

ISSN 1390-4272 Impreso
ISSN 2528-7737 Electrónico

Volumen 13 - Número 34, Septiembre - Diciembre 2020

CIENCIA

UNEMI

Revista de la Universidad Estatal de Milagro
Milagro, Ecuador



ojs.unemi.edu.ec

CIENCIA

UNEMI

UNIVERSIDAD
ESTATAL DE MILAGRO
UNEMI

Evolución Académica

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación

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

Trigésimo Cuarto Número

ISSN 1390-4272 Impreso

ISSN 2528-7737 Electrónico

Indexada en: 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, 2020
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:

El uso de las plantas medicinales, como sustitutas de las medicinas farmacéuticas, se aplica desde nuestros antepasados para curar o aliviar las enfermedades. Sin embargo, no existe todavía la suficiente evidencia científica que consolide a la medicina herbaria dentro de los sistemas de salud.



Revista Ciencia UNEMI

Lcdo. Victor Enrique Zea Raffo
Arte y Diagramación

Ing. Ruth Farías Lema
Gestor Técnico

Contenido

Vol. 13, Nº 34, Septiembre-Diciembre 2020 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

Editorial	0
Factores que afectan la planificación estratégica en las organizaciones locales para diseñar un modelo estructural Behzad Souki; Reza Najaf Beigi; Karamullah Daneshfard	01
Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E Adrianyela Noriega Salazar; Deyanira Rivas Salazar; Ramón Silva Acuña; Ernesto Hurtado	16
Evaluación de extractos de desechos de toronja (Citrus paradisi) como sustancia bioactiva para formulación de un desinfectante para alimentos frescos Adonis Bello Alarcón; Meribary Monsalve Paredes; Celeste Carrillo Tomalá	28
Validación del método de análisis de Diltiazem tabletas 60 mg por espectrofotometría UV-VIS. Estudio de los perfiles de disolución Pilar Soledispa Cañarte; Denisse Caguana Baquerizo; Viviana García Mir; Migdalia Miranda Martínez	34
Evaluación ex post al proyecto productivo alternativo de Bella Bajo Monzón Yosvel Alvarado Villanueva; Royer Santelle Ferrer Tarazona; Nelino Florida Rofner	47
Evaluación del aceite de Anacardium occidentale como inhibidor de floculación de asfaltenos Dany Arriojas Tocuyo; Tomás Marín Velásquez	59
Farmacia verde: alternativa de vida con mirada al mundo de tecnologías limpias para nuestro ecosistema Carolina Mackliff Jaramillo; Ninoska Gutiérrez Peralta; Roger Espinoza Correa; Marisela Segura Osorio	72
Violencia y acoso escolar: diferencias por sexo y edad en estudiantes universitarios mexicanos Irma Ramos Rodríguez; Carolina Aranda Beltrán	84
Marketing ecológico y comportamiento proambiental en estudiantes de un instituto privado de Lima (Perú), 2019 Hugo Salas Canales	94
Coryphaena hippurus un enfoque histórico-bibliográfico multidisciplinar de las investigaciones científicas del pez Dorado en el Ecuador Daniel Toala Franco; Laleshka Moreira Sornoza; Jesús Briones Mendoza	105
Infusiones de Moringa oleifera (moringa) combinada con Cymbopogon citratus (hierba luisa) y Lippia alba (mastranto) Mercedes Campo Fernández; Cinthia Cruz Alvia; Gabriela Cunalata Cueva; Nubia Matute Castro	113
Elaboración de un instrumento de auditoría que evalúa la seguridad lógica aplicable en servidores en Instituciones Públicas de Educación Superior de la Zona 5 del Ecuador Mario Chifla Villón; Luis Puma Aucapiña; Kléber Villacís Real	127
Normas de Publicación.	144

Content

Vol. 13, N° 34, Septiembre-Diciembre 2020 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

Editorial	0
Factors Affecting the Strategic Planning in Local Organizations for Designing a Structural Model Behzad Souki; Reza Najaf Beigi; Karamullah Daneshfard	01
Growth and survival of juveniles of red tilapia with diets supplemented with vitamins C and E Adrianyela Noriega Salazar; Deyanira Rivas Salazar; Ramón Silva Acuña; Ernesto Hurtado	16
Evaluation of waste extracts of grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>) as a bioactive substance for the formulation of a disinfectant for fresh foods Adonis Bello Alarcón; Meribary Monsalve Paredes; Celeste Carrillo Tomalá	28
Validation of the analysis method of Diltiazem tablets 60 mg by UV-VIS spectrophotometry. Study of dissolution profiles Pilar Soledispa Cañarte; Denisse Caguana Baquerizo; Viviana García Mir; Migdalia Miranda Martínez	34
Ex post evaluation of Bella Bajo Monzón alternative production project Yosvel Alvarado Villanueva; Royer Santelle Ferrer Tarazona; Nelino Florida Rofner	47
Evaluation of <i>Anacardium occidentale</i> oil as an asphaltene flocculation inhibitor Dany Arriegas Tocuyo; Tomás Marín Velásquez	59
Green pharmacy: life alternative with a look at the world of clean technologies for our ecosystem Carolina Mackliff Jaramillo; Ninoska Gutiérrez Peralta; Roger Espinoza Correa; Marisela Segura Osorio	72
Violence and bullying: differences by sex and age in mexican university students Irma Ramos Rodríguez; Carolina Aranda Beltrán	84
Green marketing and proenvironmental behavior in students of a private institute in Lima (Peru), 2019 Hugo Salas Canales	94
<i>Coryphaena hippurus</i> a multidisciplinary historical-bibliographic approach to the scientific research of dolphinfish in Ecuador Jorge Manrique Cáceres; José Narváez Soto	105
Infusions of <i>Moringa oleifera</i> (moringa) combined with <i>Cymbopogon citratus</i> (lemon grass) and <i>Lippia alba</i> (mastranto) Mercedes Campo Fernández; Cinthia Cruz Alvia; Gabriela Cunalata Cueva; Nubia Matute Castro	113
Preparation of an audit instrument that evaluates the logical security applicable in servers in Public Institutions of Higher Education of Zone 5 of Ecuador Mario Chifla Villón; Luis Puma Aucapiña; Kléber Villacís Real	127
Guidelines for Publishing	144

