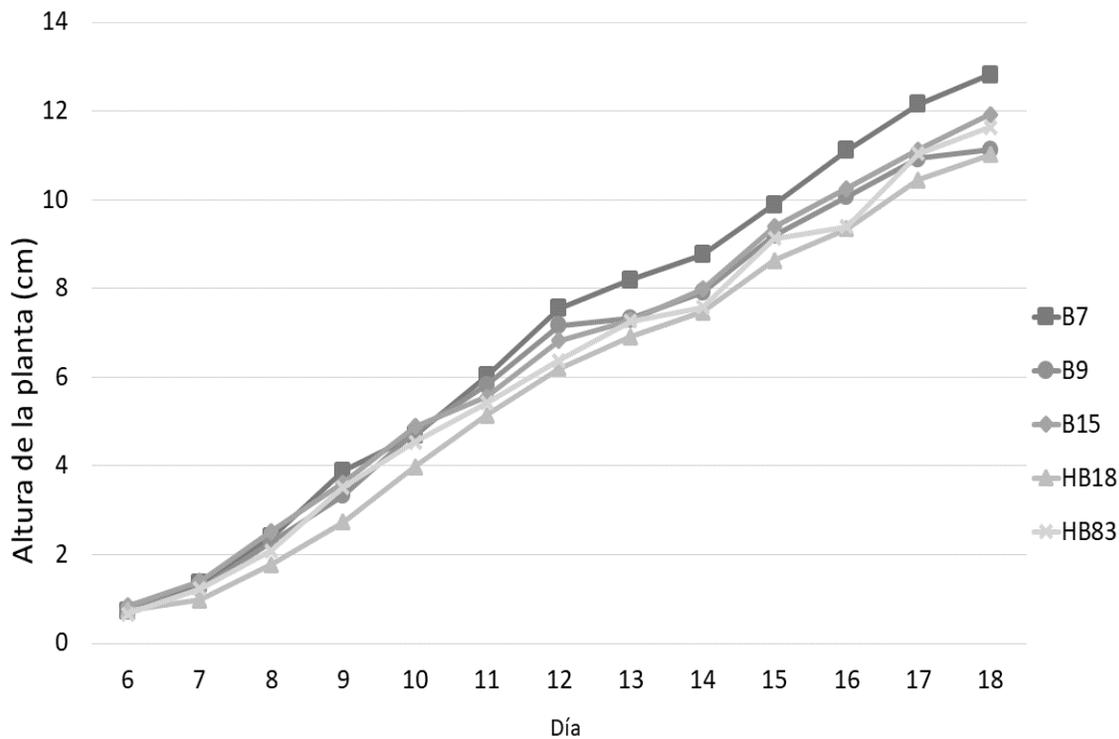
El comportamiento de los datos de crecimiento se analizó mediante estadística descriptiva y de dispersión. El efecto de la variedad de maíz sobre el crecimiento y sobre la producción de biomasa se analizó mediante un Análisis de Varianza. Adicionalmente, se realizó una prueba de Tukey para determinar diferencias entre tratamientos. El nivel de alfa para la sensibilidad estadística fue de 0.05.

Resultados Crecimiento

Las plantas de todas las variedades de maíz evaluadas mostraron crecimiento en el medio hidropónico. La variedad de maíz que presentó mayores alturas fue la B7 ($x = 12.8 \text{ g} \pm 5.2$), seguida de la B15 ($x = 11.9 \text{ g} \pm 4.4$) y la HB83 ($x = 11.6 \text{ g} \pm 3.8$). Hubo diferencia significativa en la altura final entre las variedades de maíz estudiadas ($F = 2.9$, $gl = 4$, 445 , $p = 0.02269$).

En la figura 1, se presenta la curva de crecimiento (altura) del forraje verde hidropónico de las cinco variedades de maíz evaluadas.

Figura 1. Valores de altura diaria media de cinco materiales mejorados de maíz en un sistema hidropónico en bandejas de poliestireno de 20 x 15 cm.



Rendimiento del forraje verde hidropónico

Las variedades de maíz con mayores rendimientos medios por bandeja fueron la HB18 ($x = 184.2 \text{ g} \pm 10.3$, equivalente a $6.14 \pm 0.34 \text{ kg por m}^2$), la HB83 ($x = 177.7 \pm 22.4$, equivalente a $5.92 \pm 0.75 \text{ kg por m}^2$) y la B15 ($x = 175.4 \pm 16.6$), seguidas por la B9 ($x = 169.94 \text{ g} \pm 19.8$, equivalente a $5.66 \text{ kg} \pm 0.66 \text{ kg por m}^2$) y la B7 ($x = 161.46 \text{ g} \pm 16.94$, equivalente a $5.38 \pm 0.56 \text{ kg por m}^2$). Las distribuciones de los rendimientos se muestran en la figura 2. Los rendimientos del forraje verde hidropónico, sin embargo, no fueron estadísticamente diferentes entre variedades, con la excepción de la comparación entre la variedad HB18 y la B7 (Tabla 1). La relación rendimiento/semilla observada a los 18 días para las cinco variedades evaluadas fue: HB18 = 2.3; HB83 = 2.22; B15 = 2.19; B9 = 2.12 y B7 = 2.01.

Figura 2. Distribuciones de los valores de rendimiento promedio (gramos por bandeja) de forraje verde hidropónico de cinco materiales mejorados de maíz al día 18 post siembra en bandejas de poliestireno de 15 x 20 cm.

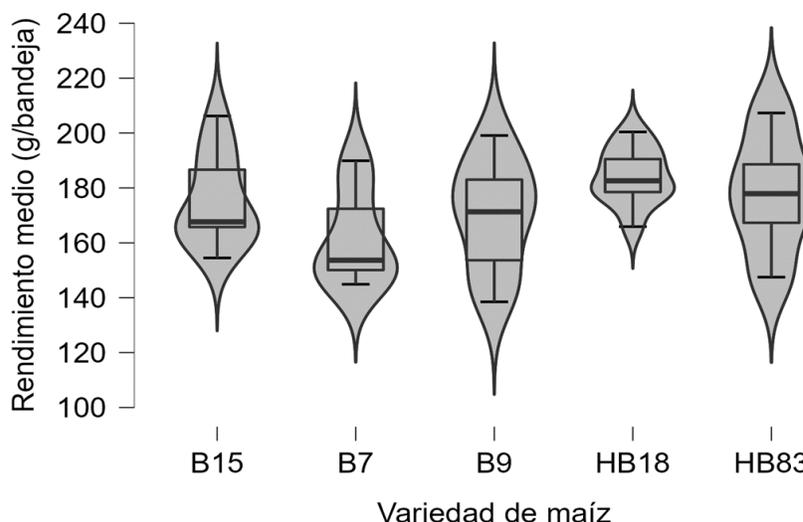


Tabla 1. Resultados de la prueba de Tukey sobre el rendimiento del forraje verde hidropónico de las cinco variedades de maíz.

Variedad	B7	B9	B15	HB18	HB83
B7	-	.7976	.368	.036	.419
B9	1.577	-	.950	.345	.918
B15	2.596	1.019	-	.774	.999
HB18	4.235	2.658	1.638	-	.955
HB83	2.469	1.181	.349	.988	-

Análisis químico proximal

Los contenidos nutricionales del forraje verde hidropónico de las cinco variedades de maíz se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis químico proximal del forraje verde hidropónico de las cinco variedades de maíz a los 18 días post siembra.

	Proteína	Fibra cruda	Extracto etéreo	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno	Agua	Materia seca total
B7	16.7	7.5	1.9	3.1	70.8	69.3	30.7
B9	17.4	7.1	1.9	3.4	70.1	71.9	28.1
B15	14.6	8.3	2.6	2.9	71.6	70.8	29.2
HB18	16.9	11.7	3.2	3.8	64.4	77.3	22.7
HB83	15.0	9.1	2.0	3.0	70.8	72.3	27.7

Discusión

Los valores de altura de planta observados en el presente estudio son similares a los observados para el FVH de maíz comercial regado con agua observados por Trevizan y Challapa (2020) aunque son menores a los reportados en otras investigaciones (Alcaraz-Romero & Cantón-Castillo, 2021; Ticona & Tito, 2017) a los 20 días post siembra. Interesante es el efecto diferencial significativo en el crecimiento longitudinal generado por la variedad B7 a tan solo 18 días post siembra. Diferencias entre variedades mejoradas de maíz también han sido reportadas en África por Assefa y colaboradores (2020). De lo anterior se sigue que si un productor en el ámbito de Guatemala persigue la altura de los materiales como un rasgo deseable podría enfocarse en la capacidad de crecimiento de este material B7.

En relación con el rendimiento, los valores observados en el presente estudio fueron mayores que los reportados por Albert y colaboradores (2016) aunque estos autores realizaron la cosecha a los 12 días mientras que nosotros a los 18. Por otro lado, los valores de rendimiento del presente estudio fueron menores que los reportados por López-Aguilar y colaboradores (2009) usando una densidad similar y fueron mucho menores a los observados por Assefa y colaboradores (2020) quienes usaron una mayor densidad de siembra que la del presente estudio.

A pesar de que el material B7 fue el que exhibió mayores alturas, fueron los materiales HB18, HB83 y B15 los que generaron un mayor rendimiento de biomasa. En el presente estudio la biomasa de todos los materiales se duplicó a los 18 días post siembra. Lógicamente, los valores de contenido nutricional y humedad del forraje con respecto a la semilla varían como resultado de los procesos metabólicos durante la germinación y el crecimiento de los materiales.

Por otro lado, y en relación con el contenido nutricional, la variedad B7 mostró resultados prometedores pues se ubicó en el tercer lugar en contenido proteico y en el primero en contenido de materia seca total. Quizás lo más interesante, en relación con el contenido nutricional de los materiales evaluados, fue el hecho de que los valores de proteína observados a los 18 días post siembra en todos los materiales fueron mayores (casi el doble) que el 9% que suele tener el maíz en grano seco (Menchú et al., 2000; Mex-Álvarez et al., 2016). El aumento en contenido nutricional, sobre todo de proteína, que se observa en el forraje verde hidropónico en relación con el contenido en el maíz en grano, también ha sido reportado por Kide y colaboradores (2015). Además de lo anterior, los valores de proteína observados en el presente estudio fueron mayores a los reportados por Loqui y colaboradores (2020) en cuatro híbridos de maíz a los 15 días post cosecha.

Por lo tanto, se concluye que el forraje verde hidropónico a partir de variedades mejoradas del ICTA, producido en bandejas plásticas, se presenta como una interesante opción dado su rápido crecimiento y el contenido nutricional a los 18 días post siembra. La variedad HB18 mostró los valores más altos de rendimiento medio de biomasa, el segundo mayor valor de contenido de proteína y el valor más alto de fibra cruda, siendo la variedad más prometedora para alimentación de rumiantes y otros herbívoros.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio de Bromatología y a la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala por el apoyo en la elaboración de los análisis bromatológicos de los materiales evaluados.

Referencias

Agius, A., Pastorelli, G., & Attard, E. (2019). Cows fed hydroponic fodder and conventional diet: Effects on milk quality. *Archives Animal Breeding*, 62(2), 517–525. <https://doi.org/10.5194/AAB-62-517-2019>

Albert, G., Alonso, N., Cabrera, A., Rojas, L., & Rosthoj, S. (2016). Evaluación productiva del forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 7-10. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.7-10>

Alcaraz-Romero, R. A., & Cantón-Castillo, J. J. (2021). Effect of Irrigation Volume on Biomass and Nutritional Value of *Zea mays* L. as Green Hydroponic Forage. *Agro Productividad*, 14(3). <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i3.1824>

Assefa, G., Urge, M., Anmut, G., & Assefa, G. (2020). Effect of variety and seed rate on hydroponic maize fodder biomass yield, chemical composition, and water use efficiency. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 36(1), 87-100. <https://doi.org/10.2298/BAH2001087A>

Cantón-Castillo, J. J., Alcaraz-Romero, R. A., Chiquini-Medina, R. A., & Maya-Martínez, A. (2020). Digestibility of a diet with hydroponic maize (*Zea mays* L.) green fodder and its effect on lamb growth. *Agro Productividad*, 13(11). <https://doi.org/10.32854/AGROP.V13I11.1754>

Castillo, H. J. M., & Núñez, F. S. O. (2019). Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 5(9), 1103–1120. <https://doi.org/10.5377/RIBCC.V5I9.7947>

Chaves, J. da S., Leal, M. L. de A., Alves, R. N., Rodrigues, T. G., Souza, F. G. de, Júnior, D. L. T., Sousa, J. F. de, Nascimento, J. P. S. do, & Silva, H. S. (2020). Bromatological quality and productivity of hydroponic maize forage cultivated in

different substrates. *Research, Society and Development*, 9(10), e759108216.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8216>

Cisneros Saguilán, P., Aniano Aguirre, H., Martínez-Martínez, R., Gómez Vázquez, A., Maldonado Peralta, M. de los Á., Ayala Monter, M. A., Cisneros Saguilán, P., Aniano Aguirre, H., Martínez-Martínez, R., Gómez Vázquez, A., Maldonado Peralta, M. de los Á., & Ayala Monter, M. A. (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(SPE24), 247–253. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V0I24.2375>

Ghasemi-Mobtaker, H., Sharifi, M., Taherzadeh-Shalmaei, N., & Afrasiabi, S. (2022). A new method for green forage production: Energy use efficiency and environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132562. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132562>

Girma F, & Gebremariam B. (2018). Review on Hydroponic Feed Value to Livestock Production. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 7(4), 106–109. www.jsirjournal.com

Kide, W., Desai, B., & Kumar, S. (2015). Nutritional improvement and economic value of hydroponically sprouted maize fodder. *Life Sciences International Research Journal*, 2(2), 76-79.

Kide, W., Gunaji Desai, B., & Kumar Balasaheb Sawant Konkan Krishi Vidypeeth, S. (2015). Nutritional improvement and economic value of hydroponically sprouted maize fodder Ecological Significance and economic value of Parthenium (parthenium hysterophorus) Weed in Southern Tigray, Northern Ethiopia View project Station Research Projects View project. <https://www.researchgate.net/publication/299599166>

López-Aguilar, R., Murillo-Amador, B., & Rodríguez-Quezada, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 34(2), 121-126. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200009

Loqui, A. J., Zambrano, M. E., López, D. J., & Casignia, D. A. (2020). Forraje hidropónico de maíz: análisis bromatológico de cuatro híbridos de maíz para alimentación animal. *RECIAMUC*, 4(2), 76-80. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(2\).abril.2020.76-80](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(2).abril.2020.76-80)

- Menchú, M. T., Méndez, H., & Lemus, J. (2000). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica Segunda Edición. Guatemala: OPS/INCAP. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- Mex-Álvarez, R. M. J., Garma-Quen, P. M., Bolívar-Fernández, N. J., & Guillén-Morales, M. M. (2016). Análisis proximal y fitoquímico de cinco variedades de maíz del Estado de Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12(2), 74-80. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/254>
- Miah, A. G., Osman, A. A., Mobarak, H., Parveen, R., & Salma, U. (2020). Evaluation of supplementation of hydroponic fodder on productive and reproductive performance of rabbit. 02(02), 41-50. http://jvra.org.in/uploads/archivepdf/1132JVRA_Vol_02_Dec-2020_06.pdf
- Ndaru, P. H., Huda, A. N., Marjuki, Prasetyo, R. D., Shofiatun, U., Nuningtyas, Y. F., Ndaru, R. K., & Kusmartono. (2020). Providing High Quality Forages with Hydroponic Fodder System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 478(1), 012054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/478/1/012054>
- Núñez-Torres, O. P., & Guerrero-López, J. R. (2021). Hydroponic foods: an alternative for the feeding of domestic animals. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1), 44–52. <https://doi.org/10.36610/J.JSAAS.2021.080100044X>
- Orozco, A. Z., & Zúñiga, I. B. (2020). Evaluación de tres productos desinfectantes sobre semillas de maíz y cebada para la producción en la tecnología de Forraje Verde Hidropónico. *Repertorio Científico*, 23(2), 63–75. <https://doi.org/10.22458/RC.V23I2.3180>
- Pérez Irungaray, G. E., Rosito Monzón, J. C., Maas Ibarra, R. E., & Gándara Cabrera, G. A. (2018). *Ecosistemas de Guatemala*.
- Raghavendran, V. B., Alex Albert, V., & Tamilselvan, N. (2020). Hydroponic Maize Fodder Production - Need for Small and Marginal Farmers. *Biotica Research Today*, 2(7), 601–603. <https://bioticainternational.com/ojs/index.php/biorestoday/article/view/304>
- Ramírez, C., & Soto, F. (2017). Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 79-91. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31301>

- Rani, J. K., & Purushothaman, S. (2019). The effect of feeding hydroponics maize fodder on growth performance and nutrient digestibility in cross bred calves. ~ 489 ~ Journal of Entomology and Zoology Studies, 7(6), 489–492. <http://www.entomoljournal.com>
- Salo, S. (2019). Effects of Hydroponic Fodder Feeding on Milk Yield and Composition of Dairy Cow: Review. Journal of Natural Sciences Research, 9(8), 1–8. <https://doi.org/10.7176/jnsr/9-8-01>
- Sánchez, A. J. L., Alarcón, M. E. Z., Loqui, D. J. L., & Coox, D. A. C. (2020). Forraje hidropónico de maíz: análisis bromatológico de cuatro híbridos de maíz para alimentación animal. RECIAMUC, 4(2), 76–80. [https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/4.\(2\).ABRIL.2020.76-80](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/4.(2).ABRIL.2020.76-80)
- Shyama, K., Rajkumar, G., Rani, K. J., & Venkatachalapathy, R. T. (2016). Effect of feeding of hydroponic fodder maize as partial protein supplement on growth performance in kids. In Journal of Indian Veterinary Association (Vol. 14, Issue 3). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20173312611>
- Soto-Bravo, F., & Ramírez-Viquez, C. (2018). Efecto de la nutrición mineral en el rendimiento y las características bromatológicas del forraje verde hidropónico de maíz. Pastos y Forrajes, 41(2), 106–113. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000200004
- Sujaya, U., Tiwari, M. R., Ghimire, R. P., & ... (2021). Effects of feeding hydroponic maize fodder on performance of lactating cattle. Nepalese Journal of <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20210130947>
- Thombre, C., Atkare, V. G., & Chore, N. S. (2019). Effect of partial feeding of hydroponic maize on performance of crossbred heifers. Journal of Soils and Crops, 29(2), 371-375. <https://journalofsoilsandcrops.com/Download/dec2019issue/27.pdf>
- Ticona, J., & Tico, A. (2017). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia Murillo del Departamento de La Paz. Apathapi, 3(2), 538-544. <file:///C:/Users/User/Downloads/118-Texto%20del%20art%C3%ADculo-393-1-10-20171108.pdf>
- Trevizan, J. F., & Challapa, G. A. (2020). Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de

agua. Arica, Chile. Idesia (Arica), 38(3), 113-122. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300113>

Uddin, M., & Dhar, A. (2018). Socioeconomic analysis of hydroponic fodder production in selected areas of Bangladesh: prospects and challenges. SAARC Journal of Agriculture, 16(1), 233–247. <https://doi.org/10.3329/SJA.V16I1.37438>

Zeferino-Hernández, P., Zeferino-Hernández, P., Luna, D. V., Lara-Rodríguez, D. A., Tadeo-Bolaños, P., Velázquez-Silvestre, M. G., & Lozano, A. R. (2021). Potential of native maize in the production of hydroponic green fodder under tropical conditions. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 24(2). <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3659>

Sobre los autores

Carlos Valdez-Sandoval

Es Licenciado en zootecnia con Maestría en reproducción animal, Maestría en administración de empresas y Doctorado en Ciencias de la Investigación. Actualmente es director en el Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud (IICAE) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Dennis Guerra-Centeno

Es Médico veterinario, MSc en conservación y manejo de vida silvestre y PhD en investigación social. Actualmente, es investigador en el Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ha publicado investigaciones en epidemiología, manejo de vida silvestre, acuaponía y otras áreas.

Mercedes Díaz-Rodríguez

Es Candidata a Médico Veterinario de la USAC y colaboradora del IICAE.

César Noriega-Morales

Es Médico Veterinario, Magister en Educación y Aprendizaje, Postgrado en Biotecnología y Bioseguridad. Actualmente, trabaja en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-,

Profesor titular III. Experiencia de campo en especies mayores y menores. Actividades académicas teórico-práctico en Agroindustria.

Hugo Pérez Noriega

Es Médico Veterinario, Maestría en Nutrición y Alimentación, Doctorado en Medicina Veterinaria. En la actualidad ejerce la docencia en la FMVZ de la USAC, y es revisor de protocolos de investigación y trabajos de graduación.

Financiamiento de la investigación

El financiamiento fue con recursos propios de los investigadores y el apoyo del Laboratorio de Bromatología y la Junta Directiva de la FMVZ, USAC.

Declaración de intereses

Se declara no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Carlos Valdez-Sandoval, Dennis Guerra-Centeno, Mercedes Díaz-Rodríguez, César Noriega-Morales y Hugo Pérez Noriega

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

Canales Robles, R. M. (2022). Perfeccionamiento de habilidades motrices específicas en estudiantes de Anestesiología e Inhaloterapia, Universidad del Salvador, año 2021. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2). 35-43. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.126>

Perfeccionamiento de habilidades motrices específicas en estudiantes de Anestesiología e Inhaloterapia, Universidad de El Salvador, Año 2021

Improvement of Specific Motor Skills in Anesthesiology and Inhalation Therapy Students

Roxana Margarita Canales Robles

Doctorado en Educación con especialidad en Educación Superior
Universidad de El Salvador
roxana.canales@ues.edu.sv
<https://orcid.org/0000-0001-9354-2447>

Recibido: 29/08/2022

Aceptado: 11/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

OBJETIVO: conocer sobre las habilidades motrices específicas a través del proceso de aprendizaje de estudiantes y adquisición de las mismas propias de la profesión de Anestesiología e Inhaloterapia, asumiendo la comprensión, significado y valor para su propio proceso de formación de habilidades. **MÉTODO:** se hizo necesario la utilización de métodos como los empíricos y teóricos, cuyo sustento está el método basado en lo dialéctico-materialista, como una herramienta epistemológica que posibilita la fundamentación cosmovisiva coherente del proceso y sus productos, así mismo forma parte del análisis y comportamiento cualitativo y cuantitativo del objeto que se investiga. Para la población que se tomó como objeto de estudio fue un total de 100 educandos encuestados cursando Módulo IV “Condiciones Anestésicas Paciente-Procedimiento” de la Universidad de El Salvador, Año 2021, tomándose 10 de ellos para entrevistarlos. **RESULTADOS:** el 60% de los estudiantes identifica que casi siempre existe la necesidad de perfeccionar habilidades motrices específicas previo a sus prácticas en el área hospitalaria. **CONCLUSIÓN:** de acuerdo con lo planteado desde lo teórico y los resultados de carácter cualitativo y cuantitativo, es oportuno brindar la posibilidad de desempeñarse en las condiciones cercanas a la realidad de la profesión elegida, es en esa circunstancia donde lo aprendido se vuelve significativo y relevante a futuro.

Palabras claves

perfeccionar, habilidades motrices específicas, estudiantes

Abstract

OBJECTIVE: to learn about the specific motor skills through the student learning process and their acquisition, typical of the Anesthesiology and Inhalotherapy profession, assuming the understanding, meaning, and value for their own skills training process. **METHOD:** it became necessary to use methods such as empirical and theoretical whose support is the method based on the dialectical-materialist, as an epistemological tool that enables the coherent worldview foundation of the process and its products, as well as being part of the analysis and behavior qualitative and quantitative of the object under investigation. For the population that was taken as the object of study, there was a total of 100 students surveyed studying Module IV "Anesthetic Conditions Patient-Procedure" of the University of El Salvador, Year 2021, taking 10 of them to interview them. **RESULTS:** 60% of the students identify that there is almost always a need to perfect specific motor skills before their internships in the hospital area. **CONCLUSION:** according to what is proposed from the theoretical point of view and the qualitative and quantitative results, it is timely to providing the possibility of performing in conditions close to the reality of the chosen profession, it is in that circumstance where what has been learned becomes significant and relevant in the future.

Keywords

to perfect, specific motor skills, students

Introducción

Este trabajo tiene como objetivo perfeccionar las habilidades motrices específicas en los estudiantes de Módulo IV “Condiciones Anestésicas Paciente-Procedimiento” de segundo año de Anestesiología Inhaloterapia. A través de estas intervenciones, el futuro profesional dará significado a sus acciones y elaborará una construcción del entorno, así como de su papel dentro de este.

En el resumen se hace una descripción breve de las ideas esenciales del artículo, así como las palabras claves. El artículo contiene esbozos teóricos de autores que describen las habilidades motrices específicas. De igual manera, se muestran las derivaciones que proyectó una prueba piloto en la aplicación del instrumento que genera el estado de las habilidades motrices específicas. Se proyectan los planteamientos teóricos siguientes: el antecedente de las habilidades motrices, así mismo la relación del educando y del educador en el perfeccionamiento de habilidades motrices específicas. Posteriormente, se refieren conclusiones, las cuales manifiestan que el escrito tiene como origen de fundamentación los capítulos uno y dos, respectivamente respaldados en la tesis del programa Doctorado en Educación, Especialidad en Educación Superior, adscrito en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, de la Universidad de El Salvador. Al finalizar, se encuentran las referencias que lo respaldan.

Materiales y métodos

Para la aplicación de la metodología se consideró utilizar el método dialéctico-materialista, a fin de aplicarse como una herramienta epistemológica, brindando la posibilidad para fundamentar de una forma cosmovisiva y coherente el proceso y sus productos, sobre todo para lograr el alcance descriptivo del comportamiento del objeto de investigación. De igual manera, métodos empíricos y técnicas orientadas a la investigación como encuesta y entrevista. Para la fase exploratoria, se tomó en cuenta un total de 100 educandos que se encuestaron, eligiéndose al azar 10 de ellos para ser entrevistados y conocer como el docente puede involucrarse en su preparación para incorporarse al área hospitalaria.

Resultados y discusión

En relación con los resultados mostrados, la autora desarrolla una definición teórica acerca de las habilidades motrices específicas, dado que se relaciona con el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que se parte de un nivel empírico y se lleva al estado actual, para luego sistematizarlo, evaluarlo y tomar decisiones. Para fundamentar las habilidades motrices específicas, se desarrollan los siguientes esbozos:

Enseñanza aprendizaje

Ante todo, la formación práctica forma una parte importante para el desempeño de la profesión, así como para el desarrollo personal y académico. Dado que la práctica se convierte en el escenario de aprendizaje, experiencia personal y profesional, a la vez es un elemento curricular, sustantivo y complementario dentro de la carrera.

Al iniciarse la formación del estudiante en la carrera de Anestesiología e Inhaloterapia, se prepara en un área básica para luego ingresar a una específica, es en este momento donde se encuentra con dificultades que lo sitúan en un escenario de actuación real en el manejo y atención del paciente.

Al llegar a un hospital sin una previa orientación, manifestándose en temor, inseguridad o el darse cuenta en este momento que carece de vocación por la carrera, sin llevar los pre saberes básicos que influyen en su participación y desarrollo en esta área hospitalaria, así como, por ejemplo: ¿cómo permeabilizar una vena?, calzarse los guantes, o realizar la técnica de laringoscopia. Son de los aspectos que le permitirían descubrir qué tan preparado está y la forma en que se aprende y para qué se aprende, ya que es posible construir el sentido de lo que se aprende, para apropiarse del proceso educativo.

Para la autora es importante destacar que hoy en día hay demanda de un continuo aprender haciendo, que el estudiante debe adaptarse a contextos cambiantes en ambientes hospitalarios. Enfrentándose a situaciones reales de ejercicio profesional para responder a las demandas de otras personas, reglas de trabajo y exigencias del contexto de prácticas que implica la relación con pacientes con características o necesidades especiales (niños, enfermos, personas mayores, etc.) tomando decisiones para su atención y manejo, ya que son situaciones de estrés a las cuales se ve expuesto.

Ante la necesidad de que el estudiante perfeccione habilidades motrices específicas en el momento de preparación para que ingrese a la práctica hospitalaria, es imprescindible conocer el origen y progreso de estas, puesto que forman parte del programa condiciones anestésicas paciente-procedimiento.

Habilidades

Cabe destacar que, desde el punto de vista de la semántica, cuando se hace referencia al término de habilidad, este se describe como capacidad y disposición orientada para algo o también cuando una persona desea ejecutar con gracia y destreza una cosa.

Para la psicología, en referencia a las habilidades, constituyen elementos psicológicos estructurales de la personalidad, vinculada a su función reguladora y en especial a la esfera de la acción ejecutora, que se forman, desarrollan y manifiestan en la actividad.

Sin embargo, Vygostsky (2010), cuando se da el inicio y formación de las habilidades en el alumno, es preciso señalar que estas se conforman, estructuran y a la vez se dirigen, haciendo uso de un sistema de actividades de diferentes géneros, a la vez se plantea que en relación con las funciones psíquicas de ámbito superior en cada etapa de la vida de la persona se desarrollan de forma diferente, esto se da a través de los tipos de interacciones que haya obtenido, a la vez así, problemas y contradicciones que fue resolviendo y superando en cada uno de los momentos de su vida.

Para Martoll (2011), cuando se utilizan conocimientos y hábitos que se tienen para seleccionar y realizar los modos de acción que correspondan a lo que se ha propuesto, se reconoce la exteriorización o materialización de esos conocimientos en una acción física. De modo que se inicia con la preparación de la información hacia un nivel de lo ideal, teniendo como consecuencia la regulación de las acciones prácticas que derivan de los resultados de esta ideal actividad.

Martínez (2013), manifiesta que no es solo colocar la atención en ámbito psicológico donde se precisan las acciones y operaciones como componentes de la actividad, ya que las habilidades por sí solas no van a establecer el éxito cuando se da la resolución de una tarea, sino que hay que tomar en cuenta los hábitos y conocimientos que se poseen. Sin embargo, los aspectos pedagógicos no se desvinculan también del concepto de habilidad, ya en este ámbito se busca la dirección del proceso de asimilación de las operaciones y acciones.

La autora coincide con lo anteriormente planteado por los autores porque al brindarse conocimiento para que sea construido por el alumno, se aporta a la formación y mejora de habilidades, siendo estas partes imprescindibles en el proceso de aprendizaje.

Sin embargo, la autora, también refiere que cuando se instruye en el proceso de ejercitación que permite el desarrollo de la habilidad, se debe de aprovechar la habilidad que recién se ha formado para ejercitarse en las cantidades necesarias y con una frecuencia adecuada. De modo que permita que cada vez se vuelva más fácil usar o producir conocimientos y se minimicen o desaparezcan los errores.

Una vez que se desarrolla la habilidad, las operaciones manifestadas se van concientizando, se van repitiendo las operaciones, se automatizan sus componentes, y se realizan con mayor seguridad; se desvanecen aquellas operaciones que no son necesarias, convirtiéndose todo este proceso en ganar precisión y rapidez, obteniéndose el avance de la acción.

El rol del educador y del educando en las habilidades motrices específicas

El profesor identifica las condiciones del entorno propicias para desarrollar las habilidades motrices específicas, para ello se toma en cuenta: utilización de técnica y actividades creativas, tiempo de ejecución de la técnica, rapidez y seguridad que se evidencian en la ejecución de las actividades, dirección del movimiento manual, y predominancia motriz.

Se considera que el estudiante como parte educativa de la enseñanza ejerce y desenvuelve aptitudes que se relacionan con la función social, establece y condiciona aspiraciones, ideales, desarrollo físico, así como valores que a la vez incluye la actividad valorativa. Todo ello deberá estar creado en el logro de sus metas, ya que en la formación de la carrera de Anestesiología e Inhaloterapia, la parte formativa y el desarrollo de las habilidades motrices específicas, parten de una estructura de inicio que se forja en la educación, tomándose como precisiones académicas de los educandos que se ven influenciadas tanto en la parte intelectual como en las transformaciones afectivas.

Toda persona es un ser social que se vuelve comprensivo de sus convicciones, existe en él voluntad, así como otros elementos que forman parte de la esfera afectiva, y que también al igual que la cognitiva aprueba dialogar sobre un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene como fin la formación multilateral de la personalidad. Por lo tanto, cuando los estudiantes se involucran en solucionar problemas, les permite desarrollar creatividad, independencia cognitiva e imaginación.

Las habilidades motrices específicas como parte de la formación en la carrera de Anestesiología e Inhaloterapia permiten en el estudiante que logre de la forma más sencilla manipular y dirigir un catéter como abordaje de una vena. Desarrollando esta habilidad con seguridad, firmeza y destreza, para no incurrir en mal manejo hacia el paciente, permitiéndole a la vez el desarrollo intelectual, estableciendo aspiraciones, ideales, desarrollo físico, y valores, con la finalidad de una atención de calidad en el paciente (Canales, 2021).

Tabla 1. Resultados de la encuesta.

Preguntas realizadas en la encuesta	Indicadores	Porcentaje
1- ¿Necesita perfeccionar las habilidades motrices específicas previas a sus prácticas en el área hospitalaria?	Nunca	5%
	Muy pocas veces	20%
	Algunas veces	5%
	Casi siempre	60%
	Siempre	10%
2- De las siguientes habilidades podría identificar las que se relacionan con las técnicas previas a sus prácticas en el área hospitalaria	Habilidades Motrices	20%
	Básicas Locomotoras (Correr, saltar)	
	Habilidades Motrices Específicas (Manipular objetos finos y pequeños)	80%
3- ¿Conoce de actividades creativas encaminadas a que usted identifique que Habilidades Motrices Específicas necesita desarrollar para ingresar al área hospitalaria?	Si	10%
	No	90%

4- Al finalizar los contenidos teóricos del Módulo IV “Condiciones Anestésicas Paciente-Procedimiento” ¿Le han orientado sobre las habilidades motrices específicas que necesita perfeccionar previo a su ingreso al área hospitalaria?:	Nunca	70%
	Muy pocas veces	10%
	Algunas veces	10%
	Casi siempre	5%
	Siempre	5%

En relación con la importancia de perfeccionar las habilidades motrices específicas previo a sus prácticas en el área hospitalaria, el 60% (60) de los estudiantes identifica que casi siempre existe la necesidad de perfeccionar habilidades motrices específicas, el 20% (20) expresa que casi siempre son necesarias, el 10% (10) manifiesta que siempre identifica la necesidad, el 5% (5) opina que algunas veces puede identificarlas y de igual forma otro 5% (5) manifiesta que nunca identifica la necesidad referida de perfeccionar las habilidades motrices específicas. Un 80% (80) estudiantes identifican que las habilidades motrices específicas (Manipular objetos finos y pequeños) son las que se relacionan con las técnicas previo a sus prácticas en el área hospitalaria, mientras que un 20% (20) identifican que las habilidades motrices básicas locomotoras (correr, saltar) son las que se relacionan.

De un total de 100 estudiantes encuestados, un 90% (90) estudiantes no conocen de actividades creativas encaminadas, desarrollar habilidades motrices específicas para ingresar al área hospitalaria y un 10% (10) si conocen. Sin embargo, un 70% (70) estudiantes nunca se les ha orientado sobre las habilidades motrices específicas que necesita perfeccionar previo a su ingreso al área hospitalaria cuando se finalizan los contenidos teóricos del Módulo IV “Condiciones Anestésicas Paciente-Procedimiento”, un 10% (10) muy pocas veces se les ha orientado, 10% (10) algunas veces, un 5% (5) casi siempre y un 5% (5) manifiestan que siempre se les ha orientado.

La entrevista que se le realizó a 10 educandos relacionados con cómo perfeccionar habilidades motrices específicas previo ingreso a las prácticas hospitalarias, el docente encargado debe involucrarse en la orientación y preparación hacia el estudiante para que este pueda minimizar sus limitantes y temores, así como la confianza en sí mismo al enfrentarse a un entorno desconocido.

Discusión

Tomando en cuenta lo manifestado por los estudiantes, no hay una separación a la enseñanza de las habilidades y la comprensión cognitiva, por lo tanto, deben abordarse conjuntamente, así mismo cuando se busque una formación integral enfocada a profesionales con características de responsabilidad, formación de valores y que nazca en ellos la confianza. Siendo parte importante que las habilidades no se vuelvan acciones severas, sino más bien que puedan ser modificadas partiendo del ejercicio de principiantes, con quienes el educador deberá organizar la formación en un sentido libre, comprometido con la práctica y siendo crí-

tico del quehacer. De ser así se habrá logrado algo que va más allá de una simple destreza en la ejecución de acciones.

De manera que, la satisfacción de enseñar una práctica que se traslada a la concretización de una operación, se torna extraordinaria porque involucra la acción de aprender haciendo. Nace el contacto con una cercanía y empatía que es indispensable en el estudiante para que no pierda el vínculo de transmitir pasión, ya que es lo que uno mismo percibe con su práctica, lo que a su vez se proyecta como retroalimentación continua, permitiéndole al docente caminar sobre la senda del aprendizaje.

Referencias

Canales Robles, R. M. (2021). Estrategia Didáctica para el Perfeccionamiento de Habilidades Motrices Específicas en la carrera de Anestesiología e Inhaloterapia [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de El Salvador.

García González, M. C., Varela de Moya, H.S., Sifontes Valdés, B., & Peña Rubio, M. (2014). Significación del enfoque histórico-cultural de Vigostky para el tratamiento de las relaciones interdisciplinarias. *Humanidades Médicas*, 14(2), 458-471. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202014000200014

Martinez Isaac, M.A.; Ferrer Diaz, M. (2013) Las habilidades profesionales pedagógicas en el desempeño profesional. *Revista IPLAC* No. 6, 359-366. [file:///C:/Users/HP/Downloads/1580-3237-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/1580-3237-1-PB%20(1).pdf)

Martoll. J y Prieto J. (2011) La psicología humanista Capitulo 9. Fundamentos de la psicología. Editorial Centro de Estudios Ramón Arces. https://extension.uned.es/archivos_publicos/webex_actividades/4486/humanista1.pdf

Vigotsky, L. S (2010). *Pensamiento y Lenguaje*. Barcelona: Paidós. <https://www.redalyc.org/journal/440/44062184041/44062184041.pdf>

Sobre la autora Roxana Margarita Canales Robles

Tiene 22 años de ejercer la docencia en la Universidad de El Salvador, Licenciada en Anestesiología e Inhaloterapia, Maestría en Métodos y Técnicas de investigación Social, actualmente cursando el Doctorado en Educación de la Universidad de El Salvador.

Financiamiento de la investigación

El financiamiento fue con recursos propios.

Conflicto de intereses

Declara no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y las buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Roxana Margarita Canales Robles

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](#).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

Rodríguez Martínez. L. (2022). *Domiciliosgt.com, sistema móvil de información para la compra y venta de productos en el área metropolitana de la Ciudad de Guatemala*. Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado. 5(2). 45-61. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.115>

Domiciliosgt.com, sistema móvil de información para la compra y venta de productos en el área metropolitana de la Ciudad de Guatemala

Domiciliosgt.com, mobile information system for the purchase and sale of products in the metropolitan area of Guatemala City

Libardo Rodriguez Martinez

Maestría en tecnologías de la información y la comunicación
Universidad de San Carlos de Guatemala
l.rodriguez881107@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7066-1208>

Recibido: 26/07/2022

Aceptado: 13/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

Las plataformas que se encuentran actualmente en el mercado de Guatemala cuentan con servicio a domicilio limitado. La falta de soluciones eficaces, seguras y que generen una agradable experiencia de usuario, justifica la creación de un sistema que proponga una arquitectura adecuada y un modelo de comunicación entre sistemas DBMS. Por tal motivo se plantea el objetivo de desarrollar una aplicación móvil, para la compra y venta de productos en la Ciudad de Guatemala, para dispositivos con sistema operativo iOS. El método de estudio usado en la investigación midió el rendimiento de la aplicación mediante indicadores que permitieron calcular velocidad, parámetros de seguridad y respuesta de comunicación entre DBMS; por otro lado, el estudio en su parte cualitativa evaluó la experiencia por medio de la opinión de los usuarios al interactuar con un prototipo funcional. Se demostró que una arquitectura nativa asegura la independencia respecto a la interfaz de usuario, con una ganancia considerable del rendimiento, sin mencionar el control total de todos los recursos disponibles del móvil. Este tipo de arquitectura se adapta en su totalidad con las funcionalidades y características del dispositivo, obteniendo de esta forma una mayor experiencia de usuario (UX). Se pudo concluir que la arquitectura móvil implementada, genera un balance favorable entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad, en dispositivos con sistema operativo iOS.

Palabras claves

iOS, servicio a domicilio, aplicación móvil, DBMS, dispositivos

Abstract

The platforms that are currently in the Guatemalan market have limited home delivery service. The lack of effective, secure solutions that generate a pleasant user experience justifies the creation of a system that proposes an adequate architecture and a communication model between DBMS systems. For this reason, the objective is to develop a mobile application for the purchase and sale of products in Guatemala City, for devices with the iOS operating system. The study method used in the investigation measured the performance of the application through indicators that allowed calculating speed, security parameters and communication response between DBMS; on the other hand, the study in its qualitative part evaluated the experience through the opinion of the users when interacting with a functional prototype. It was shown that a native architecture ensures independence from the user interface, a considerable gain in terms of performance, not to mention total control of all available mobile resources. This type of architecture fully adapts to the functionalities and characteristics of the device, thus obtaining a better user experience (UX). It was concluded that the implemented mobile architecture generates a favorable balance between efficiency, user experience and security, in devices with the iOS operating system.

Keywords

iOS, delivery service, mobile application, DBMS, device

Introducción

Durante los últimos años, la progresiva evolución de las tecnologías orientadas a aplicaciones móviles ha permitido un incremento en el mercado en términos económicos, sociales y culturales. Los dispositivos móviles forman parte del diario vivir, de la manera como mejora nuestra calidad de vida en ámbitos laborales, o como herramientas de entretenimiento.

La presente investigación se refiere a la implementación de una aplicación digital para dispositivos móviles iOS como herramienta de comunicación, comercio electrónico y fortalecimiento de los estándares de seguridad y usabilidad para la comunidad guatemalteca.

La característica principal de esta propuesta se desarrolla en la línea de investigación del área de innovación de dispositivos y sistemas para aumentar la experiencia del usuario a través de tecnología móvil, creando un sistema que logre hacer más eficiente el proceso de compra y venta de productos, y que al mismo tiempo genere empleo.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

El tipo de estudio usado en la presente investigación se define como mixto, debido a que por la parte cuantitativa busca medir el rendimiento de la aplicación mediante indicadores que permitan calcular velocidad, parámetros de seguridad y respuesta de comunicación entre DBMS; por otro lado, en el estudio cualitativo se busca evaluar la experiencia por medio de la opinión de los usuarios al interactuar con un prototipo funcional para sistemas operativos iOS, con el objetivo de evaluar y detallar las siguientes variables:

Comunicación entre DBMS móvil y DBMS corporativo, seguridad móvil, comercio electrónico y experiencia de usuario; expresado en pruebas que validen el rendimiento de la arquitectura a utilizar, seguridad móvil en términos transaccionales, tiempo de respuesta y diseño enfocado al usuario final. (Mazare y Oprea, 2018).

Diseño de investigación

El diseño que corresponde a la investigación es un diseño experimental, el cual consiste en la implementación de un prototipo de una aplicación móvil, enfocada en la compra y venta de productos, específicamente para dispositivos con sistema operativo iOS. Dicho prototipo cuenta con una arquitectura que asegura un alto rendimiento, una comunicación eficiente entre DBMS y cumple con estándares de seguridad. (Martínez, 2015). En el diseño se identificaron y cuantificaron el tipo de tecnologías usadas, además que se jugó con el uso de estándares y variables para el correcto desarrollo del prototipo.

Alcances de investigación

El tipo de alcance de la investigación se define como descriptivo de enfoque cuantitativo, pues se recolectan datos de diferentes tipos de tecnologías y arquitecturas móviles, además de variables a estudiar, enfocadas a la experiencia de usuario y seguridad móvil, para su respectivo análisis y medición, y así lograr el balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad.

Variables de investigación

En el desarrollo de la investigación, se definieron las variables que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Variables de investigación.

Variables	Definición	Sub Variables	Indicadores	Dimensiones
Experiencia de usuario	Conjunto de factores y elementos relativos a la interacción del usuario, con el dispositivo móvil, que como resultado pretende obtener una percepción positiva o negativa del servicio.	Usabilidad	Grado de aceptación de la app en función de la usabilidad y la simplicidad de la misma.	Cualitativa
		Navegabilidad	Tiempo de respuesta en acceder a los componentes de la app.	Cuantitativa
Seguridad móvil	Medidas de seguridad establecidas para la protección de datos personales y transaccionales	Seguridad transaccional	Grado de confiabilidad	Cualitativa

Técnicas de recolección de información

Se realizó una pequeña muestra con algunos establecimientos ubicados en zona 16, de la ciudad de Guatemala, como lo son tiendas, restaurantes y otro tipo de comercio que participó en la inclusión de su empresa en el proyecto de investigación y que usaban iOS como sistema operativo; con el fin de alimentar los datos mínimos para que se pueda realizar una transacción exitosa entre usuario final, domiciliario y proveedor del producto. El método de recolección de datos se realizó dentro de la plataforma, después de que las personas aceptaran su participación en el proyecto de investigación. Para lograr mejor acogida en la muestra de investigación, se les entregaron a los comercios que participaran en el proyecto piloto, información, destacando los beneficios de la aplicación para mejorar su mercado.