Comité Editorial

Dr. Eugenio Pellicer Armiñana
Universidad Politécnica de Valencia
pellicer@upv.es
Valencia, España

Dr. Antonio Rodríguez Antalejo
Universidad de Complutense de Madrid
antonio.artalejo@vet.ucm.es
Madrid, España

Dr. Óscar Nieto Palmeiro
Universidade de Vigo
palmeiro@uvigo.es
Vigo, España

Dra. Luisa Calvo Hernández
Universidad Autónoma de Madrid
luisa.calvo@uam.es
Madrid, España

Prof. Dr. rer. pol. Antonio Roldán-Ponce
Fachhochschule Dresden
a.roldan-ponce@fh-dresden.eu
Dresden, Alemania

Msc. Josmel Pacheco Mendoza
Universidad San Ignacio de Loyola
josmel@gmail.com
Lima, Perú

Dra. Verónica Arancibia Moya
Pontificia Católica Universidad de Chile
darancim@uc.cl
Santiago de Chile, Chile

Dr. Marek Michalski Michalska
Universidad San Francisco de Quito
mmichalski@usfq.edu.ec
Quito, Ecuador

Dra. Cheryl Martens
Universidad San Francisco de Quito
cmartens@usfq.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Ernesto Vivares
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
eavivares@flacso.edu.ec
Quito, Ecuador

La analítica avanzada y la nueva normalidad

Si planteamos la pandemia por el Coronavirus como un problema de Ciencia de Datos, se percibe que la mala comprensión de datos ha conducido a nuestras autoridades a una mala toma de decisiones, que con el tiempo se podrá demostrar por medio de inferencia causal. Y es que, tomar decisiones sin datos en plena era de la Big Data es cómo manejar un carro con los ojos vendados, y tomarlas con datos pero sin conocimiento de analítica avanzada es como tener los ojos abiertos pero manejar el carro sin saber conducir; sin embargo, todas las evidencias indican que nuestras instituciones no han estado a la altura.

En un escenario ideal, el gobierno debió valorar los datos y su procesamiento como un activo valioso para la toma de decisiones estratégicas y, con la debida responsabilidad del resguardo de la información privada, tomar medidas proactivas para integrar datos de la seguridad social, instituciones de salud pública, historiales clínicos, datos de seguros de salud privados, de inmigración, aduanas e historiales de viaje, en un gran lago de datos, totalmente digitalizado, masivo y listo para ser usado por los investigadores, que a través de los modelos matemáticos predictivos, prescriptivos y las modernas técnicas de analítica avanzada como Machine Learning, redes neuronales y Deep Learning pueden extraer conocimiento y a partir de ahí establecer las mejores estrategias.

Tratando de ver el lado bueno, la epidemia tomó a la sociedad en un momento avanzado de la transformación digital, con herramientas como los dispositivos inteligentes, mejor ancho de banda, computación en la nube, mejor seguridad informática, el internet de las cosas, algoritmos de última generación, la ciencia de datos y la inteligencia artificial, los mismos que facilitaron el teletrabajo, la comunicación, la automatización, la optimización de recursos. Estas herramientas nos permitieron en cierta medida sobrellevar el confinamiento y son la base para salir adelante, si esta pandemia hubiera llegado unos 20 años antes nos hubiera afectado en niveles superiores.

Desde el lado de las empresas, la pandemia ha acelerado los procesos de la transformación digital, que es algo que ya estaba dándose paulatinamente pero que se ha intensificado por los problemas generados por el virus y las medidas de confinamiento. Hoy más que nunca deberán introducir técnica y ciencia en su gestión, con el fin último de minimizar las pérdidas económicas ocasionadas, ajustar sus procesos y escalarlos en la fase de crecimiento. El futuro inmediato más que una época de crisis es una "nueva normalidad" a la que las empresas deben adaptarse rápidamente, nuevas líneas de negocio se verán fortalecidas, mientras otros sectores de la economía entrarán en declive, y la cultura de toma de decisiones basadas en datos se enraizarán en todos los niveles de las organizaciones.

En cuanto a la academia, los cambios originarán una pérdida de empleos en muchos campos, mientras que en otros se fortalecerán, los profesionales deberán adaptarse rápidamente al nuevo entorno, y adquirir habilidades como la capacidad analítica, el pensamiento crítico y algunas áreas de dominio experto. Un ejemplo de esto es la demanda cada vez más creciente de los nuevos perfiles profesionales que soportan la transformación digital: arquitectos de datos, analistas de datos, científicos e ingenieros de datos. Pero esta formación profesional todavía no está siendo ofertada en las universidades ecuatorianas, que además ven reducidos sus presupuestos por políticas públicas miopes, que les impiden ampliar sus campos de formación. Es por ello por lo que, ante esta ausencia, la formación de estos perfiles se ha convertido en un nicho para institutos o empresas de capacitación que ofrecen cursos aislados, sin integración y de dudosa calidad.

En momentos de las mayores crisis de la humanidad es cuando históricamente se aceleraron las innovaciones, y la pandemia no es la excepción, es el disparador y acelerador de nuevas soluciones, las cuales deberán ser aportadas, fundamentalmente desde las universidades, así que el dilema no es difícil de resolver, el estado tiene, más que nunca la obligación de fortalecer al sistema de educación superior para garantizar una sintonía entre la oferta académica y las nuevas necesidades de la sociedad.