Fases del estudio

Revisión documental

Se efectuó una investigación para determinar cuál es la arquitectura más adecuada, para la correcta implementación de un sistema e-commerce, para sistemas operativos iOS, creando un balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad. Tomando en cuenta el uso de bases de datos no relacionales como alternativa de comunicación entre DBMS, sin limitarse al uso de servidores centralizados.

Análisis y diseño de la app

Se ejecutó el diseño de los módulos o componentes que hacen parte del prototipo, enfocado en una arquitectura nativa móvil. Fue de vital importancia que la fase documental haya llegado a su fin, pues las herramientas y el empleo de estas mismas son el esqueleto de la estructura del diseño del prototipo. Como se planteó desde un comienzo, la aplicación está enfocada en un único sistema operativo, en este caso y para poder cumplir con los lineamientos y alcances de esta, se decide usar Swift como lenguaje de programación y se usó la herramienta Xcode como IDE (Integrated Development Environment) para sistemas operativos iOS.

El diseño y la estructura del prototipo comprenden los componentes de la solución propuesta, los cuales son:

- Funcionalidades del producto
- Clases y características de usuarios
- Entorno operativo
- Requerimientos funcionales
- Reglas de negocio
- Requerimientos de interfaces externas
- Requerimientos no funcionales

Implementación de prototipo

Debido a que el prototipo está limitado a dispositivos con sistema operativo iOS, la implementación y recolección de datos implicó un mayor esfuerzo; pero cuando se tuvo el universo a analizar, la implementación solo se enfocó en la herramienta testFligth habilitada para probadores externos.

Resultados

Descripción del experimento

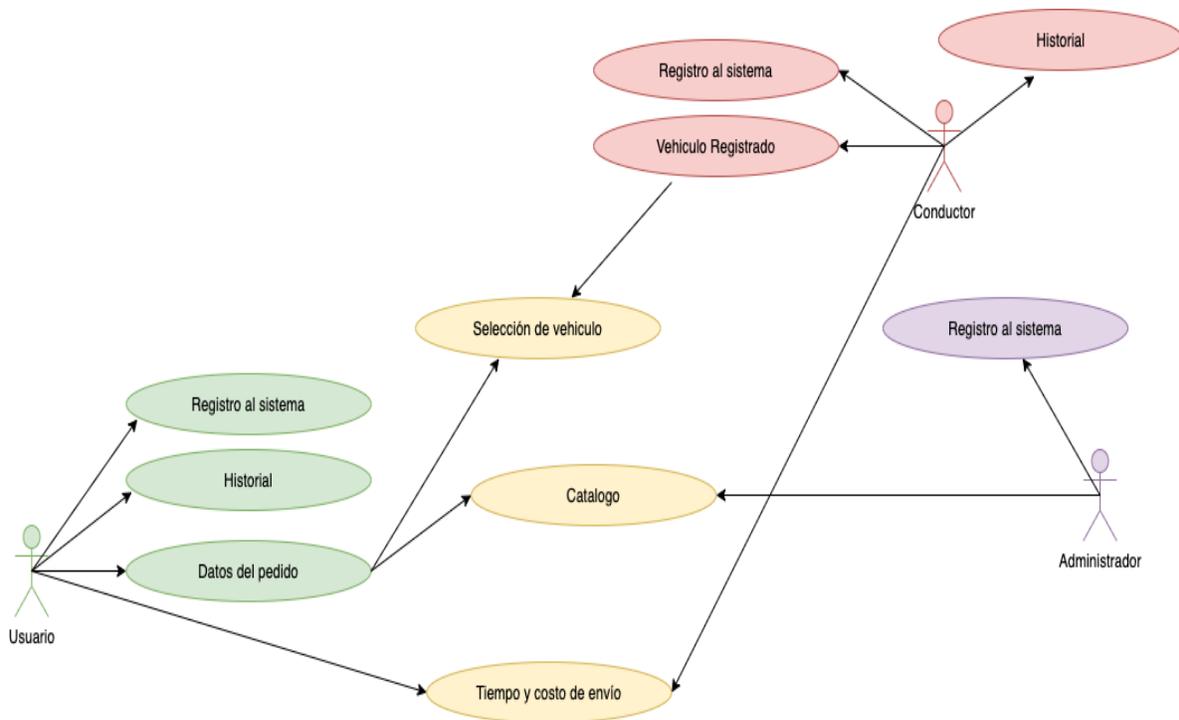
A continuación, se detallan las características esenciales del sistema; dichas características comprenden la definición de los objetivos, arquitectura de software, tecnologías aplicadas, definición de estructuras, diagramación del modelo, diagramas de casos de uso, máquinas de estado, límites y alcances del sistema. Como se puede observar en la figura 1, mediante un diagrama de casos de uso, se describen las actividades que debe realizar la aplicación, detalladas en la tabla 2.

Tabla 2. Diagramas de uso.

Nivel del caso de uso: sistema de información	
Nombre del caso de uso: compra y venta de productos	
Actor principal: Usuario – conductor – Administrador	
Tipo de caso de uso: concreto	
Objetivo: envió de un producto.	
Precondiciones: estar debidamente registrado	
Pos – condiciones:	Éxito: envió exitoso Fracaso: cancelación
Curso Normal	Alternativas
Registro usuario	
Validación de correo electrónico y contraseña	
Ingreso a menú principal	
Solicitud de pedido	Puede seleccionar prioridad en el pedido. (1hora – 4 horas – Transcurso del día)
Datos de pedido	Selección de producto de catálogo de establecimientos participantes
Información de lugar de recogida y de entrega del pedido	Puede solicitar nombre y teléfono alternativo.
Selección de vehículo	Puede escoger entre 4 tipos de vehículos.
Confirmación de pedido y costo de transacción	
Entrega de pedido	
Firma electrónica	Foto de estado de pedido
Registro Conductor	

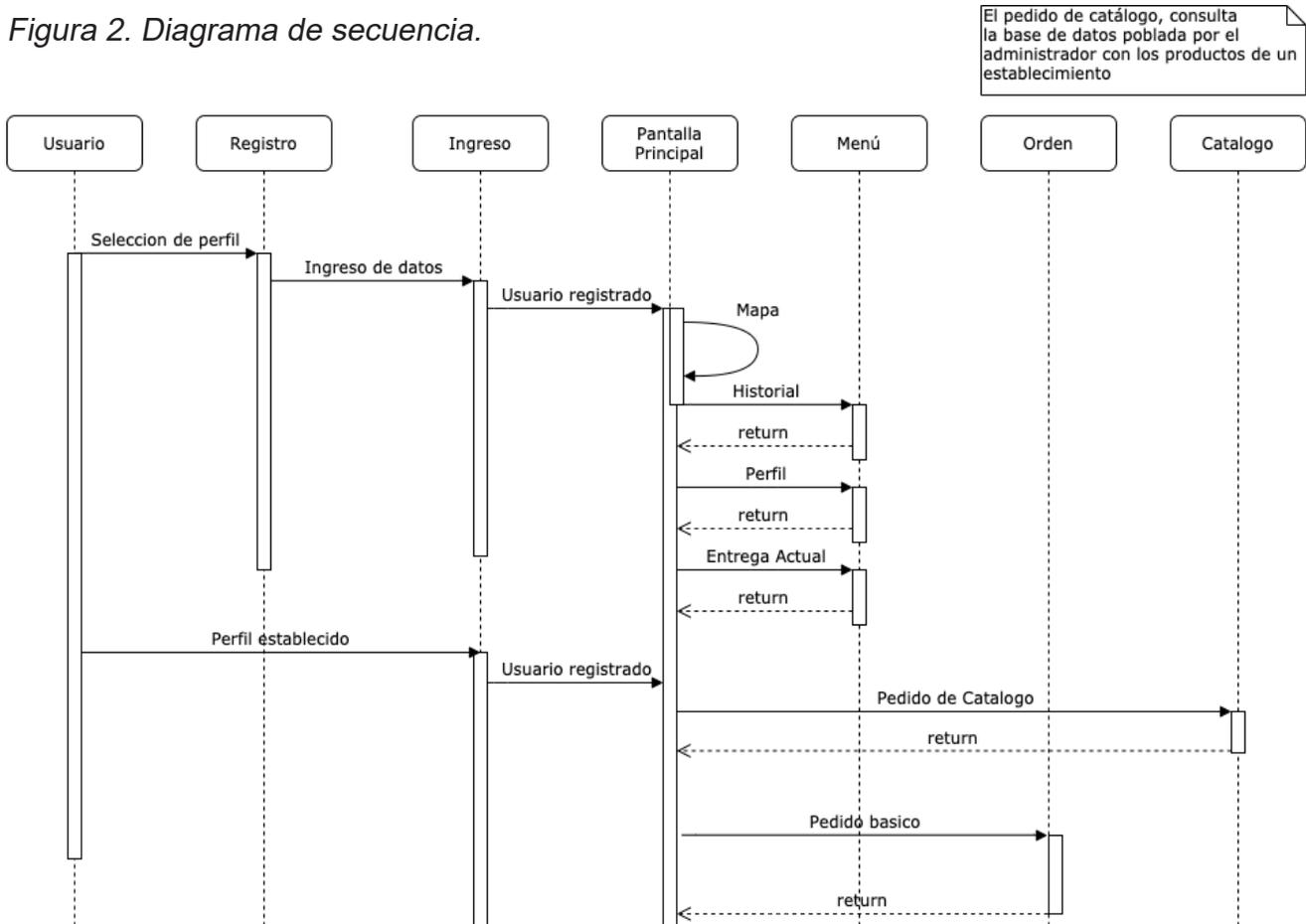
Validación de correo electrónico y contraseña	
Ingreso a menú principal	
Ver solicitudes de pedidos	Solo aparecerán las solicitudes realizadas con el vehículo registrado
Aceptación de pedido	
Recolección de pedido	
Foto de estado del pedido	
Entrega de pedido	
Firma electrónica	
Firma electrónica	Foto de estado de pedido
Registro Administrador	
Ingreso de catálogo de productos y precios	Foto y descripción del producto
Fin del caso de uso	
Asociaciones de extensión: Calculo de costo de envío (Parámetros definidos en tamaño, distancia y selección de vehículo)	

Figura 1. Diagrama de casos de uso.



Como se puede observar en la figura 2, se representan los objetos del caso de uso, asociando a cada objeto su respectiva línea de vida y focos de control.

Figura 2. Diagrama de secuencia.



Ambiente de desarrollo

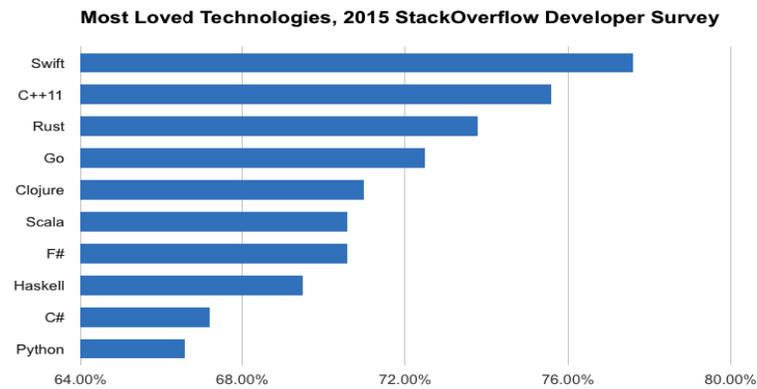
Uno de los temas principales en los que se basó la investigación corresponde a la selección de la arquitectura móvil adecuada, para crear un balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad. Se demostró que una arquitectura nativa asegura la independencia respecto a la interfaz de usuario, una ganancia considerable hablando del rendimiento, sin mencionar el control total de todos los recursos disponibles del móvil, ya que este tipo de arquitectura se adapta en su totalidad con las funcionalidades y características del dispositivo, obteniendo de esta forma una mayor experiencia de usuario (UX) (Brooks, 1995).

El lenguaje de programación que más se adecuaba al tipo de necesidades a cubrir fue Swift, debido a su sintaxis alineada, medidas de seguridad para evitar errores, rapidez frente a otros lenguajes nativos, y su crecimiento tecnológico al ser de código abierto desde el año 2015 como se puede detallar en las figuras 3 y 4. Teniendo en cuenta lo anterior se tuvieron en cuenta una serie de IDEs (Integrated Development Environment) para el desarrollo del prototipo en lenguaje Swift, siendo Xcode el seleccionado, por ser este el ID nativo (Ver anexo tabla 3).

Tabla 3. Comparación IDEs.

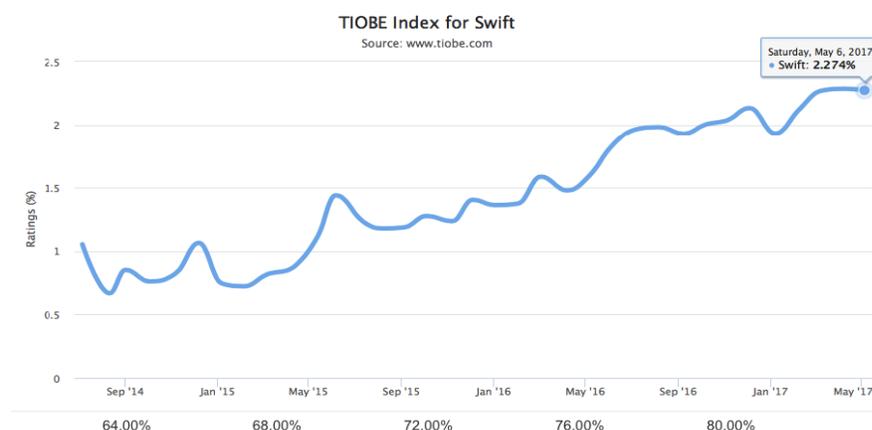
IDEs	Características
Xcode	Tiene una interfaz ventajosa, soporte de autocompletado y muchas otras características que hacen que la ingeniería Swift sea adecuada y entendible, además de ser el IDE oficial de Apple.
Atom	Tiene una gran cantidad de paquetes de código abierto creados por la comunidad GitHub que le permitirán personalizar el IDE para un desarrollo versátil y multiplataforma con autocompletado, navegación avanzada y otras características útiles.
AppCo de	Fue creado para mejorar el rendimiento del desarrollo al proporcionar algunas herramientas de refactorización similares a las disponibles en Android Studio, pero carece de guíes gráficos, y viene con una cuota de suscripción.

Figura 3. Encuesta de Desarrolladores de StackOverflow año 2015.



Nota: sitiobigdata (2019).

Figura 4. Índice TIOBE (Programming community index)

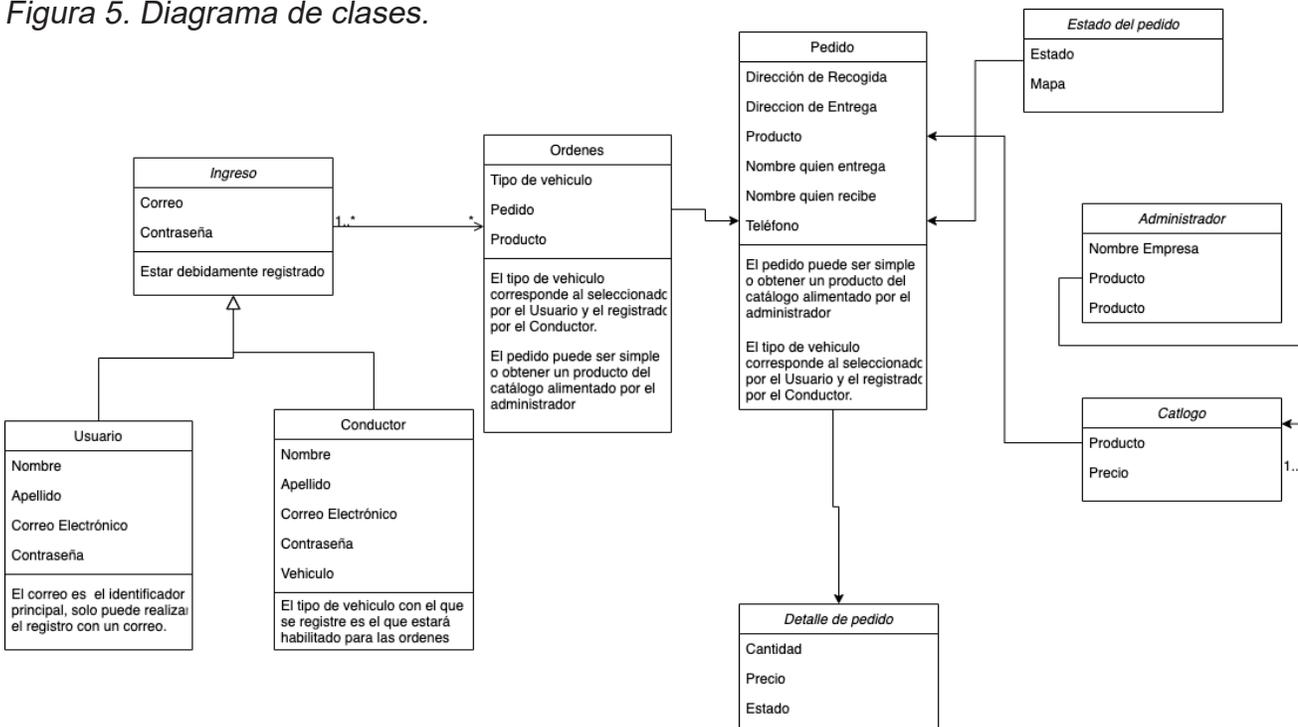


Nota: sitiobigdata (2019).

Implementación de base de datos

La implementación y uso de Firebase como base de datos en la nube, se adecúa perfectamente a las tecnologías usadas, brindando alta disponibilidad, compatibilidad y crecimiento horizontal, además de dejar la puerta abierta al desarrollo de la aplicación para otros sistemas operativos (Zulkafli y Basri 2018). En la figura 3, se detalla el modelamiento de la estructura de las clases del sistema, atributos, operaciones y relaciones entre los objetos.

Figura 5. Diagrama de clases.



Funcionalidades de la aplicación Interfaz administradora

La interfaz de administrador se maneja desde el gestor de Firebase, donde se ingresaron las colecciones en formato JSON de los catálogos con sus respectivos productos de 5 establecimientos.

Figura 6. Petición de colección de datos.

```

1 {
2   "adminId" : 1,
3   "productSet": [
4     {
5       "id": 1,
6       "code": "bebidas_1",
7       "description": "Coca Cola 2 litros",
8       "image": "https://appDomiciliosgt.herokuapp.com/images/coca2.png"
9     },
10    {
11     "id": 2,
12     "code": "bebidas_2",
13     "description": "Pepsi 1 litro",
14     "image": "https://appDomiciliosgt.herokuapp.com/images/pepsi1.png"
15   }
16 ],
17   "address": "40 calle 26-52 Sector 4 Colonia Hacienda Real",
18   "latitude": 14.5398,
19   "longitude": -90.4956,
20   "name": "Tienda bendicion Don pablo",
21   "description": "Este ubicada en el bulevar principal de la colonia"
22 }
23
24 }
25
  
```

Interfaz de usuario

El flujo de pantallas de la interfaz de usuario se compone de 3 pantallas principales, explicadas a continuación:

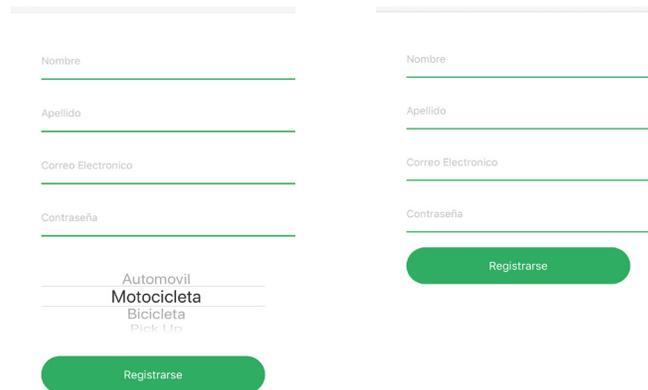
Al abrir la aplicación, muestra la primera pantalla, la cual tiene 3 botones principales, registro de usuario, registro de conductor o domiciliario, y un botón de ingreso a la aplicación para quienes estén previamente registrados en la base de datos. (Ver figura 7).

Figura 7. Pantalla principal aplicación DomiciliosGT.com.



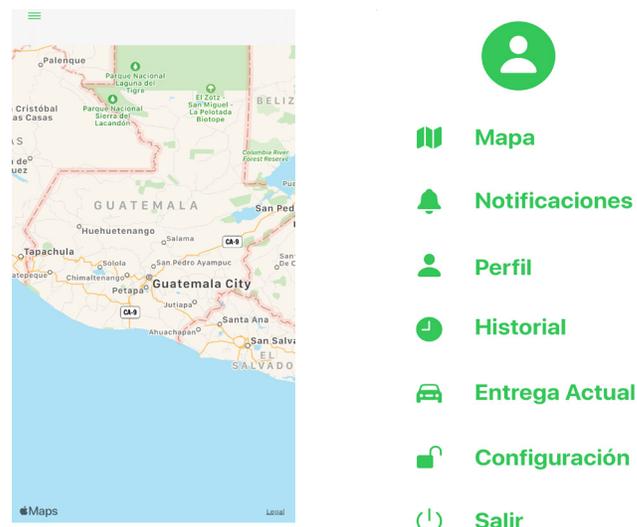
Al dar al botón de registro de conductor, o registro de usuario, se muestra la siguiente pantalla, la cual está diseñada para obtener una serie de datos personales, y en el caso del conductor, el vehículo que quiere registrar. (Ver figura 8).

Figura 8. Pantalla de registro de conductor y registro de usuario según corresponda.



Al llenar los campos requeridos, y estar debidamente logueado dentro de la aplicación, la siguiente pantalla que muestra, es la principal, la cual se compone del mapa el cual marca la ubicación actual, y un menú ubicado en la parte superior izquierda, que varía según el registro (usuario y conductor).

Figura 9. Pantalla principal y menú desplegable.



Si se selecciona el botón menú, se desplegará un catálogo de opciones para el usuario y uno para el conductor según corresponda.

Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales se realizaron en su mayoría con ayuda del simulador nativo del IDE Xcode versión 11.4.1 de Apple. El simulador es realmente potente, ya que nos permite interactuar como si estuviéramos manejando la aplicación desde el dispositivo, con la mayoría de sus características, su sistema de depuración facilita la comprensión de errores en los puntos de quiebre o breakpoints

Figura 10. Simulador Xcode 11.4.1.

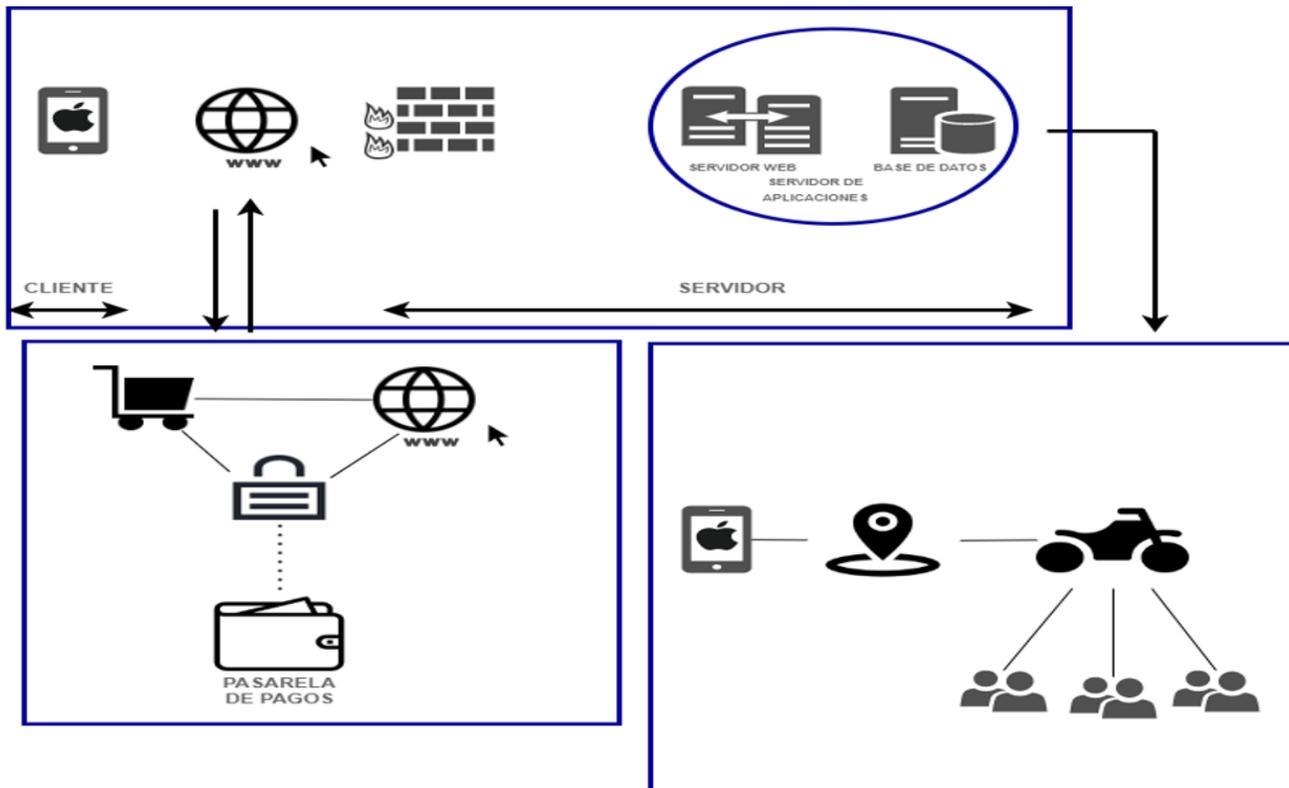


Arquitectura general de la solución

La arquitectura general de la solución a nivel de la implementación, es el flujo de una arquitectura nativa iOS enfocada en un comercio electrónico, entre el dispositivo móvil donde se ejecuta la interfaz de usuario y parte de la lógica de la aplicación. La parte del backend, que para los alcances de esta investigación los ingresos se realizaron de manera manual por medio de colecciones de datos en formato JSON, acá se encuentra el acceso a la base de datos, archivos, imágenes, entre otros y la parte central de la lógica de la aplicación. Además, un web service que funciona como enlace para el intercambio entre estos dos. Se observa el flujo del proceso de compra de un producto, pasando por capas de seguridad y validación.

El motivo de la selección de esta arquitectura para la implementación del prototipo obedece a las ventajas obtenidas en la investigación realizada, como lo fueron, un acceso completo al dispositivo, en software y hardware, rendimiento, mejor experiencia de usuario y sus potentes herramientas nativas de código abierto desarrolladas para pruebas y análisis.

Figura 11. Diagrama de arquitectura general de la solución.



Análisis y discusión

La implementación del prototipo dio como resultado una aplicación móvil desarrollada en una arquitectura nativa, que resultó ser la más adecuada, para conseguir el balance entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad; usando las tecnologías apropiadas, como lo fue el lenguaje de programación, APIs y base de datos.

La capa de administración de datos de los productos usados por la aplicación funciona de una manera manual, lo que imposibilita un crecimiento en cuanto al número de establecimientos que quisieran vender sus productos en la plataforma, si se pasara a un escenario de una aplicación en la vida real. Esto abre oportunidades para nuevas implementaciones, enfocadas a niveles web para la administración, y poder hacer uso de la aplicación móvil (Google Developers, 2020).

Conclusiones

- Se desarrolló el prototipo de una aplicación móvil exclusiva para dispositivos iOS, la cual recibe en su capa de administración información de manera manual por medio de colecciones de datos en formato JSON de los catálogos de establecimientos con sus respectivos insumos. La aplicación se encarga de la compra y venta de estos productos en el área

metropolitana de la ciudad de Guatemala; implementando una arquitectura nativa, que asegura un alto rendimiento, comunicación eficiente y estándares de seguridad.

- La arquitectura móvil implementada genera un balance favorable entre eficiencia, experiencia de usuario y seguridad, en dispositivos con sistema operativo iOS.
- El prototipo desarrollado es funcional, genera transacciones seguras en un ambiente controlado, en la ciudad de Guatemala, entre cliente y proveedor.
- Las tecnologías más adecuadas en la construcción e implementación del prototipo, para la compra y venta de productos, desde dispositivos móviles iOS, fueron Swift como lenguaje de programación, Xcode como entorno de desarrollo y Firebase como base de datos. Brindando alta disponibilidad, respaldado como servicio de Google, compatible con múltiples lenguajes, garantizando un crecimiento horizontal, debido su servicio en la nube que funciona en tiempo real.
- Se evaluó el uso de servidores no centralizados, implementando Firebase como base de datos no relacional, para almacenar y sincronizar datos en tiempo real, garantizando los protocolos de seguridad y confidencialidad de los datos.

Perspectiva del futuro

- El prototipo fue desarrollado en un único sistema operativo, en este caso en iOS, por lo que podría desarrollarse una investigación para su versión en Android, con las mismas características enfocadas en ese sistema operativo.
- El prototipo es funcional en un entorno de pruebas controlado, si se quiere lanzar la aplicación al mercado es necesario presentarlo como producto final en la app Store de Apple; Por lo que se puede realizar un estudio de oportunidad de negocio con una solución completa, que incluya los sistemas operativos predominantes en el mercado y su parte administrativa.
- La inserción de productos a la base de datos se hace de manera manual, por lo que se puede efectuar una investigación sobre la implementación de un administrador web que sea interoperable con el prototipo ya desarrollado, para formar un modelo de negocio más real a nivel empresarial.
- Debido a que la aplicación debe ser usada por los habitantes de la ciudad de Guatemala, se debería realizar un estudio de oportunidad y publicidad para dar a conocer las ventajas de la aplicación.
- Es conveniente hacer pruebas con usuarios reales de forma masiva, por lo que se podría realizar una investigación enfocada en crear estrategias para probar aplicaciones y poder lanzarlas al mercado, disminuyendo el riesgo de errores de producción.

Referencias

- Brook, F.P. (1975) The mythical man-month. <https://is.muni.cz/www/208322/The.Mythical.Man.Month.F.Brooks.pdf>
- Google Developers. (2020). Cloud Functions para Firebase. Firebase.google. <https://Firebase.google.com/docs>
- Martínez M.R (2015). Arquitectura para la implementación de sistemas móviles basados en servicios de geolocalización y crowdsourcing. <https://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC119363.pdf>
- Mazare, L. C. y Oprea, S.V. (2018). Designing a Currier Optimized Route Mobile Application. Database System Journal, 9 (1), pp. 1-12. http://dbjournal.ro/archive/29/29_1.pdf
- Sitiobigata. (2019, 31 de enero). Swift: Lo bueno y lo malo. <http://sitiobigdata.com/2019/01/31/lenguaje-swift-bueno-y-malo/#>
- Zulkafli A.Z. y Basri S., (2018). Image Synchronization Gateway for NoSQL Document Database and Server-side SQL Database in Mobile Environment. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5055559?class=pdf>

Sobre el autor

Libardo Rodríguez Martínez

Es Magister en Tecnologías de la información y la comunicación de la universidad de San Carlos de Guatemala, especialista en Administración Tecnológica de la misma universidad, Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Colombia. Cuento con 9 años de experiencia trabajando en el área de implementación de sistemas de información, desarrollando sistemas enfocados a sectores como la banca electrónica, el área de salud, investigación y educación. Actualmente, curso una especialización en gerencia de la información en la Universidad de Medellín.

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Conflicto de intereses

Declara no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y las buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Libardo Rodríguez Martínez

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](#).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](#).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

García Lémus, M. R. (2022). *Influencia del color del empaque biodegradable en la intención de compra en jóvenes guatemaltecos de la generación Z*. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2). 63-76. DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.106>

Influencia del color del empaque biodegradable en la intención de compra en jóvenes guatemaltecos de la generación “Z”

Influence of the color of biodegradable packaging on the purchase intention in young Guatemalans of generation “Z”

Mynor Rodolfo García Lémus

Maestría para El Diseño

Universidad de San Carlos de Guatemala

mynorrodolfo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1268-0528>

Recibido: 15/05/2022

Aceptado: 10/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

OBJETIVO: determinar si el color es un factor influyente en los empaques biodegradables en la intención de compra, específicamente en jóvenes guatemaltecos de la Generación Z del Departamento de Guatemala. **MÉTODO:** el siguiente estudio de caso es con enfoque cuantitativo, diseño de corte transversal, alcance descriptivo e investigación teórica, la recopilación de datos es por encuestas cerradas, población del estudio, 384 jóvenes, de los cuales en el cuestionario cerrado solo 315 guatemaltecos del Departamento de Guatemala completaron la encuesta, mientras que en la Escala de Likert 285 fueron efectivas. **RESULTADOS:** los resultados fueron satisfactorios, más del 45% de los encuestados eligieron el color como factor principal en la intención de compra, seguido del empaque biodegradable, y como tercer factor de su elección otros elementos del mismo. **CONCLUSIÓN:** se comprobó, el color sí influye y altera positivamente al momento de la compra debido a que es un elemento poderoso y persuasivo, de atracción visual, que hace que el consumidor elija y prefiera el producto con el empaque que más le atrae.

Palabras claves

psicología del color, marketing, empaque biodegradable, intención de compra, Generación Z

Abstract

OBJECTIVE: to determine if color is an influential factor in the purchase intention of biodegradable packaging, specifically in young Guatemalans of Generation Z in the Department of Guatemala. **METHOD:** the following case study has a quantitative approach, cross-sectional design, descriptive scope and theoretical research, the data collection is by closed surveys, study population 384 young people of which in the closed questionnaire only 315 Guatemalans from the Department of Guatemala completed the survey, while in the Likert Scale 285 were effective. **RESULTS:** the results were satisfactory, more than 45% of the respondents chose color as the main factor in the purchase intention, followed by biodegradable packaging, and as the third factor of their choice other elements of the same. **CONCLUSION:** it was proven that color does influence and positively alters the moment of purchase because it is a powerful and persuasive element of visual attraction, which makes the consumer choose and prefer the product with the packaging that most appeals to him.

Keywords

color psychology, marketing, biodegradable packaging, purchase intention, Generation Z

Introducción

La problemática y preocupación de la contaminación de residuos sólidos ha llevado al compromiso global mediante acciones sostenibles que datan del año 1972 en el que se celebró en Estocolmo, Suecia, la Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio Ambiente Humano. Posteriormente, en 1992, la Cumbre de la tierra se realizó en Río de Janeiro, Brasil. En esta última década, mundialmente se han empezado a tomar pequeñas medidas para contrarrestar el impacto que tiene esta contaminación.

Hechos como el descubrimiento del parche de basura que se encuentra en el Pacífico, según expertos tiene una dimensión similar al del Estado de Texas en Estados Unidos y la muerte de millones de animales es lo que ha puesto en alerta roja al mundo.

En Guatemala, a raíz de estos acontecimientos, el 20 de septiembre de 2019 se publica en el Diario Centroamérica, el Acuerdo Gubernativo Número 189-2019, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), indicando que el uso de artículos plásticos y poliestireno expandido, quedan totalmente prohibidos.

Esto ha ocasionado el aumento de la difusión de ideas para la producción y comercialización de empaques, abriendo un espacio para que empresas y compañías guatemaltecas puedan implementar estrategias a partir de las preferencias de consumo de las nuevas generaciones, especialmente de jóvenes guatemaltecos de la llamada Generación Z¹.

El objetivo principal del presente estudio de caso es determinar si aplicando color a empaques biodegradables, eso influye en la intención de compra de la misma manera de los empaques que carecen de color, aspecto que permite conocer el comportamiento de la Generación Z ante este tipo de empaques.

Materiales y métodos

Se consideró el método cuantitativo-descriptivo con diseño de corte transversal y alcance correlacional. Se realizó el análisis del Estado del Arte.

Las técnicas utilizadas para esta investigación fueron la escala y encuesta, utilizando los instrumentos: cuestionario cerrado y escala Likert con un muestreo no probabilístico.

En el cuestionario cerrado, de las 384 personas encuestadas, solo 315 jóvenes del departamento de Guatemala contestaron, mientras que en la escala Likert solo 285 fueron efectivas. Las edades de los jóvenes fueron de 17 a 25 años del género femenino y masculino, tanto el cuestionario cerrado como la escala Likert se realizaron online con preguntas cerradas y

¹ Por definición, la Generación Z son personas nacidas entre 1995 y 2010, se caracterizan por haber nacido y crecido con internet y medios digitales, son jóvenes que comienzan a salir de las aulas para incorporarse en el mundo laboral (Ortega & Vilanova 2016)

presentación de empaques. El análisis de ambas y la descripción de resultados se hicieron a través de la plataforma Software Survio y Excel.

Resultados

En este artículo se presentan los resultados obtenidos del análisis, estado del arte y el procesamiento de los datos obtenidos a partir de la aplicación de encuestas cerradas, para fundamentarlo se desarrolla el siguiente contenido.

Contenido Color

El color no solo es importante por el impacto que genera en las emociones y percepciones del ser humano, esto ha ido más allá, es decir, se traslada a campos como el mercadeo donde se presenta como un aspecto importante en la intención de compra de un consumidor.

La autora Dolores Giovannetti menciona que el color es lo que más recuerda una persona y la elección de un empaque es debido a él, pero también a esta elección depende las cualidades de la persona, sus gustos, conducta y nivel socioeconómico (Giovannetti, 1995). Esta autora menciona que el aplicar color a empaques tienen tres funciones principales:

- Función práctica de identificar y distinguir empaques
- Función simbólica de comunicar paz, amor y peligro
- Función señalética para advertir, prohibir e informar

Solórzano Rizzo argumenta que los colores son estímulos visuales provocando distintas reacciones al organismo, afectando positivamente o negativamente el ánimo del consumidor (Solórzano Rizzo, 2014). Gracias a este sentido, el consumidor puede darle un significado a los colores, en algunas ocasiones pueden volverse común al consumidor, pero en otros casos en su propia experiencia.

De acuerdo con Cuervo Diez, influyen factores de cómo y qué compran los consumidores. Sin embargo, en la intención de compra influyen las señales visuales, siendo el color la más persuasiva, el consumidor, al recibir ese mensaje, percibe un grupo de datos e información, que inmediatamente vinculará con significados, situaciones, circunstancias o conocimientos, hasta emitir una respuesta y, en consecuencia, se traduce en compra (Cuervo Diez, 2012).

Empaque

Es la envoltura y/o contenedor de un producto, pueden ser empaques para alimentos, cosméticos, medicamentos, prendas de vestir, etc.

Los empaques se dividen en tres tipos, primarios, secundarios y terciarios.

- Empaques primarios: se caracterizan por proteger, sostener y conservar el producto. Estos tipos de empaques suelen ser botellas, frascos, bolsas, etc.
- Empaques secundarios: se ubican en el empaque primario, agrupan varias piezas en un solo paquete. Se utiliza para transportar y almacenar productos, encontrándose en centros de distribución y contenedores.
- Empaques terciarios: empaques de toda la vida cajas de cartón cuya función es proteger los empaques reales y de los diseños en el interior (Calvillo, 2015).

Empaques sostenibles

Se degradan a través de rayos ultravioleta, es decir la radiación solar, de manera que pierden tal resistencia fragmentándose en partículas diminutas. Entre los empaques sostenibles encontramos los siguientes.

Solubles de agua

Materiales que se solubilizan en agua, usualmente dentro de un rango específico de temperatura, y luego se biodegradan mediante la acción de microorganismos.

Figura 1. Solubles en agua.



Nota. The Food Tech.

Oxo-desgradables

Denominados Oxo-biodegradables, estos materiales se descomponen por procesos de etapas múltiples usando aditivos químicos para la degradación. Es decir, por la luz ultravioleta (UV) de la radiación solar, calor y/o tensión mecánica que inician la degradación por oxidación.

Figura 2. Oxo-degradable.



Nota. EPI Environmental Technologies Inc.

Biodegradables

Materiales que desarrollan una descomposición aeróbica o anaeróbica por acción de microorganismos como bacterias, hongos y algas, naturalmente ocurren en la biosfera. Se degradan por acción enzimática de microorganismos en condiciones normales del medio ambiente.

Figura 3. Biodegradable.



Nota. Clean Hippies. Faceology SA de CV.

Compostable

Este tipo de material se degrada completamente, convirtiéndose en abono bajo ciertas situaciones. Se degrada aeróbicamente (dióxido de carbono y agua), que generalmente es utilizada para la generación del compostable.

Figura 4. Compostable.



Nota. ScJohnson, Estados Unidos.

Generalidades de la Generación Z

Primera Generación que ha nacido y crecido con medios digitales como laptops, smartphones, acceso a wifi, etcétera. Son personas nacidas entre 1995 y 2010.

Estos jóvenes comienzan a salir de las aulas para unirse al mundo laboral. Es la primera generación que ha crecido con internet según Ortega y Vilanova, y cada año introducen nuevas aplicaciones a su repertorio (Ortega & Vilanova, 2016).

Para entender algunas características de la Generación Z se puede mencionar que ya nacen en un mundo donde las tecnologías digitales determinan sus comportamientos. Su identidad se define por la edad, que está enmarcada en el cambio más importante: la llegada del internet y la digitalización, que ha transformado la forma en la que se comunican y relacionan estos jóvenes.

Ciertos rasgos de la Generación Z tienen similitudes a la Generación Y o millennials, comparten muchas características parecidas, sobre todo en problemas que afectan al país y su nivel experto en tecnología.

El Dorsey 2020 Center for the Generational Kinetics es una institución pionera en el estudio y análisis de la Generación Z, ellos la denominaron iGen. Con la finalidad de conocer las diferencias generacionales, encuestaron a más de 1,000 personas entre las edades de 14-69 años. Realizaron preguntas sobre hábitos de compras, marcas de dispositivos, uso de medios sociales, entre otros, concluyendo que la Generación Z se caracterizaba por el uso de diferentes plataformas sociales (Dorsey, 2020).

A pesar de que hay ideas generalizadas respecto de que a estos jóvenes no les preocupa su privacidad, el Kinetic Center en sus diferentes estudios pone de manifiesto que se encuentran más preocupados de la privacidad online que sus mayores millennials.

Protegen sus datos personales al enviar y recibir mensajes vía online. Se preocupan más cuando realizan pagos con tarjetas de crédito o débito. Pero su preocupación disminuye con las aplicaciones móviles, redes sociales, porque las personas de la Generación Z perciben que controlan estos canales y se sienten tranquilos y confortables al estar en ellos.

Según los autores, Días et. al y Aybar et. al. la Generación Z marca la diferencia e introduce diversos retos a la sociedad y empresas que intentan llamar su atención, porque no son fieles y leales a las marcas que consumen (Días et al., 2015) y (Aybar et al., 2017). Sin embargo, tienen ciertas características, entre las que se encuentran:

- Hiperconectados, es decir, utilizan celulares, tablet, videojuegos, reproductores de música y computadoras.
- Consumistas, deciden qué comprar, y no buscan la aprobación de otra u otras personas.

- Su personalidad es individualista, su mundo únicamente existe dentro del internet donde expresan todas sus opiniones.
- No tienen lealtad a las marcas.
- Los dispositivos son lo primero.
- Prefieren videos cortos.
- Dada la desconfianza hacia la publicidad que existe en esta Generación, el contenido publicitario que menciona a alguna marca les atrae más.
- Son jóvenes de tendencias globales
- El compromiso apasionado que tienen, hace aportar a problemas que enfrenta el mundo.

Las anteriores características hacen que algunas empresas y expertos muestren interés en el comportamiento de estos jóvenes, de igual forma explica por qué la Generación Z, juntamente con los millennials, constituyen grupos poblacionales observados, estudiados y analizados.

La Generación Z y el empaque

Un ejemplo es la tendencia del unboxing (Timsit, 2018) donde los influencers filman videos de ellos mismos desempaquetando un producto, estos videos son los más vistos en YouTube. Los usuarios de unboxing lo destacan, lo que hace que el empaque sea único y sea parte de la experiencia del producto de estos jóvenes.