Fernando Sandoya Sánchez, PhD

PhD en Ingeniería

Profesor titular de la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL)

Factors affecting the strategic planning in local organizations for designing a structural model

Behzad Souki^{1*}; Reza Najaf Beigi²; Karamullah Daneshfard³

Abstract

This study aims to identifying the problems affecting strategic planning in local organizations which can help the development of the society. Through conducting interviews and studying the available sources, 33 factors were identified and presented, and they were subdivided into four major groups of behavioral, communicative, knowledge and institutional ones. The classification was designed based on the application of Interpretive Structural Model (ISM) and a qualitative-quantitative method. The Smart PLS software was used as the best tool of Structural Equation modeling for devising the model of the study. The final model was also tested by the technique of the least partial squares. The six factors of political behavior, expertise in negotiation, communicative technologies, relations with extra-organizational agents, effectiveness of the regulations and organization were found as the fundamental factors. Validity of the model included the indices of validity of commonality and the validity of increase. The indices of the fitness of the model were also positive and greater than zero which indicates that the devised model has acceptable quality and validity. Also, the GOF index gained out of the calculations was found to be 0.611, which shows the high quality of the model. The hypotheses of the study pertaining to the effects of the four groups of factors on the strategic planning were also attested with 0.95 possibilities. Finally, based on results gained out of the study, certain strategies were suggested for the local organizations.

Key words: Strategic planning, Local organizations, Knowledge factors, Behavioral factors, Communicative factors.

Factores que afectan la planificación estratégica en las organizaciones locales para diseñar un modelo estructural

Resumen

Este estudio tiene como objetivo identificar los problemas que afectan la planificación estratégica en las organizaciones locales que pueden ayudar al desarrollo de la sociedad. Mediante la realización de entrevistas y el estudio de las fuentes disponibles, se identificaron y presentaron 33 factores, que se subdividieron en cuatro grupos principales de comportamiento, comunicación, conocimiento e instituciones. La clasificación fue diseñada en base a la aplicación del Modelo Estructural Interpretativo (ISM) y un método cualitativo-cuantitativo. Para diseñar el modelo de estudio se utilizó el software Smart PLS como mejor herramienta de modelado de ecuaciones estructurales. El modelo final se probó mediante la técnica de los cuadrados mínimos parciales. Los seis factores de comportamiento político, experiencia en negociación, tecnologías comunicativas, relaciones con agentes extraorganizacionales, efectividad de las regulaciones y organización se encontraron como factores fundamentales. La validez del modelo incluía los índices de validez de comunidad y la validez de aumento. Los índices de adecuación del modelo también fueron positivos y mayores que cero, lo que indica que el modelo ideado tiene una calidad y validez aceptables. Además, se encontró que el índice GOF obtenido de los cálculos era 0.611, lo que muestra la alta calidad del modelo. Las hipótesis del estudio sobre los efectos de los cuatro grupos de factores en la planificación estratégica también fueron atestiguadas con 0,95 posibilidades. Finalmente, con base en los resultados obtenidos del estudio, se sugirieron ciertas estrategias para las organizaciones locales.

Palabras clave: planificación estratégica, organizaciones locales, factores de conocimiento, factores de comportamiento, factores comunicativos.

Recibido: 10 de febrero de 2020

Aceptado: 03 de junio de 2020

¹ Faculty of Economics and Management; Department of Economics and Management; Islamic Azad University, Tehran, Iran; tbkh457@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-4188-8531>

² Faculty of Economics and Management; Department of Economics and Management; Islamic Azad University, Tehran, Iran; msc.meisam1@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5897-0980>

³ Faculty of Economics and Management; Department of Economics and Management; Islamic Azad University, Tehran, Iran; s.zahra91@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-0417-5137>

*Autor para correspondencia: atbkh457@yahoo.com

I. INTRODUCCIÓN

Local organization is an old institute and a new concept whose history goes back to the long past of human history and life. It was born out of the attempts at enhancing the social management of human society. Local organization can also mean a public organization with a wide range of responsibilities and authorities in a certain part of a country such as province, state, city, and town or in smaller territories like centers, villages, etc. Such organizations are intended for administering the affairs of the region or part of the country. Through the local organizations, people can devise or regulate new rules and regulations based on the privileges and authorities bestowed on them by the institutional law or regulations of a country as long as such new rules are not contrary to the country's laws.

All the governmental activities lower than the level of the political and economic issues of the greater community fall within the authority of the local organizations. The power and authority of the local organizations are bestowed on them through the acts and announcements issued by the local councils, associations and administrators (Mohammad Moghimi, 2007). Regarding the philosophy of the creation of the councils for involving the local people in the decision-makings and administration of their local affairs, the Islamic Councils are considered a sort of local parliament (Mohammad Emami and Koroush Ostovari, 2012). Also, local organization involves the management of public affairs of each locality through an administrative committee of the council. Although this agent is subordinated to the central government in many respects, it has authority in decision-making (Tony Byrne, 1983). John Clark (1995) also maintains that a local organization is part of the government of a country or state which is basically concerned with the management of the financial issues of a locality. It also manages the cases which the parliament assigns to it and which it considers acceptable or profitable for the local people.

Theoretical bases and review of previous studies

Nowadays, comprehensive urban plans have

been considered as one of the most basic tools of policy-making in most of the cities of the Third World countries, especially the oil-producing ones. Yet, such plans have not been fully successful in enhancing the current states of the cities and leading them toward a desirable growth, employment rate, and suitable residences. The reason for this failure is that the plans have not been devised based on the standard patterns and direct participation of people in the urban development plans. Therefore, it is supposed that urban planning in developing countries has always been faced with a certain defect which is lack of localization and localized concepts and principles used in plans of urban development. About this, Lack of a step-by-step pattern in urban planning approaches which are oriented toward the urban development strategies, and lack of systematic outlook toward the cities in the developing countries have been among the essential problems that Third World countries are faced with. Many such plans are only workable as temporary solutions for the problem of urban development. One main problem with the plans is that they are not matched with each other and have a limited scope in terms of time and the problems they tend to solve. These problems along with the efforts of urban planners in recent decades, for getting along with the changes in urban planning, led to the emergence of strategic planning for the urban development. The strategy of urban planning is among the recent programs which provide a tool for the balanced and progressive development of the cities and the regions around them. This plan chooses the best possible options for the cities of future. By emphasizing the regular participation of the people and devising long-term perspectives for the cities, this plan is different from the previous models of urban planning. The abundance of urban problems and the new conditions of urban life in a world which is becoming ever globalized, make the necessity of change in the approaches of urban planning inevitable. The current plans for the development of cities in Iran are most often provided in the form of descriptive comprehensive plans as they are anatomic, static and traditional and no social, political and management considerations have been applied in devising them. In practice, they also suffer from lack of flexibility,

low possibility of implementation and low level of realization of the predicted aims, etc.