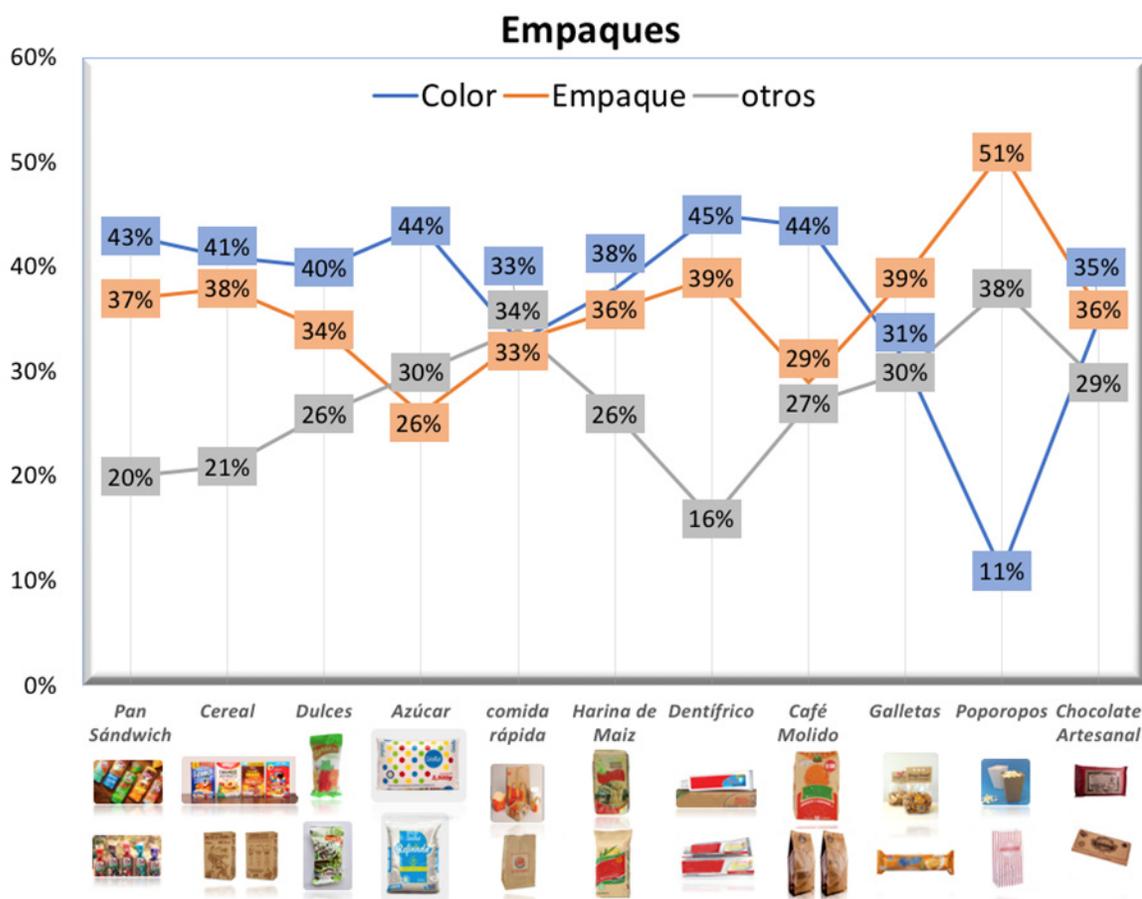
En un mundo sobrecargado de información, la simplicidad se destaca entre los consumidores de la Generación Z y el empaque biodegradable es una forma de transmitir sostenibilidad, honestidad y transparencia, como también agregando detalles que expliquen de donde provienen los materiales, lo cual que es muy aceptado por esos jóvenes.

Un estudio realizado y publicado en el 2016 en Foodnavigator consultado por Morrison, encontraron que se creía que los productos alimenticios en empaques sostenibles eran de mayor calidad que los que se encontraban en empaques de plástico convencional (Morrison, 2016).

Esto quiere decir que el tipo de material que se utilice es una forma poderosa de llegar a estos consumidores y el diseño que resuene en estos puede influir en las ventas. Por esto también, algunas empresas se están moviendo hacia la utilización de empaques sostenibles debido a las demandas de los consumidores y a una percepción empresarial mejorada, como resultado de la responsabilidad social y ambiental que se les demanda.

En tal sentido, en la figura 5 se muestra el análisis de la encuesta, aplicada a 315 jóvenes que contestaron efectivamente, todos del departamento de Guatemala.

Figura 5. Comportamiento en la elección del empaque en la intención de compra 2020-2021 Departamento de Guatemala (encuesta realizada. 28 de dic. 2020 al 26 de ene. 2021).



La figura 5 refleja el comportamiento de estos jóvenes, cada empaque es analizado independientemente. Se observa en cada ítem, el color se mantiene principalmente en la intención de compra, con más del 40%, hay una caída en la elección del color del empaque de poporopos debido a que uno de los presentados no tiene color, se asume que, al no tener color se elige el empaque con un 51%, pero al analizar otros elementos del mismo, se mantiene en 30% más que el color.

Los encuestados, en su mayoría, se enfocaron en el color, seguido del empaque, dejando por último y no menos importante otros elementos del mismo.

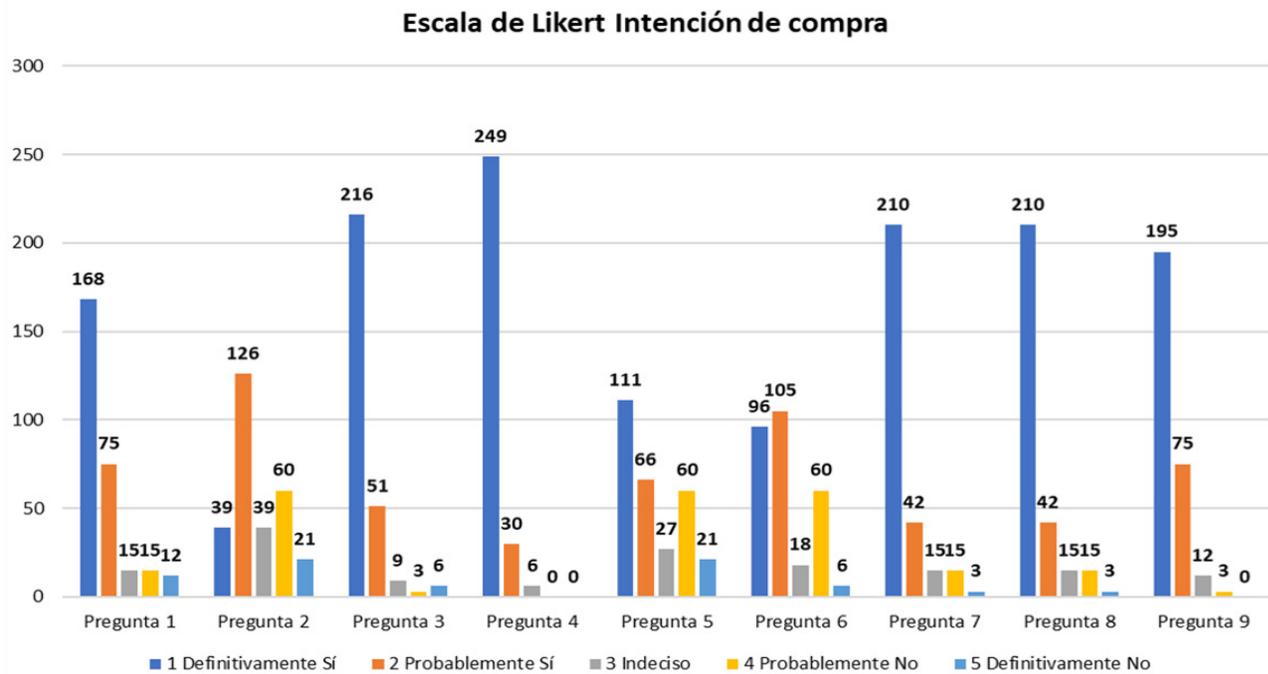
A continuación, en la figura 6, se presentan los resultados de la Escala de Likert, de este análisis solo se obtuvieron 285 respuestas efectivas, todas del departamento de Guatemala.

Esta encuesta se realiza con 9 preguntas, todas relacionadas al empaque.

Figura 6. Comportamiento al elegir el empaque en la intención de compra 2020-2021 Departamento de Guatemala (escala de Likert realizada. 28 de dic. 2020 al 26 de ene. 2021)

Preguntas realizadas en la escala Likert	Preferencia	Item	Total	%
¿Cuándo compra algún producto, que le atrae del empaque?	Color *	Definitivamente si	168	59%
		Probablemente si	75	26%
	Empaque	Indeciso	15	5%
		Probablemente No	15	5%
	otros	Definitivamente No	12	4%
¿Al comprar un producto y ver el empaque, siente el deseo de adquirirlo?		Definitivamente si	39	14%
		Probablemente si	126	44%
		Indeciso	39	14%
		Probablemente No	60	21%
		Definitivamente No	21	7%
¿Al comprar un producto, que elemento del empaque le sirve para identificarlo para la siguiente compra?	Color *	Definitivamente si	216	76%
		Probablemente si	51	18%
	Empaque	Indeciso	9	3%
		Probablemente No	3	1%
	Otros	Definitivamente No	6	2%
¿Qué características considera que hacen la diferencia entre un empaque y otros?	Color *	Definitivamente si	249	87%
		Probablemente si	30	11%
	Empaque	Indeciso	6	2%
		Probablemente No	0	0%
	Otros	Definitivamente No	0	0%
¿Le doy mucha importancia a los materiales utilizados en los empaques que compro?		Definitivamente si	111	39%
		Probablemente si	66	23%
		Indeciso	27	9%
		Probablemente No	60	21%
		Definitivamente No	21	7%
¿Considero que los empaques biodegradables son más caros?		Definitivamente si	96	34%
		Probablemente si	105	37%
		Indeciso	18	6%
		Probablemente No	60	21%
		Definitivamente No	6	2%
¿Considero que el empaque tiene que indicar que es sustentable?		Definitivamente si	210	74%
		Probablemente si	42	15%
		Indeciso	15	5%
		Probablemente No	15	5%
		Definitivamente No	3	1%
¿Me gustaría que solo se utilizaran empaques biodegradables?		Definitivamente si	210	74%
		Probablemente si	42	15%
		Indeciso	15	5%
		Probablemente No	15	5%
		Definitivamente No	3	1%
¿Estoy dispuesto a comprar productos con empaques biodegradables?		Definitivamente si	195	68%
		Probablemente si	75	26%
		Indeciso	12	4%
		Probablemente No	3	1%
		Definitivamente No	0	0%

Figura 7. Comportamiento al elegir el empaque en la intención de compra 2020-2021 Departamento de Guatemala (escala de Likert realizada. 28 de dic. 2020 al 26 de ene. 2021)



Al realizar el análisis de la figura 7, pregunta 1, 168 jóvenes mencionaron que definitivamente el color es lo primero que les atrae, también en la pregunta 3, se preguntó qué elementos del empaque les sirve para identificarlo a la siguiente compra, 216 dijeron que el color, y pregunta 4, características que hacen la diferencia de empaques, 249 contestaron, principalmente el color.

No obstante, el empaque también es un factor en la intención de compra, estos jóvenes dan mucha importancia a los materiales utilizados en empaques, pregunta 5, 111 respondieron que definitivamente sí es un factor relevante. Siendo así que en la pregunta 8 se mencionó que les gustaría que solamente se utilizaran empaques biodegradables, 210 contestaron que definitivamente sí.

Sin embargo, consideran que los empaques biodegradables son más caros, pregunta 6, con 96 encuestados que respondieron que sí y 105 contestaron la opción probablemente.

Una de las preguntas que se les presentó a los encuestados fue si le gustaría que solo se utilizaran empaques biodegradables, pregunta 8, 210 dijeron que definitivamente si, una buena cantidad de encuestados mencionaron que están dispuestos a hacer ese cambio de compra con empaques biodegradables, pregunta 9, donde contestaron 195 jóvenes de 285 encuestas efectivas.

Conclusión

Los jóvenes guatemaltecos de la Generación Z del departamento de Guatemala no simpatizan con ninguna marca, quieren satisfacer cada necesidad y solucionar todos sus problemas en un solo producto y/o servicio, constantemente migran de marca en marca sin tener fidelidad hacia alguna.

Este estudio de caso se determinó según resultados obtenidos, estos jóvenes al momento de su intención de compra, son atraídos por factores que integran el empaque, a pesar de no ser leales a las marcas, hay un modo de atraerlos y es por el factor color, y por su sentido de protección del medio ambiente, estos empaques biodegradables, los ven como un medio de ayudar el entorno en el que viven.

Autores como Álvarez Lara y Giovannetti lo mencionaron en sus investigaciones, hay una relación directa entre la influencia del color y la preferencia del consumidor, traduciéndose en un hecho de compra específico. Muchos jóvenes están dispuestos a hacer ese cambio en Guatemala, aunque ven el empaque como más caro, quieren hacer la diferencia, como se ha mencionado, se preocupan por el medio ambiente.

A partir de los resultados de las encuestas aplicadas, se concluye que el uso del color sí influye y altera positivamente la intención de compra de productos con empaques biodegradables, como también sucede con los plásticos convencionales.

Los datos obtenidos de ambas encuestas aplicadas demostraron que, cuando hay ausencia de color, los consumidores se enfocan en los empaques y elementos del mismo, esto hace que elijan y prefieran el que les atrae y mejor si son sustentables.

Referencias

- Aybar, L., Colchado, D., Chávez, F., Gonzáles, S., & Obando, O. (2017). El comportamiento del consumidor de la generación z respecto al proceso de compra tradicional y su relación con las marcas en los medios digitales. 133. Disponible en https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622177/GONZALES_BS.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Calvillo, G. E. A. C. de. (2015). El Empaque y su influencia en la conducta de compra del consumidor de la ciudad de quetzaltenango. Ekp, 13(3), 1576–1580. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/01/04/Cuellar-Glenda.pdf>
- Cuervo Diez, M. S. (2012). El poder del color. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 5–134. Disponible en https://www.academia.edu/36865704/EL_PODER_DEL_COLOR.

Días, C. B., Caro, N. P., & Gauna, E. J. (2015). Cambio en las estrategias de enseñanza-aprendizaje para la nueva Generación Z o de los “nativos digitales.” *Virtual Educa*, 1–21. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12579/4134%0Ahttps://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12579/4134/VE14.164.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dorsey, J. (2020, July 30). Gen Z Research Findings, How-To, and Insights. The Center For Generational Kinetics. Disponible en <https://genhq.com/gen-z/>

Giovannetti, D. V. (1995). El mundo del envase (p. 196). Disponible en <https://tecnologia-3bunlp.files.wordpress.com/2015/03/libro-disec3b1o-industrial-el-mundo-del-envase.pdf>

Morrison, N. (2016, July 11). Products in “eco-look” packaging seen as better quality. Disponible en <https://www.foodnavigator.com/Article/2016/07/11/Products-in-eco-look-packaging-seen-as-better-quality>

Ortega, C. I., & Vilanova, N. (2016). Generación Z. El último salto generacional. Resumen ejecutivo. Universidad de Deusto, 11. Disponible en http://ethic.es/wp-content/uploads/2016/04/ResumenEjecutivo_GeneracionZ_140315-2.pdf

Solórzano Rizzo, J. A. (2014). Efecto del color en la publicidad para estimular las ventas. 7, 219–232. Disponible en <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/341>

Timsit, A. (2018, September 3). Unboxing videos will take over the world — Quartz. Disponible en <https://qz.com/quartz/1374703/unboxing-videos-will-take-over-the-world/>

Sobre el autor

Mynor Rodolfo García Lemus

Es Licenciado en Diseño Gráfico, Maestría en Mercadeo para el Diseño, carreras estudiadas en la Universidad de San Carlos de Guatemala, desde hace 17 años ejerciendo la profesión de Diseñador Gráfico en varios campos del mismo. Investigaciones realizadas “Donación voluntaria de sangre”, donde se realizó una historieta gráfica e interactiva para promover en jóvenes guatemaltecos dicha donación. También se realizó la investigación Influencia del color en empaques biodegradables en la Generación Z.

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Declaración de intereses

Se declara no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Mynor Rodolfo García Lemus

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

Ríos Calderón, C. A. (2022). Diseño de muestreo para estimar la cantidad de lotes defectuosos causados por desajustes en equipos semiautomáticos de acabado industrial en distintas líneas de producción en un proceso de troquelado metálico. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2).77-89.
DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.100>

Diseño de muestreo para estimar la cantidad de lotes defectuosos causados por desajuste en equipos semiautomáticos de acabado industrial en distintas líneas de producción en un proceso de troquelado metálico

Sampling design to estimate the quantity of defective lots caused by maladjustment in semiautomatic industrial finishing equipment in different production lines in a metallic die cut process

Carlos Alberto Ríos Calderón

Maestro en Sistemas Integrados de Gestión
Universidad Internacional de La Rioja
carlosrios.gt@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0842-4057>

Recibido: 31/03/2022

Aceptado: 12/10/2022

Publicado: 04/11/2022

Resumen

PROBLEMA: en los equipos industriales, derivado del uso y los desgastes propios de los materiales que conforman los mismos, se obtiene como resultado desviaciones a las especificaciones esperadas del producto fabricado, por lo que es conveniente adicionar un método estadísticamente válido para la estimación de los lotes fallidos. **OBJETIVO:** se requiere la estimación de la cantidad de lotes fallidos obtenidos en equipos con desperfectos derivados de desajustes para la creación de programas que permitan proyectar mantenimientos predictivos. **MÉTODO:** al adoptar técnicas estadísticas que permitan anticipar los desajustes que se presentan en las máquinas, dichos problemas podrían ser prevenidos a través de la adquisición de instrumentos destinados específicamente al monitoreo. Es por ello que se realizó un diseño de muestreo bi-etápico por conglomerados, que permitió evidenciar el comportamiento total estimado en los equipos de las distintas líneas de producción. **RESULTADOS:** considerando la magnitud del tamaño de los lotes defectuosos, se desarrolló un diseño de muestreo experimental, con el fin de obtener información temprana con relación a la estimación de lotes fallidos. **CONCLUSIONES:** se obtuvo a un bajo costo, una herramienta de estimación estadística para la evaluación de lotes considerados defectuosos, mediante el diseño de una herramienta de muestreo en dos fases.

Palabras claves

muestreo, bi-etápico, conglomerados, mantenimiento, procesos

Abstract

PROBLEM: in industrial equipments, derived from the proper use and utilization of the materials that compose them, deviations from the expected specifications of the manufactured product are obtained as a result, so it is convenient to add a statistically valid method for the estimation of failed batches. **OBJECTIVE:** the estimation of the number of failed batches obtained in equipment with damage derived from maladjustment is required for the creation of programs that allow projecting predictive maintenance. **METHOD:** by adopting techniques that allow anticipating the maladjustments that occur in the machines, these problems could be prevented through the acquisition of instruments specifically designed for monitoring. That is why a two-stage demonstration design by conglomerates was carried out, which demonstrated the estimated total behavior in the equipment of the different production lines. **RESULTS:** considering the magnitude of the size of the defective batches, an experimental sampling design was developed in order to obtain early information regarding the estimation of failed batches. **CONCLUSIONS:** it was obtained at low cost, a statistical estimation tool for the evaluation of batches considered defective, through the design of a sampling tool in two phases.

Keywords

sampling, two-stage, cluster, maintenance, process

Introducción

Por la importancia de los equipos, dada la automatización de los procesos productivos en la industria, es importante considerar su correcto desempeño aun en condiciones controladas. Este estudio independiente realizado en esta industria permitió realizar un diseño de muestreo donde se estimó, de una forma estadísticamente válida, la cantidad de lotes defectuosos que se tiene en toda la planta. Si se conocen también las características de operación correctas en los equipos, es posible obtener un plan de mejora continua que permita optimizar los procesos de operación, siendo este punto donde el mantenimiento predictivo tiene un rol importante y valioso. Cabe mencionar que, en estos casos, el poder reproducir la cantidad estimada de lotes defectuosos, es una información de gran valor para este propósito.

Aunque las máquinas estén dentro de los parámetros aceptables de operación, el considerar siempre su perfeccionamiento como un proceso de mejora continua sobre todo en plantas que busquen evolucionar hacia un sistema de Industria 4.0, el diseño de muestreo estadístico permite estimar variables de control que permiten evaluar, controlar y también aumentar la eficiencia y percibir mejores beneficios, no solo por la reducción en la cantidad de unidades defectuosas, sino también en la optimización de recursos derivados como lo son menos desperdicios, mínimos re-procesos y mejor tiempo efectivo del equipo. Es allí donde es importante conocer esta estimación, y un correcto diseño por muestreo que cumpla estadísticamente el objetivo de reproducir estas variables de forma confiable, es imprescindible.

Materiales y métodos

El estudio se realizó a través del diseño de un muestreo por conglomerados en dos etapas. El diseño del estudio fue con un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo transversal y se consideró a partir de las premisas siguientes.

La planta de producción, en su forma más simple, necesitó estimar la cantidad de lotes fallidos para una industria que cuenta con la siguiente infraestructura, 240 máquinas semiautomáticas que se han distribuido homogéneamente de una forma balanceada al flujo de producción continua.

Se cuenta con 15 líneas de producción en las cuales se ha decidido por cuestiones de costos inherentes y tiempo, proceder al muestreo del 30% de las máquinas en 5 de las líneas, tomadas de forma irrestricta aleatoria. Se asume que los costos por recabar dichas observaciones son iguales. Debido a la complejidad del estudio, radicó más en la revisión y confirmación de la información obtenida mediante bitácoras y reportes inspeccionados. El diseño de muestreo por conglomerados en dos etapas quedó definido de esta forma:

Tabla 1: Análisis de datos para el diseño de muestreo elegido.

Línea	M_i	%	m_i	\bar{x}_i
1	12	0.3	4	12.0000
2	15	0.3	5	10.4000
3	20	0.3	6	12.1667
4	15	0.3	5	12.8000
5	17	0.3	6	9.8333

Dónde:

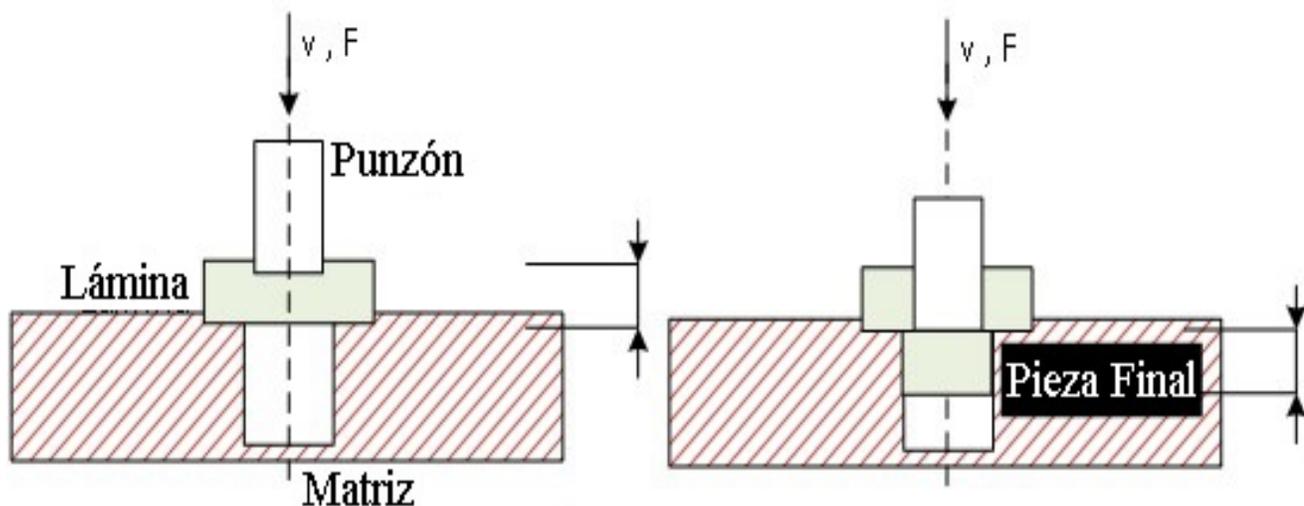
M_i = Número de elementos en el conglomerado i .

m_i = Número de elementos seleccionados en una muestra aleatoria del conglomerado i .

\bar{x}_i = Media muestral para el i -ésimo conglomerado.

Como se observa en la siguiente figura, parte del proceso de acabado final de las piezas, consiste en un troquelado mecánico definido a continuación, de la forma más objetiva.

Figura 1. Ilustración breve del proceso.



Los desperfectos se presentaban mediante el incremento del desajuste de la máquina, que producía con defectos perceptibles a los parámetros de control que se tienen definidos. Una vez que se desarrolló el diseño muestral, se procedió a la observación de los equipos seleccionados y a la revisión de las bitácoras de producción, para confirmar las cantidades reportadas y corroborar que la fuente de variación en los equipos se dio por desajustes. Esto con la finalidad de obtener las lecturas requeridas, para poder hacer las estimaciones oportunas de las variables definidas.

Los análisis pertinentes del estudio de muestreo por conglomerados bi-etápico, están sustentados por la referencia teórica tomada con base en lo planteado por Scheaffer et al. (1987), en el planteamiento de los diseños muestrales. El estimador de la media poblacional, está definido por:

$$\hat{\mu} = \left(\frac{N}{M}\right) \frac{\sum_{i=1}^n M_i \bar{Y}_i}{n}$$

Se ha establecido que el objetivo que se espera alcanzar en la aplicación del diseño de muestreo es hacer inferencias acerca de la variable que se está estudiando. El estimador del total poblacional, está dado por:

$$\hat{\tau} = M \hat{\mu} = N \frac{\sum_{i=1}^n M_i \bar{Y}_i}{n}$$

Dónde:

M = Número de elementos totales de la población.

N = Número de conglomerados de la población.

$\hat{\mu}$ = Estimador de la media poblacional

$\hat{\tau}$ = Estimador del total de la población.

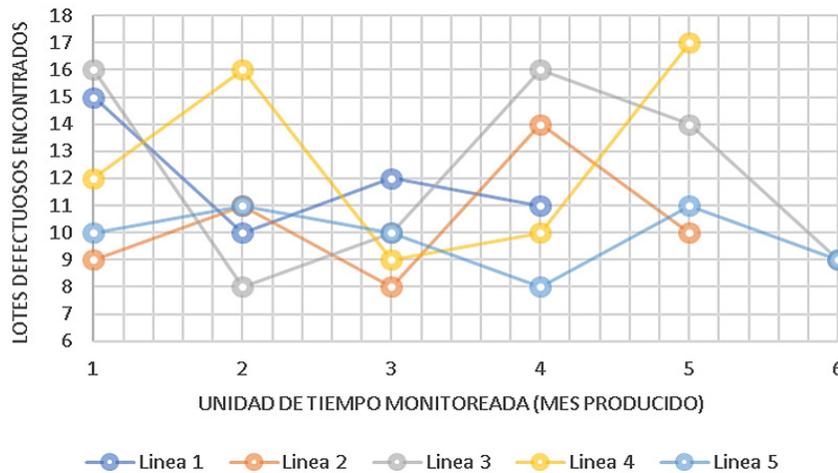
La forma de hacerlo es estimando los parámetros de la población que se desea inferir. Estimar la media poblacional (1) podría concluirse como el valor medio de los lotes rechazados. El total poblacional, el cual está definido en (2), es el estimador del parámetro que representa la población total o el total de la variable de estudio con un nivel de significancia estadística. En este proyecto se estimó con 95% de confianza para ambos parámetros.

Resultados

Al final del estudio se obtuvo un intervalo de confianza al 95% que contiene los valores reales de los parámetros estimados, cuyo fin es obtener la información de la cantidad de lotes fallidos, de forma correcta para una buena toma de decisiones.

Los datos obtenidos de lotes defectuosos encontrados en las distintas líneas de producción fueron colocados en una gráfica de dispersión, unidas con líneas rectas y marcadores, para su visualización de forma más ordenada. Derivado del diseño muestral se obtuvieron los datos recogidos del estudio, como se observa para cada conglomerado definido en el gráfico que se presenta a continuación.

Figura 2. Comportamiento de las observaciones.



A partir de estos datos históricos y haciendo uso de las ecuaciones definidas en el diseño del muestreo, se procedió a la estimación de los parámetros poblacionales.

Análisis y discusión

Se pudo evidenciar que la muestra tomada de la variable estudiada representó de una forma bastante certera el total de los lotes defectuosos de todas las máquinas de la planta. Se muestra la tabulación de los resultados obtenidos.

Tabla 2. Presentación de resultados.

Variable de Estudio	Símbolo	Magnitud	Descripción
Número de elementos totales de la población	M	240	Cantidad total de máquinas en la planta
Numero de conglomerados de la población muestreada	N	15	Líneas de producción totales
Número de conglomerados seleccionados en una muestra irrestricta aleatoria	n	5	Líneas de producción definidas como conglomerados muestrales
Estimador de la media poblacional	μ	11	Media de lotes estimada
Estimador total poblacional	τ	2708	Total de lotes estimado

Con 95% de confianza se concluyó que la estimación de la cantidad total de lotes fallidos y la media de lotes defectuosos producidos por desajuste por cada línea está dada por estos límites:

Tabla 3. Límites para los parámetros estadísticos.

LI	Variable	LS
9.41175283	$\leq \mu \leq$	13.1507472
2258.82068	$\leq \tau \leq$	3156.17932

Los intervalos de confianza que se definen para los parámetros estadísticos están determinados con una significancia del 5%. Se observa que ambos estimadores están trazados dentro de los límites, por lo que se concluye que estos valores son estadísticamente válidos para el cálculo estimado de las variables de estudio.

Figura 3: Gráfico de trazado de parámetros estadísticos para la media de lotes estimada.

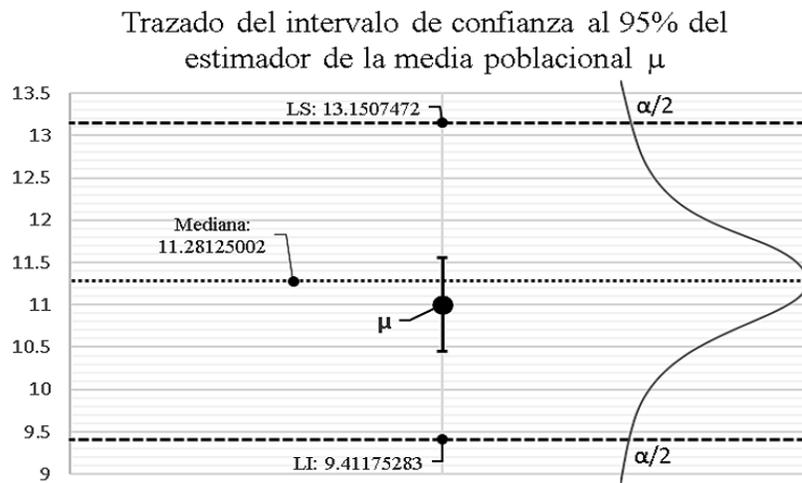
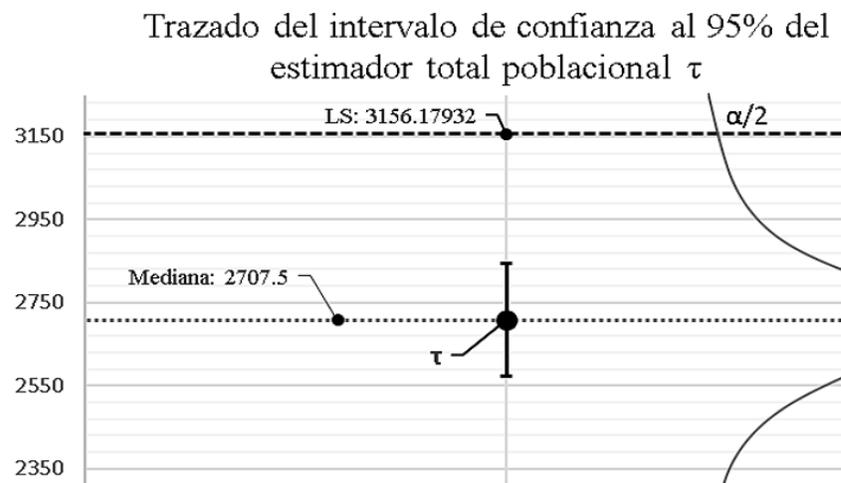


Figura 4: Gráfico de trazado de parámetros estadísticos para el total de lotes estimado.



Como lo mencionan Klinger et al. (2009), en los resultados de su proyecto donde se buscó estimar una cantidad representativa de la población del estudio, mediante un diseño de muestreo bi-etápico, les permitió obtener datos confiables sin desviaciones que se atribuyeran a sesgos. Este método se recomienda en el diseño de muestreo de poblaciones con características homogéneas que permitan la definición de conglomerados.

Se puede evidenciar que la cantidad estimada de lotes defectuosos para esta industria está dada por el estimador total poblacional lo que permite definir la cantidad de lotes fallidos encontrados. Esta información permite ser usada para calcular los costos inherentes a reprocesos, desperdicios, paros no programados, tiempo efectivo no utilizado, mano de obra directa en el proceso, costos de materiales no utilizados y cualquier otro en el que podría incurrirse debido a la aparición de estos lotes defectuosos.

Conclusiones

A partir del objetivo del estudio que fue determinar estadísticamente la cantidad de lotes fallidos mediante un diseño de muestreo, se obtuvo con un intervalo de confianza del 95% la definición de los límites para los parámetros estadísticos del estimador de la media poblacional y el estimador total poblacional.

La estimación de los parámetros estadísticos permite conocer la cantidad de lotes defectuosos en esta industria, accediendo al cálculo de los costos que se incurren por producciones fallidas, lo que permite justificar de forma correcta la creación de programas de mantenimiento predictivo mediante la adquisición de instrumentos de monitoreo en las máquinas, para la mejora del proceso de operación.

Aunque la cantidad de lotes producidos con defectos sea poco en comparación con la cantidad total producida y que, por economías de escala, los costos incurridos por lotes defectuosos no generen un impacto económico, se recomienda una evaluación beneficio-costos en cuanto a la inversión en tecnología de instrumentación de monitoreo en los equipos y la ejecución de un proyecto de inversión para mantenimiento predictivo.

Cumpliendo con la metodología de mejora que se debe seguir en las industrias que trabajan con procesos controlados, es necesaria la incorporación de programas de mejora continua, como parte de sus procesos.

Perspectiva del futuro

El diseño estadístico experimental permitió, a un bajo costo, obtener una evaluación ajustada y verosímil de los lotes estimados de producto defectuoso a través de la herramienta de muestreo. Esto se logra, en parte, debido a que la planta cuenta con procesos balanceados en relación con los flujos de producción, por lo que, asumir homogeneidad en los datos, es respaldado por esta suposición.

Es recomendable la implementación de un plan de mantenimiento predictivo, ya que se puede estimar la cantidad de lotes considerados por línea, conocida mediante el parámetro estadístico para la media de lotes estimada. Esta información ayudaría a desarrollar un correcto plan para esta planta de producción, mediante la implementación de tecnología que permita monitorear los equipos, anticipando problemas de desajustes o de otra índole.

Referencias

Besterfield, D. (1994). Control de calidad. México: 4ta. edición. Pearson Prentice-Hall. Disponible en: <https://biblos.usac.edu.gt/library/index.php?title=12347>

Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México: 3ra. edición. McGraw Hill Editores. Disponible en: <https://biblos.usac.edu.gt/library/index.php?title=577518>

Klinger, R. Olaya, J. Marmolejo, L. Madera C. (2009). Plan de muestreo para la cuantificación de residuos sólidos residenciales generados en las zonas urbanas de ciudades de tamaño intermedio. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Volumen 1 Abr/Jun 2009. (No.48). pp.76-86. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n48/n48a08.pdf>

Scheaffer, R. Mendelhall, W. Ott, L. (1987). Elementos de Muestreo. México: Tercera edición. Grupo editorial Iberoamérica. Disponible en <https://biblos.usac.edu.gt/library/index.php?title=9409>

Walpole, R., Myers, R., Myers, y S. Yeng, K. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: 9na. edición. Pearson Prentice-Hall. Disponible en: <https://biblos.usac.edu.gt/library/index.php?title=577456>

Sobre el autor

Carlos Alberto Ríos Calderón

Es Ingeniero Industrial e Ingeniero Mecánico, Maestro en Estadística Aplicada, por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Maestro en Sistemas Integrados de Gestión, por la Universidad Internacional de La Rioja. Más de diez años de experiencia como ingeniero de procesos, manejo e implementación de sistemas de gestión de calidad, control estadístico de procesos y programas de mejora continua en industria.

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Conflicto de intereses

Declara no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y las buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por Carlos Alberto Ríos Calderón

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



Referencia

López López, J. R. (2022). Diseño, construcción y evaluación de un filtro intermitente de arena pómez. *Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado*. 5(2). 87-102.
DOI: <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.101>

Diseño, construcción y evaluación de un filtro intermitente de arena pómez

Design, construction, and evaluation of an intermittent pumice sand filter

José Ramón López López

Ingeniero Civil, M.Sc. Ingeniería Sanitaria,
Universidad de San Carlos de Guatemala
ing.joseramonlopez@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7623-5477>

Recibido: 31/03/2022

Aceptado: 13/10/2022

Publicado: 04/11/022

Resumen

PROBLEMA: evaluar la eficiencia de la piedra pómez a emplearse como medio filtrante en un tratamiento secundario y mejorar la calidad de los afluentes de origen doméstico que descarguen a un cuerpo receptor. **OBJETIVO:** determinar el porcentaje de remoción de materia orgánica y nutrientes a la salida de un filtro intermitente, proponiéndose una tecnología sustentable utilizando arena pómez en viviendas que no estén conectadas a un alcantarillado municipal haciendo su comparación con la legislación ambiental de Guatemala. **MÉTODO:** a través de una recopilación bibliográfica se definieron los lineamientos para la elaboración del modelo experimental para la depuración de las aguas residuales; el enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, estableciendo una caracterización de los efluentes a la salida de un biodigestor provenientes de una fracción de la Colonia Aurora II ubicada en la zona 13 de la ciudad de Guatemala. **RESULTADOS:** la unidad de tratamiento es una alternativa para comunidades de escasos recursos económicos, alcanzando una remoción promedio de materia orgánica, DBO5 de 82.62%, Demanda Química de Oxígeno, DQO de 84.32%, Fósforo Total de 35.44%, Nitrógeno Total de 24.66% y Sólidos Suspendidos de 36.89%, cumpliendo con los parámetros establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 “Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos” en su etapa cuatro. **CONCLUSIÓN:** la mejora de los parámetros fisicoquímicos en afluentes de origen doméstico comprende la calidad de las descargas en que se emplee tratamientos biológicos, asumiendo un cuidado en la preservación de los ecosistemas mediante un criterio ambiental.

Palabras claves

afluente, agua residual, filtro intermitente, medio filtrante, efluentes

Abstract

PROBLEM: to evaluate the efficiency of pumice sand to be used as a filter media in a secondary treatment and to improve the quality of domestic effluents discharged to a receiving body. **OBJECTIVE:** to determine the percentage of organic matter and nutrient removal at the outlet of an intermittent filter, proposing a sustainable technology using pumice sand in homes that are not connected to a municipal sewage system and comparing it with the environmental legislation of Guatemala. **METHOD:** through a bibliographic compilation, the guidelines for the elaboration of the experimental model for wastewater treatment were defined; the research approach is quantitative, establishing a characterization of the effluents at the outlet of a biodigester coming from a fraction of Colonia Aurora II located in zone 13 of Guatemala City. **RESULTS:** the treatment unit is an alternative for low-income communities, achieving an average removal of organic matter, BOD5 of 82.62%, Chemical Oxygen Demand, COD of 84.32%, Total Phosphorus of 35.44%, Total Nitrogen of 24.66% and Suspended Solids of 36.89%, complying with the parameters established in Governmental Agreement 236-2006 in its stage four. **CONCLUSION:** the improvement of physicochemical parameters in effluents of domestic origin includes the quality of the discharges in which biological treatments are used, assuming care in the preservation of ecosystems through an environmental criterion.

Keywords

influent, wastewater, intermittent filter, filter media, effluent

Introducción

La investigación se estableció en la construcción y evaluación de un modelo experimental de tipo aeróbico, empleando materiales de origen ígneo, propios de la formación geológica del Valle de la Ciudad de Guatemala, siendo una alternativa factible y sostenible para aplicarse en afluentes de origen doméstico. Previo al ingreso del sistema aerobio planteado, se encuentra instalada una unidad depuradora de tipo primaria, la cual es un biodigestor prefabricado de polietileno de mediana densidad; una fracción de aguas residuales ingresa a la unidad que es generado por las actividades de higiene y limpieza de la Colonia Aurora II. La unidad de depuración se fundamenta en un proceso de tipo biológico, a este tipo de tecnología se le debe dosificar el caudal, esto para no saturar súbitamente el medio filtrante, que para este caso es arena pómez.

El modelo experimental está colocado en serie, este recibe los efluentes previamente tratados por un biodigestor, dando como resultado una remoción en más del ochenta por ciento de materia orgánica y un sesenta por ciento en remoción de nutrientes. La superficie del lecho filtrante está compuesta por distintas granulometrías, donde los tamaños de los granos se ubicarán de manera decreciente a través de un tamizado, el efluente se percolará en un paso simple por acción descendente hasta el fondo.

La filtración intermitente se define como una superficie en la que se le añade aguas residuales en forma intermitente a través de un dosificador, esta es descargada a un lecho filtrante poco profundo que su rango típico de diseño oscila de 0.60 m a 1.0 m. En este tipo de configuración, los efluentes depurados en la remoción de la DBO poseen valores menores a 10 mg/L y los Sólidos Suspendidos corresponden a 15 mg/L.

Para el caso de la dosificación para la distribución de las aguas residuales hacia el filtro intermitente, una de las variables más importantes para la distribución de forma uniforme en la unidad filtrante es que se cree una película biológica con un espesor no menor a ocho centímetros para llevar a cabo la degradación de los componentes solubles como coloidal presente en el afluente de origen doméstico.

En aquellas comunidades con limitaciones de accesos a los servicios de redes de alcantarillado sanitario, se busca la viabilidad en los distintos procesos de tratamiento que tendrán los afluentes de tipo ordinario, aprovechando tecnologías que no empleen en su operación la energía eléctrica y que muestren resultados efectivos.

Antecedentes

La evacuación de las aguas servidas a través de sistemas de drenaje impulsa la expansión de la urbe, pero con ello se tienen las limitaciones en comunidades que por la irregularidad topográfica, o bien, lo alejado que puede estar para conectarse a la red municipal, estará en función del sistema de tratamiento a implementarse (Romero, 2009). Por ejemplo, las tecnologías que se desarrollan para la depuración de las aguas residuales y que se especifican por

su sencillez de construcción-operación en América Latina se enlistan a continuación: Tanques Imhoff, filtros de medio granular con recirculación, lechos filtrantes, pozos de infiltración entre otros. Siendo el más habitual la fosa séptica, cuya peculiaridad distingue en un contenedor prefabricado donde es posible la eliminación del material flotante y una sedimentación. Este actúa como digestor anaeróbico, por la alta carga de concentración orgánica no se sugiere hacer percolación en el terreno sin que se tenga una depuración para la disminución de la carga orgánica, esto deriva en un potencial contaminante para las aguas subterráneas.

A través de distintas investigaciones que se han desarrollado en las instalaciones de la Planta de Tratamiento “Ing. Arturo Pazos”, se ha contribuido con la academia con estudios relacionados al empleo de la piedra pómez, por ejemplo, acerca del desecado de los lodos, previo a un proceso de digestión anaerobia, utilizando patios de grava y pómez como medios filtrantes (Montoya, 1981), el autor describe en su trabajo de investigación que la aplicación de materiales locales, cuya geología es propia del Valle de la Ciudad de Guatemala, permite obtener resultados eficientes al utilizarlos como medios filtrantes. En otra investigación (Vásquez, 1992) se describe el empleo de filtros construidos con arena pómez, como tratamiento terciario en aguas negras, deriva una práctica con resultados, satisfactorios, especialmente en la remoción de los Sólidos Sedimentables y los parámetros fisicoquímicos (DBO, DQO, Nitrógeno y Fósforo), en la que su efectividad es del 97%.

Otro trabajo de investigación expuesto en la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, para evaluación de filtros intermitentes, aplicando materiales granulares como lechos filtrantes, la distribución de los caudales por medio de un dosificador artesanal sin recirculación de los efluentes (Siguí, 2012), los resultados en la remoción de la materia orgánica, su eficiencia media es de 63.2% tomando en consideración que, para el estudio, no se comparó el porcentaje de remoción de nutrientes.

Derivado de lo anterior, el fin esencial de la investigación es emplear la arena pómez en lechos filtrantes, en un tratamiento biológico, del que se ha tenido experiencias positivas en la antigüedad (Alvarado, 1986). Este tipo de materiales por su origen geológico, incluso ha servido para aumentar la eficiencia de los efluentes en lagunas de estabilización (Romero, 2004).