A short review of the processes for devising and creating urban development plans shows they undergo very severe and repressive measures in their production. Also, the insufficiency of urban development plans and the quick development of cities have sometimes led to the dissatisfaction of the people living in metropolitan centers with the quality of life in terms of high prices of housing, heavy transportation traffic, environmental pollution, disorders in urban service providers, improper distribution of the incomes, increase in the number of irregular habitation and along with it, increase in social disorders and problems. Such problems create new expectations and responsibilities for the urban management. Development in local scopes is also among the tasks of today's managers and planners of the cities, and it is bound to fail if it is done through mere hierarchal orders and unstable knowledge of the managers. Yet, urban development shall be done in a people-oriented manner and upside down through people to the managers. And this is a fact that has most often been ignored not only in Kermanshah province, here studied, but in most other cities of Iran.

Kermanshah province is one of the important borderline provinces of Iran which has a long history and culture and has always played a pivotal role in the life of the country. Various studies of the healthcare, cultural, religious, social, tourism and infrastructural indices of development show the very bad status of them in Kermanshah province. The most workable solution for this problem is to reform the planning system of the country at national, regional and local levels, and the centralized pattern (top to down planning) should be replaced with decentralized (down to top planning) through which to implement mechanisms for the participation of people, local institutions and experts. The familiarity of the local people and authorities with the environmental features, needs, capacities and priorities of the localities can be effective. Bestowing legal privileges and authorities to the Islamic Councils of the cities and municipalities as the local governors to be used in the formation and supervision of local plans can be

very helpful. Only those cities can reach a stable development whose managers and officials can best solve the urban problems with proper policies and creative and informed plans. They also shall solve the problems according to the capacities and potentials of the cities and consider the fact that for each locality, there are certain solutions which are specified to it and related to its domestic capabilities. It was with this stance in mind that the institutional law of Islamic Republic of Iran in its Article 7 considers the city councils as the fourth base for decision-making for the country along with the three major Legislative, Administrative, and Judicial bodies.

Strategic planning in cities and municipalities

Now we will present the model of strategic planning (Figure 1) in the form of seven major steps (Taabibia, Maleki, 2004).

The first step: Studying and devising a mission at large scale. In this step, the main focus is on identifying and formulating the citizenship needs such as urbanization, transportation, urban services or urban culture for which such organizations as city, municipality and city council are realized. Upon designating the main trends of the mission, the subordinated units and organizations would take measures based on the trends which can also be set with reference to certain sources such as the legal terms and devised laws, the strategic plans of the successful cities and municipalities of the world, comments of the extra-regional agents involved, consulting the guidance of the scientific fields that are related to urban management and development and the ideas of the experts. In this part, trends for the mission are devised at the two levels of city and municipality while a logical relation is also worked out between them.

The second step: knowing the internal and external situation of the cities and municipalities. Organizations are internally involved with various sorts of resources, equipment, staff and managers, while externally; they are connected with their public and responsibility milieus. All these case are ever changing today and each of the changes

they undergo can have varying positive or negative effects on the life and well-being of the organization. Yet, many extensive structures such as the cities and extended organizations such as municipalities can change some of these external or internal factors. Thus, strategists of great organizations should carefully study all the environmental aspects and elements so as to identify the weak points and strengths of their internal and external milieus and use them in their plans. To do this, the environmental variables should be determined and worked through (Theodore Poister and Gregory Streib., 2005). The planner team should, along with a true understanding of the conditions of the city and municipality, seek out all the weak points, strengths, threats and opportunities which can be discovered through a thorough consideration of the trends, political, economic, social and technological factors (Theodore Poister and Gregory Streib., 2005). The milieu and conditions shall be realized at the level of both city and the organization of municipality through the comments of the experts and involved parties.

The third step: considering and determining the policy (framework for choice) in city and municipality. After determining the major directions in the mission trends and analyzing the surrounding situation, it is necessary to specify the framework for choice of policy. In fact, in this step, the desirable procedure for urban and municipality management will be determined. Among the privileges of this step is setting a common procedure for both the planners and involved parties. Among the aims of this step are logically restricting the alternatives of the other steps of the model, purposeful direction of the outputs of the model, and reducing the time of planning and guaranteeing the realization of organization's policy. We need to determine the pattern and procedures of management at both city and municipality levels. It is necessary for the planners to act by consulting the ideas of the experts with global experiences.

The fourth step: determining the strategies of the cities and the strategic fields of municipality. This step consists in identifying and prioritizing

the strategic problems of the city and the strategic areas related to the municipalities and selecting some of them. Such problems and areas are of great importance in identifying and setting the outlooks. When devising the strategic plans, strategic problems are areas governing the acts of budget assignment and plans for the localities. Therefore, when setting up the missions and strategies, the urban and municipality managements must invest in and pay special attention to these areas and cases (Robert Kaplan, 2002).

The fifth step: clarifying the outlooks of the city and municipality. In the fifth step, the outlooks of these two organizations are clarified and explicated. As in the second step, this is done by a group of city council members and high-ranking managers of the municipality who also receive the consultation of the experts of the field. The outcome of this step, issued in the form of a document, is the relationship between the city and municipality with the major parties, general aims and expression of the basic policies. The outlook is a description of such problems as the tasks of the city and municipality, their basic strategies, the bases for their acts, certain important principles related to the decision-making, etc. They also designate the ideal framework which the organization seeks to reach (Theodore Poister and Gregory Streib., 2005).