Ubicación

El filtro intermitente de arena pómez, para su diseño, construcción y evaluación, está ubicado en la Planta Piloto Ing. Arturo Pazos Sosa, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS-. Por su posición geográfica y pendiente del terreno, este recibe todos los afluentes de origen doméstico de la Colonia Militar Aurora II. Como nota importante, el modelo experimental corresponde a una fracción del caudal que ingresa a las instalaciones. Las colindancias corresponden al norte con el Observatorio Nacional Meteorológico, al este con el Aeropuerto Internacional “La Aurora”, al sur y al oeste por un barranco.

Figura 1. Ubicación del modelo.



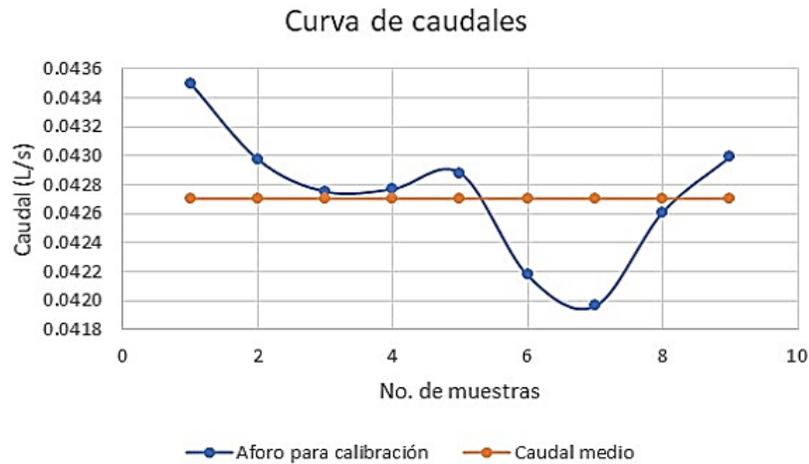
Metodología

El estudio de investigación abarcó seis aspectos importantes: 1) la formulación del problema, 2) la fase exploratoria, 3) diseño, construcción y evaluación del modelo, 4) trabajo de campo, que corresponde a la ejecución de la unidad de tratamiento y recolección de las muestras, 5) trabajo de gabinete, en el cual se tabuló los datos recolectados in situ y examinados en laboratorio y 6) presentación de resultados, en que se evaluó la viabilidad de este tipo de unidades (Sampieri et al, 2006).

En los casos de estudio en que se desee un aprovechamiento de los efluentes de tipo ordinario, el grado de tratamiento se analiza de acuerdo con los requisitos de calidad para cada tipo de reúso, acorde a las necesidades y normas ambientales para cada proyecto y la calidad del cuerpo receptor. En la investigación se utilizó lechos filtrantes de origen volcánico, donde solo se busca evaluar la eficiencia de materiales locales, acoplándose para optimizar la construcción de sistemas de tratamiento.

Para proceder al dimensionamiento del filtro intermitente, es importante establecer el caudal que está descargando el biodigestor, aun sabiendo que su capacidad es de mil trescientos litros, la metodología empleada es por medio de un aforo volumétrico, cuyas distintas muestras recolectadas y se analizaron mediante la construcción de una curva de caudales, representándose el caudal medio, como lo mostrado en la figura 2.

Figura 2. Curva de caudales.



El sistema propuesto es un tratamiento secundario y con ello se buscó reducir la cantidad de materia orgánica y nutrientes, mejorando la calidad del efluente para un reuso, teniendo cuidado que se cumplan los parámetros ambientales de la legislación ambiental (Amasifuen y Morón, 2021). En casos ideales se sugiere el uso de una geomembrana con un espesor como mínimo de treinta milésimas de pulgada, garantizado una protección al sistema, evitando con ello infiltraciones. Para la separación de las distintas granulometrías que se apliquen en un filtro intermitente y evitar que migren los finos o se colmaten las perforaciones del fondo falso, con el uso de un geotextil no tejido elaborado de fibras de polipropileno, cuya función principal es una separación y filtración de los afluentes a depurar.

Figura 3. Filtro intermitente de arena pómez.



La granulometría de los suelos que corresponde a una arena pómez, el porcentaje según el diámetro de partícula corresponde a 70.74% de arena, 2.72% de material fino y un 26.54% de grava.

Volumen de la muestra

La obtención y toma de muestras de las aguas residuales, corresponden a la entrada y salida de la unidad experimental, recolectándose tres litros, con ello se evaluó la eficiencia de la unidad de tratamiento, considerando una temperatura ambiental y clima semicálido.

Las muestras que se recolectaron deberán almacenarse de forma que se garantice la temperatura y transporte, posteriormente se movilizan al laboratorio para ser analizadas, con ello se previene la discrepancia y sesgos en la obtención de los siguientes parámetros fisicoquímicos: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total y Sólidos Suspendidos. Estudios microbiológicos no se consideraron en la presente investigación.

Parámetros fisicoquímicos

Para garantizar una calidad del agua para reúso de los efluentes y generar un desarrollo sustentable (Anderson et ál, 1992) asegurando la protección de los recursos naturales, entidades como la Organización Panamericana para la Salud han definido los siguientes conceptos que deben considerarse de las aguas ordinarias que se descarguen a cuerpos receptores:

Valor de DBO5: aprueba la medición de la cantidad de oxígeno molecular necesario bajo las condiciones de ensayo a cinco días, con una incubación en oscuridad a una temperatura de 20 °C estableciendo con ello la concentración de materia orgánica, en términos de oxígeno que es necesario para su estabilización.

Valor de DQO: define una muestra bajo condiciones controladas, su reacción ante un agente oxidante, este parámetro es usado como medida para indicar las condiciones tóxicas de los afluentes y la presencia de sustancias orgánicas biológicamente resistentes.

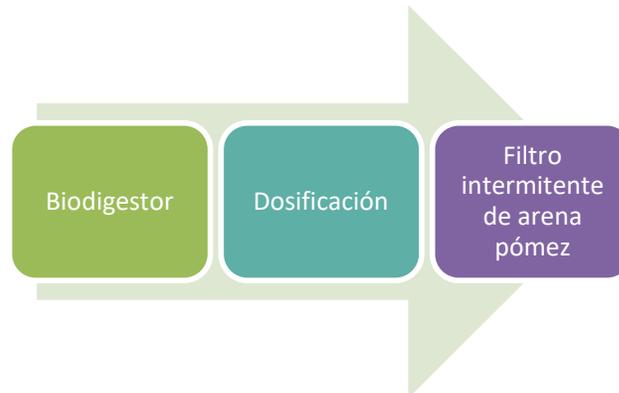
Sólidos totales: se relacionan con la materia que se encuentra suspendida o disuelta en las aguas residuales, en que una concentración alta, puede inducir a una reacción fisiológica desfavorable para un reúso.

Nutrientes: corresponde a un parámetro ambiental, que por sus características es considerada como uno de los mayores contaminantes de cuerpos receptores, disminuyendo la calidad de agua, lo cual conlleva a una eutrofización de los cuerpos de agua, afectando negativamente la flora y fauna por la acción antropogénica.

Los elementos de Fósforo y Nitrógeno son esenciales para el desarrollo de las plantas y pro-
tistas, por ello, se le ha añadido a la definición de nutrientes o bioestimuladores, siendo ne-

cesario para el crecimiento biológico (Anderson et al, 1992). El ciclo del Nitrógeno, es básico para la síntesis de las proteínas, siendo fundamental realizar la evaluación en los afluentes y qué datos de concentración contienen, valorándose la alternativa de tratamientos para depuración a través de un proceso biológico (Metcalf y Eddy, 1996).

Figura 4. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento.



Medidas ambientales

Para una correcta operación y mantenimiento en las unidades de depuración de aguas residuales, cuya tecnología se considera hasta una unidad secundaria, es importante considerar las siguientes medidas ambientales para su implementación:

- a) La recolección del cieno y natas derivados de una flotación en las plantas de tratamiento. Se debe disponer en pozos, se deberá añadir de manera inmediata una capa de suelo con un espesor no menor a 0.50 m.
- b) No deberá disponerse de un vaciado de los lodos y material flotante directamente hacia las redes de alcantarillado sanitario o cuerpos receptores, esto con el fin de preservar la flora y fauna.
- c) Si se emplea otro medio de disposición para este tipo de materiales, este deberá ser aprobado por las autoridades de salud, en aquellas zonas que no contaminen o causen daños irreversibles a la naturaleza.

Resultados

Al analizar el efluente del biodigestor, se observa en la Tabla 1 que las concentraciones de carga orgánica son altas, previo a que se tiene una depuración de tipo primaria y en la Tabla 2 se exponen los resultados fisicoquímicos a la salida del filtro intermitente.

Tabla 1. Concentraciones iniciales de la calidad del afluente.

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Sólidos Suspendidos SS (mg/L)	Nitrógeno Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	pH	Temperatura °C
1	8/08/2012	147.33	234.00	50.00	41.00	30.00	8.56	21.36
2	15/08/2012	162.00	301.00	46.67	31.00	30.00	8.30	21.20
3	22/08/2012	60.00	294.00	58.00	46.00	30.00	7.43	22.05
4	29/08/2012	158.67	252.00	36.00	40.00	5.00	7.45	22.02
5	5/09/2012	148.67	254.00	40.67	47.00	4.10	7.36	22.54
6	12/09/2012	140.00	277.00	40.00	49.00	5.20	8.00	22.28
7	19/09/2012	234.33	252.00	84.00	34.00	4.60	7.90	22.15
8	26/09/2012	57.00	286.00	42.66	46.00	5.40	8.50	23.14
9	3/10/2012	121.33	189.00	115.00	40.00	4.60	7.98	21.67
10	10/10/2012	104.67	193.00	28.00	28.00	4.80	8.70	22.84
Mínimo		57.00	189.00	28.00	28.00	4.10	7.36	21.20
Máximo		234.33	301.00	115.00	49.00	30.00	8.70	23.14
Promedio		133.40	253.20	54.10	40.20	12.37	8.02	22.13
Desviación estándar		51.97	39.03	26.27	7.18	12.17	0.49	0.61

Tabla 2. Concentraciones finales de la calidad del efluente

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	Sólidos Suspendidos SS (mg/L)	Nitrógeno Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	pH	Temperatura °C
1	8/08/2012	7.53	38.00	25.50	31.00	25.00	7.61	20.06
2	15/08/2012	8.47	24.00	19.34	26.00	28.00	7.12	20.50
3	22/08/2012	13.87	20.00	39.00	32.00	10.00	7.15	21.95
4	29/08/2012	18.93	71.00	24.67	33.00	2.60	7.50	21.50
5	5/09/2012	14.33	16.00	29.20	23.00	2.90	6.93	21.75
6	12/09/2012	17.20	60.00	37.33	32.00	2.70	7.87	21.50
7	19/09/2012	47.40	80.00	54.00	30.00	2.90	8.14	21.97
8	26/09/2012	26.73	31.00	22.00	25.00	3.10	7.98	22.43
9	3/10/2012	26.00	28.67	61.34	34.00	3.30	7.87	20.46
10	10/10/2012	18.73	23.00	36.80	28.00	3.30	8.38	21.80
Mínimo		7.53	16.00	19.34	23.00	2.60	6.93	20.06
Máximo		47.40	80.00	61.34	34.00	28.00	8.38	22.43
Promedio		19.92	39.17	34.92	29.40	8.38	7.66	21.39
Desviación estándar		11.55	22.82	13.84	3.72	9.83	0.48	0.78

Nota: En la Tabla 3, se observa la eficiencia empleando como medio filtrante arena pómez, conteniendo la evaluación de los parámetros fisicoquímicos a la entrada y salida del sistema de tratamiento.

Tabla 3. Porcentaje de remoción del filtro intermitente empleando como medio filtrante arena pómez.

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO5 (%)	DQO (%)	Sólidos Suspendidos SS (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo Total (%)
1	8/08/2012	94.89	83.76	49.00	24.39	16.67
2	15/08/2012	94.77	92.03	58.56	16.13	6.67
3	22/08/2012	76.88	93.20	32.76	30.43	66.67
4	29/08/2012	88.07	71.83	31.47	17.50	48.00
5	5/09/2012	90.36	93.70	28.20	51.06	29.27
6	12/09/2012	87.71	78.34	6.68	34.69	48.08
7	19/09/2012	79.77	68.25	35.71	11.76	36.96
8	26/09/2012	53.11	89.16	48.43	45.65	42.59
9	3/10/2012	78.57	84.83	46.66	15.00	28.26
10	10/10/2012	82.11	88.08	31.43	0.00	31.25
Mínimo		53.11	68.25	6.68	0.00	6.67
Máximo		94.89	93.70	58.56	51.06	66.67
Promedio		82.62	84.32	36.89	24.66	35.44
Desviación estándar		12.21	8.91	14.57	15.86	17.11

Nota: las figuras siguientes muestran la eficiencia del modelo de tratamiento, haciendo su comparación con el Acuerdo Gubernativo 236-2006 en su etapa cuatro.

Analizando los resultados obtenidos en las figuras 5 y 6 respectivamente, este representa una concentración máxima de 47.40 mg/L de DBO5 y 28.67 mg/L de DQO.

Figura 5. Concentración de DBO5 a la salida del filtro intermitente.

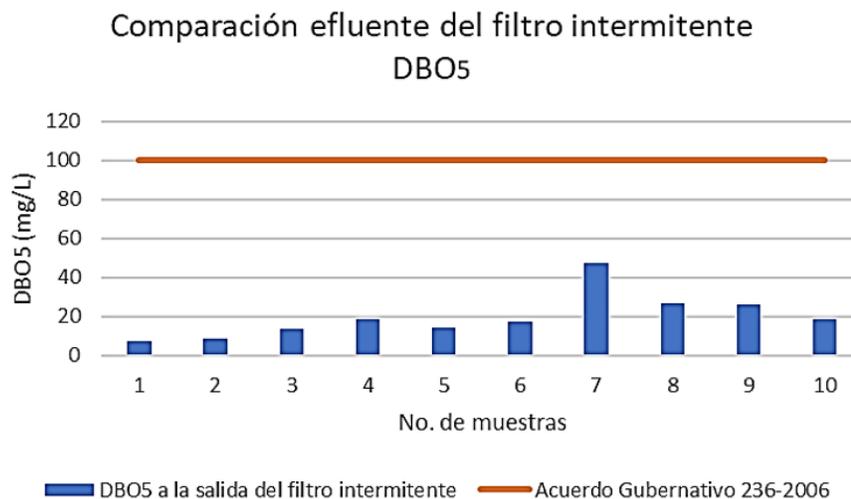
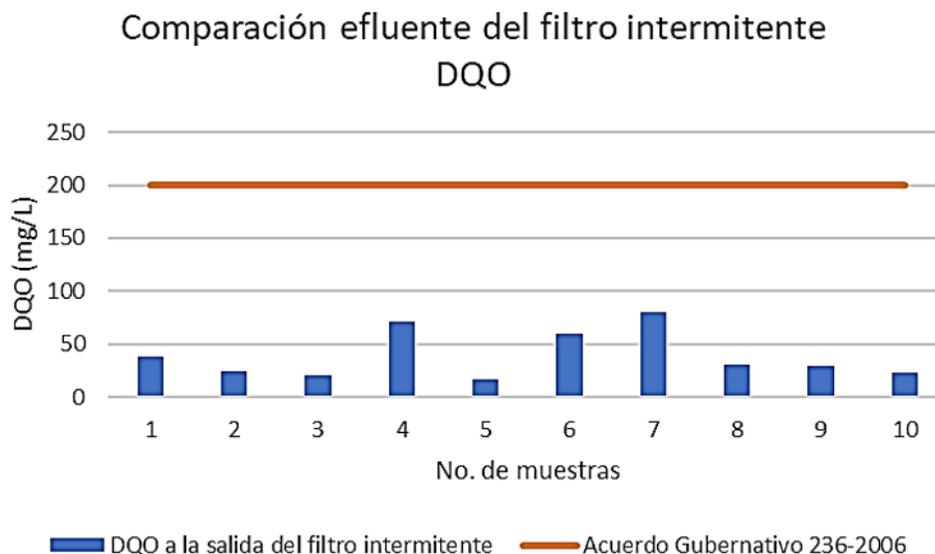
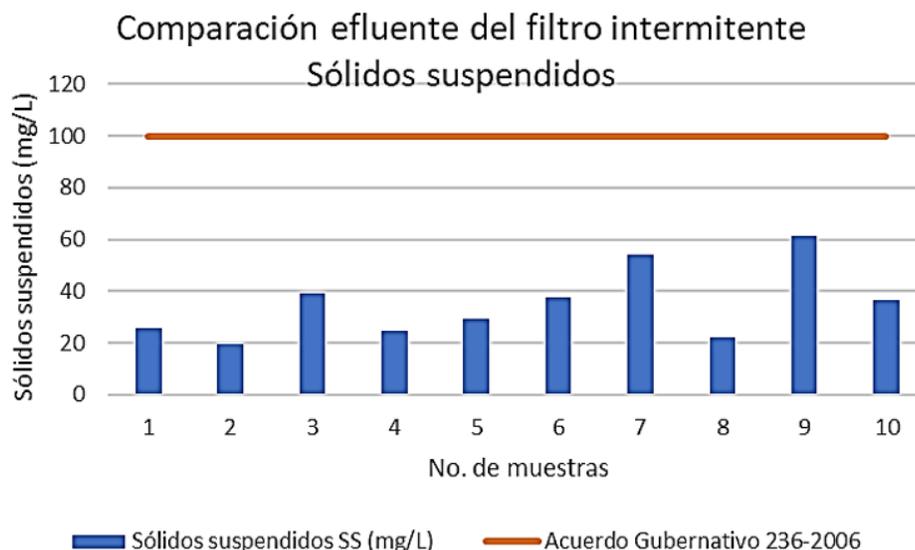


Figura 6. Concentración de DQO a la salida del filtro intermitente.



Nota: se visualiza en la Figura 7 una baja remoción de Sólidos Suspendidos, por lo que al sistema primario hay que realizarle sus medidas correctivas para una adecuada operación.

Figura 7. Concentración de Sólidos Suspendidos a la salida del filtro intermitente.



Nota: En las Figuras 8 y 9 respectivamente, se observa una concentración baja en remoción de nutrientes, alcanzando valores mínimos de Fósforo Total de 6.67 mg/L y Nitrógeno Total de 23 mg/L.

Figura 8. Concentración de Fósforo Total a la salida del filtro intermitente.

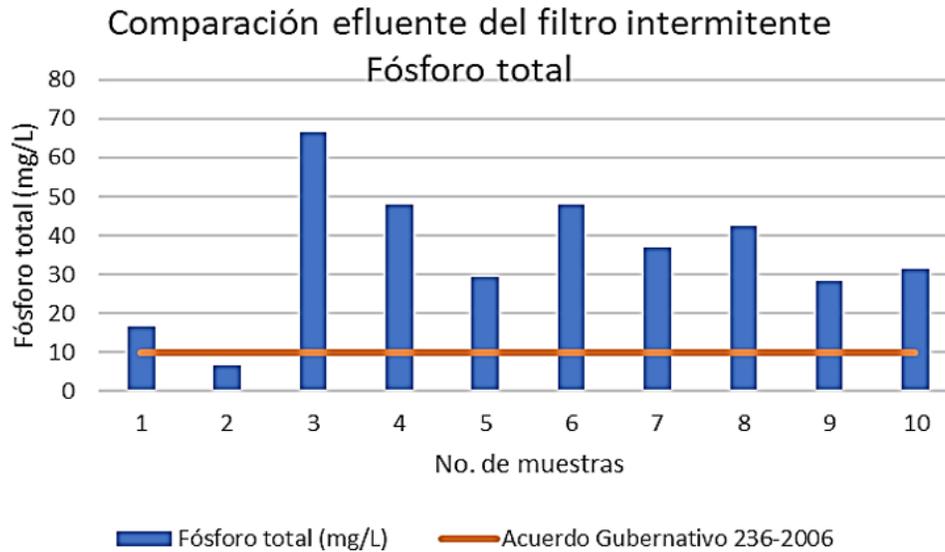
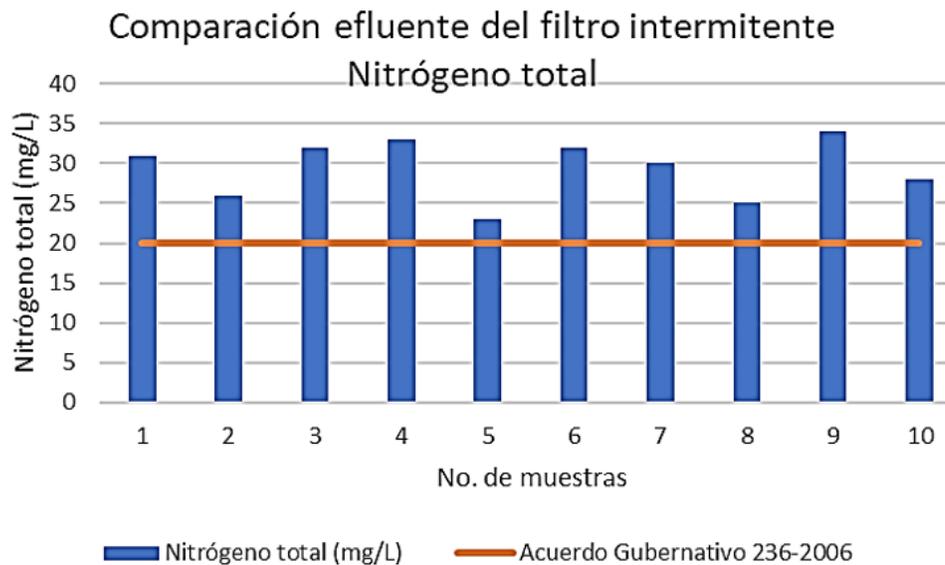


Figura 9. Concentración de Nitrógeno Total a la salida del filtro intermitente.



Discusión de resultados

Al analizar las diferentes concentraciones de los contaminantes que se obtuvieron a la salida del filtro intermitente, se observa la eficiencia en la remoción de materia orgánica y nutrientes, en que se emplea materiales de origen ígneo en un tratamiento secundario como lechos filtrantes.

Al hacer la comparación con la normativa ambiental de Guatemala que dicta el Acuerdo Gubernativo 236-2006, las concentraciones en la remoción de nutrientes alcanzan valores ma-

yores del cincuenta por ciento, por lo que, para futuros trabajos de investigación, debe evaluarse la composición mineralógica para determinar su influencia en la formación de colonias de bacterias, promoviendo así, este tipo de tecnologías para viviendas individuales que descarguen a cuerpos receptores.

El valor del caudal estimado para el modelo experimental corresponde a una población no mayor a seis habitantes, representando una carga orgánica de 60 g/hab/día y un clima semi-cálido. Para futuras evaluaciones con mayores poblaciones, debe rediseñarse la unidad de depuración, teniendo cuidado de que se posea suficiente área superficial en aquellos proyectos que se necesite mejorar la calidad del agua posterior a un tratamiento primario.

Los parámetros fisicoquímicos empleados para la evaluación del filtro intermitente conciernen a afluentes de tipo ordinario, coincidiendo con la literatura de una biodegradabilidad en que es posible añadir un tratamiento biológico (Yáñez, 1993).

Es importante para la operación y mantenimiento de los sistemas de depuración de aguas servidas, que desde la planificación se elabore un manual, planteándose de forma precisa las actividades y los distintos procesos, en beneficio de los usuarios para que las unidades de tratamiento funcionen de la misma manera siempre. Esto sería un aporte para la preservación de la inversión y para mitigar el impacto ambiental de los afluentes que descarguen a cuerpos receptores (Arosemena, 1985).

El funcionamiento del modelo experimental empleando arena pómez como medio filtrante, como todo proceso de tratamiento no debe dejarse al azar, por lo que para futuras investigaciones si se desea replicar, es necesario incluir manuales en los que se describa la correcta toma de muestras, como también la bioseguridad de los colaboradores durante su operación (Romero, 2009).

Se hace énfasis en que los manuales de operación y mantenimiento deben ser actualizados constantemente a medida que los procesos se optimicen. Sugiriendo para su elaboración que no sea complicado en su redacción o bien lo más accesible posible, planteando como mínimo los siguientes elementos: descripción del sistema, instalación de los materiales, operación, mantenimiento, administración, responsables, regulación ambiental y un glosario con las preguntas recurrentes; esto conlleva a buenas prácticas de ingeniería en que se busca la preservación del medio ambiente (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Conclusiones

En zonas residenciales que no estén conectadas a un alcantarillado municipal o bien por la topografía, con el uso de arena pómez es posible alcanzar eficiencias de remoción de materia orgánica por encima del ochenta por ciento, estimándose para su evaluación afluentes de tipo doméstico.

En las diferentes actividades generadas por los vecinos de la Colonia Aurora II, los afluentes representan un índice de biodegradabilidad de 0.52 por lo que es posible implementar tecno-

logías con principios de diseño biológicos, presentándose un modelo experimental en que se utiliza como medio filtrante arena pómez posterior a un tratamiento primario.

El uso de la arena pómez en filtros intermitentes, permitió una remoción promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno 82.62%, Demanda Química de Oxígeno del 84.32%, Sólidos Suspendidos de 36.89%, Fósforo Total de 35.44% y Nitrógeno Total de 24.66%.

Al hacer la comparación con la normativa ambiental de Guatemala en su etapa cuatro para descarga de afluentes hacia cuerpos receptores que no estén conectados a una red de alcantarillado sanitario, con el uso de tecnologías primarias utilizando materiales locales, es posible alcanzar los valores máximos permisibles en remoción de materia orgánica, pero para el caso de los nutrientes, es necesario añadir un tratamiento terciario para cumplir con la última etapa que dicta el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Referencias

Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento para las descargas de aguas residuales y de la disposición de lodos (6 de mayo de 2006). Disponible en http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_1_Reglamento-descargas-de-aguas-residuales-AG236-2006.pdf

Amasifuen, M. y Morón, Ricardo, K. (2021). Aplicación de dosis de piedra Pómez y carbón activado para el tratamiento de agua residual en Camal Municipal Moquegua, 2021. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. Lima: Lima Este. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73440>

Anderson, D.; Siegrist, R. y Otis, R. (1992). Technology assessment of intermittent sand filters. Washington, DC: EPA. 30 p. Disponible en <https://nepis.epa.gov/Exe/tiff2png.cgi/200045JW.PNG?-r+75+-g+7+D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C-81THRU85%5CTIFF%5C00000617%5C200045JW.TIF>

Arosemena, A. (1985). Ensayo de arena pómez como medio filtrante. Trabajo de graduación de Maestría en Ciencias de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala: Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Disponible físicamente en la biblioteca de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

Crites, R. y Tchobanoglus, G (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia: Mcgraw-Hil. 739 p. Disponible en <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.022201/Description>

- Metcalf y Eddy (1996). Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1 y 2. 3ª ed. México: MacGraw-Hill. 1485 p. Disponible en https://www.academia.edu/35963101/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales_Volumen_1_3ra_Edici%C3%B3n_METCALF_and_EDDY_FREELIBROS_ORG_pdf
- Montoya, M. (1981). Desecado de lodos después de digestión anaeróbica, empleando patios de grava y arena pómez como medio filtrante. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Guatemala: USAC. Disponible físicamente en la biblioteca de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua. 3ª ed. Colombia: Escuela Colombiana de ingeniería. 485 p. Disponible en http://www.uea.edu.ec/pmb/index.php?lvl=notice_display&id=900
- Romero, J. (2004). Tratamiento de aguas residuales. 3ª ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. 1248 p. Disponible en http://www.uea.edu.ec/pmb/index.php?lvl=notice_display&id=123
- Sampieri, R.; Collado, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. 4ª ed. México: Mcgraw-Hill. 265 p. Disponible en <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
- Siguí, N. (2010). Diseño y construcción de un filtro intermitente de grava sin recirculación y comparación teóricas de filtros con recirculación para el tratamiento de agua residual doméstica. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0440_MT.pdf
- Vásquez, T. (1992). Empleo de filtros construidos con arena pómez, como tratamiento terciario en aguas negras. Guatemala. [Tesis de Maestría, Universidad Mariano Gálvez]. Disponible en <https://glifos.umg.edu.gt/digital/14381.pdf>
- Yáñez, F. (1993). Normas de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales borrador de discusión. Guatemala: OPS. 70 p. Disponible físicamente en la biblioteca de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

Sobre el autor

José Ramón López López

Es Ingeniero Civil, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con Maestría en Ciencias, en Ingeniería Sanitaria y un Postgrado en Sistemas de Información Geográfica. Actualmente, es docente para la Maestría en Geotécnica para la Escuela de Estudios de Postgrados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Financiamiento de la investigación

Con recursos propios.

Conflicto de intereses

Declara no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o en las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y las buenas prácticas editoriales de publicación.

Derecho de uso

Copyright (c) (2022) por José Ramón López López

Este texto está protegido por la [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Este texto está protegido por una licencia
[Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente, siempre que cumpla la condición de atribución: debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Cargos por Revisión de Manuscritos (Article Processing Charges or Apcs):

Todos los manuscritos enviados a la revista están exentos de cualquier cargo por revisión o publicación de estos mismos.

Lista de Comprobación para la Preparación de Envíos:

Como parte del proceso de envío, los autores/as están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

1. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los comentarios al editor/a).
2. El archivo de envío debe estar en formato Open Office, Microsoft Word, Pages, RTF o Word Perfect, se prefiere en formato word.
3. Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
4. El texto tiene interlineado sencillo; 12 de tamaño de fuente; con tipo de letra Times New Roman, incluyendo todo tipo de gráficos o cuadros. Se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados, en vez de al final.
5. El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las Directrices del Autor/a, que aparecen en: Acerca de la Revista.
6. Si se envía a una sección evaluada por pares de la revista, deben seguirse las instrucciones en: Asegurar una Evaluación Anónima.
7. Los artículos deben ser inéditos y originales.
8. Los contenidos mínimos que deberá contener un artículo son: título, resumen, palabras clave, abstract, key words, introducción, métodos, resultados, análisis y discusión, conclusiones y referencias bibliográficas.
9. Los artículos deben estar escritos en párrafos, máximo de diez líneas.

10. Los artículos deben ser escritos en líneas corridas y no en columnas para someterse a revisión. (El editor se encargará posteriormente de adaptarlo en formato de columnas).
11. Las notas a pie de página serán en Times New Roman 10 y deberán utilizarse únicamente para aclarar o ampliar un término.
12. Los encabezamientos de las diferentes secciones estarán numerados, y serán en tipo de letra Times New Roman 12.
13. Toda contribución debe incluir un resumen, con una extensión no mayor a 200 palabras, y su correspondiente traducción en inglés.
14. Todos los artículos incluirán al menos 3 palabras clave y su traducción al inglés.
15. Los títulos deben ser cortos, de ser necesario se debe considerar un subtítulo.
16. Los artículos deben incluir una página con el título del artículo, el nombre del autor, profesión, área academia del artículo, ocupación del autor, afiliación institucional, dirección electrónica y teléfono de contacto (debe colocarse al final del artículo).
17. Eliminar todo subrayado o negrilla del texto.
18. En caso de palabras con “extra sentido”, palabras “adoptadas”, palabras en otro idioma usar “comillas”.
19. Como notas a pie de página, solo van las notas aclaratorias, ampliaciones, etc. Se debe minimizar su uso.
20. En el caso de tablas, figuras o gráficos, usar alta resolución.
21. Se deben evitar las tablas grandes, se recomienda dividir las en varias partes.
22. En la medida de lo posible, los datos que den lugar a figuras se deberán presentar al final del artículo en forma de tablas, en el correspondiente anexo.
23. Cuando se cita y se hace referencia se hace de la siguiente forma (Leff, 2007) en formato APA, en caso de artículos del área de la salud, pueden aceptarse en formato de la American Medical Association (AMA), así mismo las referencias bibliográficas deben estar regidas al Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (APA) 7ª Edición, en caso de artículos del área de la salud, pueden aceptarse en formato AMA
24. Estoy de acuerdo en proporcionar en el envío del manuscrito los archivos complementarios (bases de datos, cuestionarios, etc.), para verificar la autenticidad de los resultados plasmados en el manuscrito.

25. En caso de que mi manuscrito sea publicado, estoy de acuerdo que los archivos complementarios (bases de datos, cuestionarios, etc.), sean publicados para facilitar la replicación de mi estudio por otros investigadores.

AVISO DE DERECHOS DE AUTORES

Política Propuesta para Revistas de Acceso Abierto:

Las autoras/es que publiquen en esta revista aceptan las siguientes condiciones:

Las autoras/es conservan los derechos de autor y ceden a la revista el derecho de la primera publicación, con el trabajo registrado con la licencia de atribución de Creative Commons, que permite a terceros utilizar lo publicado, siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.

Los autoras/es pueden realizar otros acuerdos contractuales independientes y adicionales para la distribución no exclusiva de la versión del artículo publicado en esta revista (p. ej., incluirlo en un repositorio institucional o publicarlo en un libro) siempre que indiquen claramente que el trabajo se publicó por primera vez en esta revista.

Se permite y recomienda a los autoras/es a compartir su trabajo en línea (por ejemplo: en repositorios institucionales o páginas web personales) antes y durante el proceso de envío del manuscrito, ya que puede conducir a intercambios productivos, a una mayor y más rápida citación del trabajo publicado (vea The Effect of Open Access).

DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los datos recolectados de los usuarios registrados y no registrados en esta revista están comprendidos dentro de los alcances del funcionamiento estándar de revistas arbitradas. Eso incluye la información necesaria para comunicarse en el proceso editorial. La información es usada para informar a los lectores acerca de la autoría y edición del contenido. Asimismo, permite recolectar datos agregados de las conductas de lectura así como también monitorear elementos geopolíticos y sociales de la comunicación académica.

El equipo editorial de esta revista usa estos datos como guía para la publicación y mejora de la revista. Los datos que ayudarán a mejorar la plataforma de publicación podrán ser compartidos con su desarrollador Public Knowledge Project de manera anónima y agregada, con sus propias excepciones como en la métrica de artículos. La revista no venderá los datos ni PKP los usará para otros fines que los establecidos en este apartado. Los autores que tienen autoría de artículos en esta revista son responsables de los datos sobre sujetos que figuran en la investigación aquí reportada.

Las personas responsables de la edición de esta revista están en cumplimiento de los estándares sobre privacidad de datos, incluyendo la cláusula de “los derechos sobre los datos de sujetos” del Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (RGPD) que comprende (a) notificaciones sobre filtración de datos; (b) derecho de acceso; (c) derecho a ser borrado; (d) portabilidad de datos; y (e) privacidad por diseño. El RGPD también permite el reconocimiento del “interés público de la disponibilidad de los datos” que es importante para quienes mantienen, con la máxima integridad posible, los registros públicos de publicaciones académicas.

POLÍTICAS EDITORIALES

Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado (SEP) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), fue creada y aprobada por el Consejo Directivo del SEP en el Punto Noveno, Inciso 9.2 del Acta 15-2017, persigue varios objetivos, dentro de los cuales es importante resaltar: realizar publicaciones inéditas, proveer un espacio de divulgación académica y científica bajo los criterios y rigurosidad que dicta la ciencia y la tecnología actualmente, pero además la revista busca generar academia, en cuanto a los procesos y protocolos de publicación de artículos científicos, pretende iniciar a los estudiantes de los diferentes programas de postgrado de la universidad, en el arte y el ejercicio de la publicación de sus investigaciones, además tiene como objetivo incidir en la forma en que actualmente se desarrollan las metodologías de investigación y la producción científica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La Revista Científica del SEP tiene como visión ser una revista indexada con factor de impacto, de referencia nacional e internacional, incluso pretende llegar a pertenecer a bases de datos bibliográficas de reconocido prestigio a nivel mundial.

La ciencia es una herramienta ineludible para la construcción de conocimientos científicamente válidos y socialmente útiles, en este sentido la revista del SEP también tiene como objetivo aportar en la solución de problemas nacionales, mediante en el estudio, análisis, discusión y publicación de las diferentes investigaciones orientadas a responder a las necesidades y problemas de la sociedad guatemalteca.

POLÍTICAS DE SECCIÓN

Artículos

Serán originales e inéditos, de acceso abierto, bajo la licencia de Creative Commons 4.0, tanto la publicación como el proceso de arbitraje y revisión de estos se encuentra exento de pago alguno.

Consejo Editorial

Está conformado por cada uno de los Directores de las Escuelas y Departamentos de Postgrado que conforman el Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Proceso de Evaluación por Pares

El trabajo enviado por los autores será sometido a una primera revisión por parte del editor de la revista. Los autores deberán enviar archivos complementarios (bases de datos, etc.), para verificar la autenticidad de los resultados plasmados en el manuscrito. Se evaluará la originalidad del artículo y que siga con los criterios del formato, titulado y estilo de redacción de las normas de la APA séptima edición. El trabajo deberá seguir la misma lógica y estructura de los artículos de guía de la revista.

El editor pedirá hacer las correcciones que sean necesarias para mejorar las deficiencias encontradas en el manuscrito. Media vez sean superadas las deficiencias, el artículo será revisado por dos evaluadores externos especialistas en el área de competencia del artículo. Dichos evaluadores harán una revisión exhaustiva utilizando un formato de evaluación previamente establecido.

Cada evaluador externo le pedirá al autor o autores del trabajo que hagan las correcciones que sean necesarias para mejorar las deficiencias encontradas en el trabajo. El proceso de revisión terminará cuando él segundo evaluador externo emita un dictamen final para avalar la publicación del trabajo.

POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado se adhiere a las diferentes iniciativas que promueven el acceso libre al conocimiento. Por tanto, todos los contenidos de la Revista Internacional son de acceso libre y gratuito y se publican bajo licencia Creative-Commons 4.0 de tipo <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Archivar

Esta revista utiliza el sistema LOCKSS para crear un sistema de archivo distribuido entre bibliotecas colaboradoras, a las que permite crear archivos permanentes de la revista con fines de conservación y restauración.

Frecuencia de Publicación

Detección de Plagio y Reporte de Originalidad: Todos los trabajos serán revisados a través de Turnitin para detectar si han sido plagiados o no y se enviarán a los autores un reporte de originalidad del trabajo.

Los autores se comprometerán a reducir el índice de similitud de su trabajo a menos del 25%. Cargos por Revisión de Manuscritos (Article Processing Charges or Apcs)

Todos los manuscritos enviados a la revista están exentos de cualquier cargo por revisión o publicación de los mismos.

Rechazo de Envíos

Si el manuscrito no cumple con los requisitos mínimos planteados en la lista de comprobación para la preparación de envíos, primero será notificado al autor o autores de los motivos del rechazo. De acuerdo a las métricas de la revista, la actual tasa de rechazos puede ser calculada con base en la siguiente fórmula: $tasa\ de\ rechazos = 100\% - [(elementos\ publicados / envíos\ totales) * 100]$.

Declaración Ética sobre Publicación y de Malas Prácticas

La publicación de artículos en la revista arbitrada Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado, constituye un proceso de producción permanente de conocimiento. La revista promueve la publicación de artículos digitales de acceso abierto. Además, considera que es su deber velar por la transmisión del conocimiento científico, garantizando el rigor y la calidad de este, bajo un compromiso ético con la comunidad científica y académica. Los protocolos y pautas aquí descritos son buenas prácticas de común ejercicio en editoriales de prestigio internacional. En esta línea se toma como referencia el Código de Conducta que, para editores de revistas científicas, ha establecido el Comité de Ética de Publicaciones (COPE).

Obligaciones y responsabilidades

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado se compromete a:

- Asegurar la calidad del material científico que publica
- Velar por la libertad de expresión
- Mantener la integridad académica de su contenido, asegurando que el material que publica se ajusta a las normas éticas internacionalmente aceptadas.
- Estar dispuesto a publicar correcciones, aclaraciones, retractaciones y disculpas cuando sea necesario.

Obligaciones de los autores

Los autores deben garantizar la autoría de los documentos que presentan. La autoría corresponde a aquellos que han hecho una contribución significativa en la obra. Si la obra tiene contribuciones significativas de más de un autor, deben aparecer como coautores. Los autores deben proporcionar datos de contacto para facilitar la comunicación de otros investigadores en relación con el trabajo publicado. Estos datos serán difundidos junto con el mismo.

Originalidad y plagio

Los autores deben garantizar que disponen de los derechos que presentan en su obra, así como de haber hecho uso del derecho a citar el trabajo de otros autores.

Aquellos originales en los que se detecte plagio, serán rechazados. Así mismo, un autor no debe presentar originales que describan esencialmente el mismo trabajo que haya publicado ya en otra obra.

Proceso de evaluación por pares

Las decisiones de los miembros del comité editorial para aceptar o rechazar un documento para su publicación se basan únicamente en la relevancia del trabajo, su originalidad y claridad expositiva, así como en la pertinencia del estudio en relación con la línea editorial. Se garantiza que el material remitido para su publicación será considerado como materia reservada y confidencial mientras se evalúa y, en el caso de ser rechazado, ningún miembro evaluador podrá hacer público el original. La identidad de los evaluadores se encuentra en todo momento protegida, garantizándose su anonimato.

Reclamaciones

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado se compromete a responder con rapidez a las quejas recibidas. En cualquier caso, si los interesados no consiguen satisfacer sus reclamaciones, se considera que están en su derecho de elevar sus protestas a otras instancias.

Protección de datos individuales

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado garantiza la confidencialidad de la información individual. Es responsabilidad última de los autores el disponer de las autorizaciones pertinentes para la utilización de las imágenes y marcas comerciales que aparecen en sus trabajos, así como otros datos de carácter personal (edad, sexo, nivel social, etc.).

Seguimiento de malas prácticas

La Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado asume su obligación para actuar en consecuencia en caso de sospecha de malas prácticas o conductas inadecuadas. Se rechazarán los manuscritos que planteen dudas sobre una posible mala conducta. Se realizarán todos los esfuerzos razonables para asegurar que los trabajos sometidos a evaluación sean rigurosos y éticamente adecuados.

Integridad y rigor académico

Cada vez que se tenga constancia de que algún trabajo publicado contiene inexactitudes importantes, declaraciones engañosas o distorsionadas, debe ser corregido de forma inmediata. Si se detecta algún trabajo cuyo contenido sea fraudulento, será retirado tan pronto como se conozca, informando inmediatamente tanto a los lectores como a los sistemas de indexación.

Quejas/denuncias

Cualquier autor, lector o evaluador puede remitir sus quejas a través del correo de la Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado: revistacientifica@sep.usac.edu.gt

POLÍTICA DE USO DE COOKIES

Cookies

Para que este sitio funcione adecuadamente, a veces instalamos en los dispositivos de los usuarios pequeños ficheros de datos, conocidos como cookies. La mayoría de los grandes sitios web también lo hacen.

¿Qué son las cookies?

Una cookie es un pequeño fichero de texto que los sitios web instalan en el ordenador o el dispositivo móvil de los usuarios que los visitan. Las cookies hacen posible que el sitio web recuerde las acciones y preferencias del usuario (identificador de inicio de sesión, idioma, tamaño de letra y otras preferencias de visualización), para que este no tenga que volver a configurar los cuando regrese al sitio o navegue por sus páginas.

¿Cómo utilizamos las cookies?

En algunas páginas utilizamos cookies para recordar: Sus preferencias de presentación (por ejemplo, contraste, color o tamaño de letra). Si ya ha respondido a una encuesta emergente

sobre la utilidad de un determinado contenido (para no volver a pedirle que lo haga). Si a dado o no su consentimiento para que utilicemos cookies en nuestra web.

Aunque las cookies no son imprescindibles para que el sitio web funcione, si las habilita disfrutará de una mejor experiencia de navegación. Puede borrar o bloquear las cookies, pero si lo hace es posible que algunas de las características de esta web no funcionen adecuadamente.

La información asociada a las cookies no se utiliza para identificar personalmente al usuario. Además, mantenemos plenamente bajo nuestro control los datos sobre sus patrones de navegación. Estas cookies utilizan exclusivamente para los fines aquí indicados.

¿Cómo controlar las cookies?

Usted puede controlar o borrar las cookies siempre que lo desee: para más información, consulte aboutcookies.org. Además de poder eliminar todas las cookies que ya se encuentran en su ordenador, también puede configurar la mayoría de los navegadores para que dejen de aceptarlas. Pero tenga presente que, si rechaza las cookies, es posible que tenga que volver a configurar manualmente sus preferencias cada vez que visite un sitio y que dejen de funcionar determinados servicios y funcionalidades.

ISSN: 2707-2908 (versión impresa)

ISSN: 2523-6121 (versión digital)



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CG-SEP
Coordinadora General
Sistema de Estudios de Postgrado



Sistema de Estudios de Postgrado

Ciudad Universitaria, Zona 12, Edificio S11, 3er nivel,
Oficina del Sistema de Estudios de Postgrado (SEP), 01012,
Ciudad de Guatemala, Guatemala, Centroamérica
Tels. +502 2418-7705 y +502 2418-7754
Correo: revistacientifica@sep.usac.edu.gt
Disponible en: revistasep.usac.edu.gt



<https://cgsep.usac.edu.gt>



/Sistema de Estudios
de Postgrado USAC



@coordinadoraSEP2



Coordinadora
General SEP



USAC-SEP