The sixth step: studying the difference between the ideal and current structures of city and municipality. In this stage, the possibility of change in the structure of the organization for achieving the legal and assigned mission is considered and finally a choice is made between the two options of "essential changes" and "reformative changes". The "essential change" approach is undertaken when the desirable mission has suffered a tangible difference in its content from what it has been or when its effective implementation, based on experts' ideas, needs an essential transformation in its present form. In other words, the current organization and structure are suffering from interinvolved, parallel, interfering and overlapping tasks and lack of effective mechanisms for communication and cooperation. This leads to

ineffective actions in most of the subordinated units and in general, the total performance of the city and municipalities.

The seventh step: formulating strategies needed by the city, municipality and their related units. In this part, the managers can choose among the various strategies of the city and municipalities such as focusing on one certain service or

creating variety in different services. This choice which begins at the level of the units is such that leadership committee of the unit should devise special strategies for showing how the mission, aims and outlooks shall be realized. The units shall express their strategies in the form of large-scale policies of city and municipality, peripheral considerations related to their services, resources and needs for the achievement of the missions (Theodore Poister and Gregory Streib., 2005).

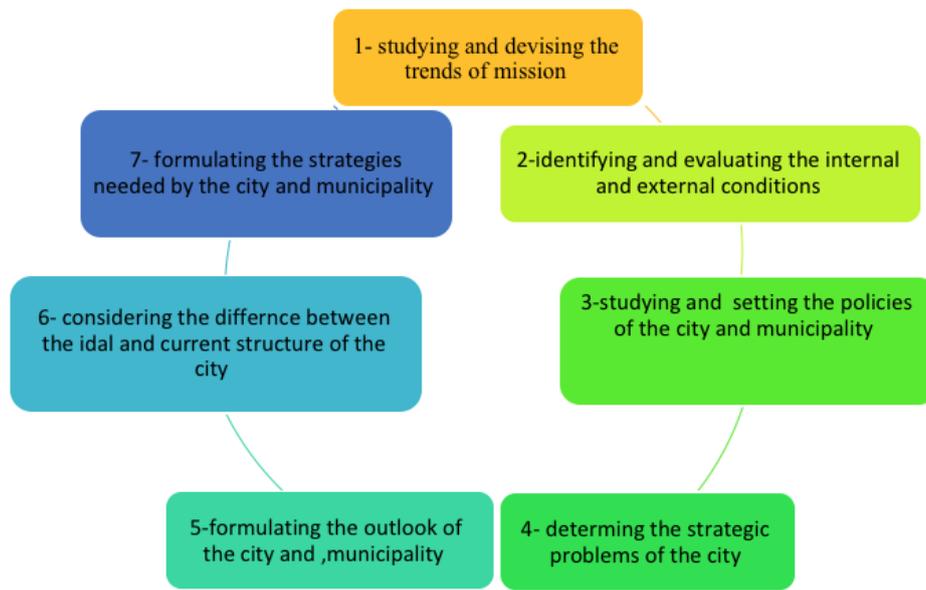


Figure 1. The model of strategic planning in cities and municipalities.
Source: Arnolndo C. Hax, Nicolas S. Majluf (1996).

Previous Studies

Gholamreza Olfati (2001) investigated on the effects of organizational factors on the process of strategic planning in a cement factory. He found that among the effective elements, the following four factors had the greatest impacts on the strategic planning in this company: organizational culture, high-ranking managers’ knowledge of the science of planning, reception and participation of the staff and technology and advanced information systems. Also, Asghar Tourabi (2010) through consulting the library and research sources attempted to identify the factors affecting the planning process in municipality of the region 6 of Tehran. His findings indicate that all the studied factors have had positive effects on devising and implementing the strategic plans. The factors were

organizational culture, organizational structure, the support from the leadership of the organization, the knowledge and familiarity of executives about the plans, accepting and participation of the staff and using advanced technology and information systems. Seyed Reza Hejazi et al. (2000) presented a theoretical framework for enhancing the competitive edge of knowledge-based companies through the use of innovative open model A framework based on which, through employing the suggested mechanisms, the companies can increase their competitive edge by increasing the incomes earned out of the open innovative mechanisms or decreasing the costs of cooperation. Likewise, Samenh Darbandi and Khoroshid Sedighi (2009) studied the open innovative approach and its role in the development of innovation. They concluded

that the open innovation is necessary for the companies with the help of which they can remain active in a situation imbued with complexity and changes. Open innovation increases adaptability and has certain other direct privileges for the company. For instance, the products will be better matched with the demands of the market, the structure of the cost would be flexible, innovation increases, and there would be easier access to the knowledge.

Sepideh Rasoulia et al. (2009) investigated on the relationships of 8 organizational factors with success of strategic planning in the National Gas company of Iran and found that the five factors of participation of the chief executives, their knowledge about the importance of strategic planning, the participation of the staff, change management and correct evaluation of the environment had significant effects on strategic planning while three others, organizational commitment, accepting the staff and data bases, had no such effects. Also, Mahdi Mobalegh (2009), studied on strategic planning. He found that the most important factor involved in the process of beginning strategic planning is the information systems supporting the chief financial management, while its conformity with the strategic goals of the organization is the most essential factor of its success when being devised, and information systems are the most important factors helping the success of its implementation. Mohammadreza Haki (2006) divided the effective variables into three major ones, namely organizational factors, the aspects of strategic planning of information technology and the success of strategic planning of information technology. Strategic planning includes internal organizational factors and interactive organizational factors, while the aspects of strategic planning include alignment between the strategic planning of information technology and the strategic business plan of the organization and environmental evaluation. Based on results from this study, all the interactive organizational factors are effective on strategic alignment and can be a telling factor in the success of the strategic planning of information technology. Interestingly, Vafa Ghafarian (2003) gathered all the information about the failed strategies of such great companies

as Xerox, Polaroid, Acer, Motorola, Key-Mart and Marconi. He presented two theories about the failures, one of which implies that the frailty of leadership was the reason for the declines, and the second one holds that lack of the new concept of focused planning along with long-term strategy and planning was the reason for the failed strategies in these companies. The findings are supported by real evidence from the firms. Another study was conducted by Taymor Aghai (1991) who discussed the schools of management and planning from the very beginning of formation to planning and new management and then, studies the process of planning and control in industries to conclude that in order for it to succeed, there shall be conformity and alignment among the elements of a manufacturing agency (management, financial affairs, production, provision and sales).

Umar AlTurki (2011) studied the relationship between the strategies of the company and other areas, strategic planning in the operational preservation with a preservation system, Umar AlTurki provided a framework for the development of strategic planning. Results from this study showed that among the involved parties, the factor of the committed chief management was among the main factors in the success of strategic planning of preservation in organizations. The point to notice in this study was the difference in the degrees of commitment in each of the parties because of covert privileges and sorts of parties in the organization. Said Elbanna (2009) determined factors in the success of management. He concluded that there was a positively significant relationship between the implementation of strategic planning and its participation in the development of recent strategic works and the success of the strategic planning. Also, Kelly J. Harris (2009) researched about the important factors affecting the success of strategic planning. He accounted for 10 major factors involved in the success of strategic planning, some of which are the participation of the staff, support from the chief executives, explication of the needs, suitable planning, real expectation, the stages of the project, proper facilities, clear aims and outlooks, great attempts and focusing on these factors. John Sterling and Dave Rader (2012) investigated on the different

approaches of effective strategy (structure and culture) for conducting organizational, marketing, processes and the competitive milieu of future and conclude that creating a common language among the members of an organization is a key element in determining the goals and reducing the ambiguities and risks of the organization. They also maintain that this common language can work as a discourse between the management team and leadership and in the internal meetings among the managers or those between the management and other parties involved. Johnson Rick (2007) studied on the key factors affecting success in planning. He indicated the importance of identifying the strategies and goals, and then major mistakes that may come about when setting up realistic goals. Likewise, Anvar Shah, and Sana Shah (2006) investigated on strategic planning in small enterprises. Based on new experimental findings, he concluded that among factors such as temporal horizon, formalization, constant supervision and strategic equipment, formalization is the most important and effective one. Mellville Hensey (1991) worked on essential factors in strategic planning. He founded the factors of successful strategic planning which are participation of the managers such as importance of creating data bases, following strategies after setting them, balance between planning and budget in the implementation of strategy.

II. METHODOLOGY

The present study is of descriptive-survey types which follow the two aims of description and doing

a survey (Ali Dellavar, 2006). Doing this, it aims at both identifying the factors affecting strategic planning and explaining the relationships among the events, and as such, relationships are analyzed based on the aims of the study (Zohre Sarmad et al., 2005). To do so, the factors affecting strategic planning were first identified by surveying the literature of the study and doing interviews by the experts of the field. Then their general aspects, parameters and indices were found and divided into four major groups and 32 subcategories. Then the identified factors and parameters entered the questionnaires and handed out to the experts. Then through the application of ISM method, the relationships and sequence of the effective factors were estimated for strategic planning. At the end, for testing the correctness of the model, path analysis was done on it. For finding out about the fitness and structural validity of the model, it was subjected to factor-analysis for which the SPSS software was used. Also, for testing the relationships and sequence of the variables in the questionnaire, the IMS calculations were manually carried out. In IMS model thus gained, the interrelations and mutual effects of the factors and the relations of the factors from different levels were well highlighted and this helps the managers make better decisions. Also, a final access matrix is formed for determining the key factors' force and their dependence on each other. The final model which is gained after identifying the factors and ranking them is used for analyzing the current and ideal states (Figure 2).



Figure 2. The diagram of study's model.
Source: own research.

Table 1. The influence and dependence of the variables

variables	Dependence	influence
C01 Creating and discovering knowledge about strategic planning	5	15
C02 Analysis and evaluation of knowledge for strategic planning	3	9
C03 Sharing and spreading knowledge	3	9
C04 Practical use of knowledge in planning	3	6
C05 Lack of clarity in responsibility and responsiveness Toward planning	2	14
C06 lack of motivation for doing strategic planning	4	6
C07 city council membership is temporary (job security)	3	8
C08 Short-term planning is preferred by society	1	13
C09 Lack of proper outlooks about strategic planning	6	12
C10 Administrative corruption in local organizations	3	11
C11 Caring for the interests of local parties involved	2	8
C12 inner-organization participation	7	12
C13 political behavior of the council members In accordance with personal interests	2	6
C14 avoiding logical decisions because time and cost	6	8
C15 lack of expertise in negotiation for communication	2	8
C16 lack of existence and use of proper communication Technologies	1	4

C17 the nature and degree of relations with local parties	4	8
C18 the structure of domineering and centralized power	1	8
C19 dominance-oriented approach in choosing and Dialoguing with people and organizations	5	8
C20 team participation of the members in strategic Planning	1	7
C21 relations with extra-organization agents and local management in local and national levels	0	2
C22 Elements and relations (formal and informal) of urban Management at city and national levels	4	12
C23 complexity of laws and regulations	8	8
C24 low effects of laws and regulations on planning	2	5
C25 lack alignment between local and national plans	3	9
C26 proper organization	3	8
C27 improper management of human resources	7	8
C28 centralism in country's planning and decision-making systems	7	8
C29 too much orientation toward the government in local organizations	3	9
C30 lack of realistic outlook in local organizations	9	14
C31 personal decision in grand and strategic policies	6	9
C32 tendency for the management style oriented toward the current issues	6	6
C33 frailty of the supervision mechanisms over city councils	1	7

Source: own research

The final pattern of the identified variables is shown in the diagram below in which only the significant relationships of the elements in each level with the lower level and the inner relationships of the significant elements in each level are shown in figure 3.

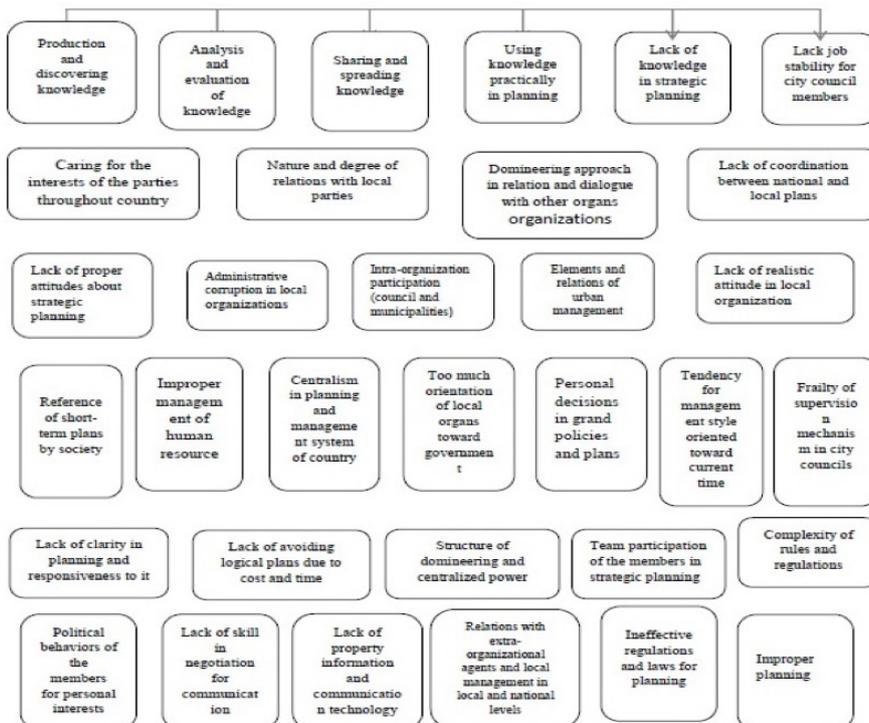


Figure 3. Ranks and levels of the identified parameters based on ISM model. Source: own research.

Evaluation of the structural model

The structural model was evaluated based on the interrelationships among the variables of the study. For studying the quality and validity of the model, such indices as CV Com and CV Red have

been measured (Table 2). The CV Red which is also called Q2 (Stone and Geisser criterion), the positive values of these indices; show the acceptable and proper quality of the measurement and structural model.

Table 2. Variables and Indices of CV Red and CV Com.

CV Com	CV Red	Variable
Behavioral	0.425	0.425
Knowledge	0.303	0.303
institutional	0.528	0.528
strategic planning	0.186	0.188
communicative	0.371	0.371

Source: Own research.

In the table above, the values for each of the indices of the dependent and independent variables have been presented. As we see, they are positive and greater than zero, thus it is concluded that the model has an acceptable quality and validity. Gap-analysis is a key issue in management science in which for the subject under study, each factor has two states:1. The present status of the factor is determined based on the perceptions of the responders of it and is called *performance*.

2. The desirable status of the factor is determined based on the expectations of the responders of the desirable state and is called *importance*.

The data should necessarily be gathered by one group and gap-analysis for two groups is

not sensible. After fulfilling and gathering the questionnaires, the information about the two current and desirable states was gained. For finding the gap, the total of the responders on the present status is compared with those for the desirable one. The gained mark, if positive, shows that the mean value of the current state is higher than the expectations of the responders. If negative, however, it indicates that the present state has not gratified the expectations of the responders and there is a gap between the two states. If the mark gained out of comparison was found to be zero, it was supposed that there is no gap. For gap-analysis, the Paired t-test in SPSS was done (Table 3).

Table 3. The difference in the mean values of paired samples of self-efficiency.

Variable	Difference in mean	Standard deviation	Standard error	Difference at the 95% level		t	Freedom degree	Sig.
				low	high			
knowledge	-.93750	.85407	.19098	-1.33722	-.53778	-4.909	19	.000
behavioral	-.70000	.67434	.15079	-1.01560	-.38440	-4.642	19	.000
communicative	-.66250	.62841	.14052	-.95661	-.36839	-4.715	19	.000
Institutional management	-.67724	.79286	.17729	-1.04831	-.30617	-3.820	19	.001
Strategic planning	-.73750	.65129	.14563	-1.04231	-.43269	-5.064	19	.000

Source: own research.

III. RESULTS

Results from the study were divided into four groups of behavioral, knowledge, institutional, and communicative. Six factors were identified as the fundamental ones; they are political behaviors, skills in negotiation, communicative technologies,

relationship with extra-organizational agents, effectiveness of the regulations, and organization. Thus, by formulating strategy for fortifying these factors, one can affect other factors and reduce the strategic defects in the local organizations.

Knowledge factors

Knowledge management should be observed throughout the process of strategic planning, especially when considering the inner and external milieus, transferring latent knowledge into manifest knowledge using outlets, and analyzing the current and future issues and processes. By using knowledge effectively, better strategies and policies can be presented and the time and costs of strategic planning will be reduced. Such affairs as planning for information services, making policies and decision-making are aspects of using the management knowledge in strategic planning. Among the privileges of using knowledge in organization are reducing the parallel activities and the heavy duty of reporting. In local governments and organizations, among the most important duties of the managers is making a long-term strategic plan. Yet, most often the members of such organizations may not have the proper knowledge and experience for doing that. Communicative factors, tendency for realistic outlooks, inner and external participation, administrative corruption, the current attitudes toward knowledge management are among the disturbing factors which may harm the cycle of knowledge management in strategic planning.

Communicative factors

Relationships with extra-organizational elements

The relationship between the local organizations and the involved parties is very effective in planning. The stronger this relationship, the information will be transferred more quickly and better and thus, can be effective in logical decisions. This relation also takes the local organizations away from intuitive decisions toward rationalism. This connection also releases the organizations from one-sided and domineering structures and personal decisions toward increasing team working. Also this relation provides from better planning which naturally comes about upon soliciting information from all sides in the process of strategic planning at national level.

Using communication technologies

In the present age of communications and

information, by employing proper communicative technologies in making rational decisions and reducing domineering and centralized structures one can adapt the new technologies to the local and national needs. Also, accessing sound and necessary information is a short and proper time can prevent the local organizations from being too much dependent on national government and help them gain independence.

Negotiation for overcoming contradictions

Participation in planning demands high expertise in doing negotiation and if the local organizations lack such skills, we may not expect them to make proper and rational decisions. Lack of such skill, on the contrary, would lead to reduction in relations with local formal and informal parties and to the rise of domineering approaches in the choice and dialogue of the people which, in turn, causes the organization not to produce, evaluate, share and use the knowledge in effective ways and get away from the rationality. Distancing oneself from rationality causes a defect in the management of organization's resources which might more often be human resources. Lack of expertise in negotiation and communication also affects one's political behavior which is essential in the distribution and assignment of the resources. When political behavior is defect, organizational justice (in affairs, distributions and relations) will not happen and this affects the cycle of information and impaired choice of the members of the organization.

Institutional factors

Improper organization

Organization means spreading order and regulating the processes of work and activity and sharing the tasks and duties among the people and agents for reaching specific goals. In doing organization in local governments and agencies such factors as organizational structure, organizational swiftness, administrative power in using various resources and the methods for carrying out affairs for coherent management are effective. Therefore, for improving this situation, one shall care for such issues as using experts in

planning (strategists), determining the control and management limits and clarifying authorities in lower and higher levels.

Ineffectiveness of the regulations (practicality of regulations)

The consequences of passing impractical regulations are lack of team-working, complexity of the regulations, political behaviors, and domineering power structures. Laws are passed for being enforced not completing the collections of laws and regulations. Therefore, regulations should be practical and useable which means that they should be in accord with the prerequisites and conditions of the society and country, follow scientific principles and be proportioned to the situation of the parties involved. Such factors as lack of sufficient, practical and diverse laws, not caring for comprehensive regulations and not holding long-term outlooks cause the laws and regulations to be less effective and bar the way of planning. Such issues have been amply considered in national laws, but not so for the local ones in which supervision have been more often observed. Of course, the regulations that have recently been devised for rebuilding and construction in the cities (strategic- constructive plans in cities and municipalities) have paid sufficient attention to the issue of planning. For changing the regulations, we need to have outlooks from many different and proper angles.

Behavioral factors

Political behaviors

Among the main impetus for having plans are the care which local officials take for realizing the plans and avoiding decisions that are out of plans and based on personal policies. Results from studies show that the plight of political subjugations and orientations in our country is the result of the formal insertion and the special relations of power, improper organization, political organizational relations with political institutions, not resolving contradictions due to party clashes and lack of balance in doing win-win negotiations for resolving the contradictions, the political behaviors of local organizations, restricted rationality along with tendency for emotional decisions for gaining the

interests of one's desired party, and not responding from the local organizations. Political subjugation of the local organizations makes them care for the current state of affairs seeking the political interests of the political parties. Doing so, they also get away from long-term plans as they tend to gratify short-term decisions for presenting a positive image of their related parties and make for their success in later elections and positions.

IV. CONCLUSION

Dissatisfaction with the states of the cities of today's Iran is a common experience of the citizens, experts and managers alike. A simple outlook toward this problem seeks only for a simple solution. But city is the product of human civilization that has come about under many parameters. To believe that only one factor or a few ones are involved in this case is to ignore the main causes and issues related to it. Among the factors affecting the development of cities in Iran, the system governing the devising and making of plans for the urban development has played a major role. Power structure in the society, the managers' outlook toward the citizens' rights, the conditions of the city for the people and authorities, the roles devised for the city and many other such factors are directly involved in the making up of the plans for urban development and its aspects. Considering the factors affecting the strategic planning, we can see the general distance between that the strategic planning system has from its ideal state. For overcoming this problem, there should be measures undertaken for mending the cases highlighted in this study by organizations that are involved.

Based on the results from the study, the model presented here has four major factors which comprise a total of 33 parameters. These are further divided into four groups; namely, knowledge which consists of 4 parameters, communicative which has 8 parameters, institutional with 11 ones and behavioral with 10 parameters. The model was used as a criterion for evaluating the current state of affairs and the ideal state. After the analysis, 26 parameters were found out as problematic as their states have shown a large gap from the ideal state. In analyzing the gap between the current state and

the ideal one, besides identifying the problems presented in the model, the problems were also classified based on the gaps they bore with the ideal states:

Hierarchy of the problems

Knowledge factors

1. Analyzing and evaluating knowledge
2. Creating or finding the knowledge
3. Use of the knowledge.

Communicative factors; 1. Having limited outlook 2. Relations with extra-organizational factor both locally and nationally 3. Proper technologies for communications 4. Expertise in negotiation and problem-solving 5. Team participation of the members 6. System thinking.

Institutional factors; 1. Proper organization 2. Effective rules 3. Personal decisions 4. Too much dependence on government in local organizations 5. Complexity or rules and regulations 6. Management style oriented toward the present time 7. Monitoring mechanisms 8. Realistic outlooks 9. Centralization.

Behavioral factors; 1. Contradictions in the interests of share-holders at local level (extra-organizational participation) 2. Administrative corruption in local organizations 3. Clarity and responsiveness 4. Political behavior 5. Logical decisions 6. Priority for short-term plans 7. Motivation for planning 8. Stability of the members of city council.

For overcoming these problems and defects and bettering the conditions, such organizations as the Ministry of Interior, Provincial Governments, Governors Offices, Islamic Parliament, Islamic Councils in cities and villages, and municipalities have important roles and may use the following strategies.

1. Issuing effective and workable rules and suggestions for supporting the cities' planning.
2. Conducting related and comparative studies about strategic planning internationally for increasing the necessary knowledge.
3. Bestowing the rights and authorities to the local managers and supporting their decisions, and providing financial resources for the implantation of strategic

plans.

4. Providing the technologies of communication and information and making information banks specialized on the works of municipalities and village councils for helping the local organizations issue reports on different levels and cases and enhancement of the decisions they make.
5. Evaluating the individual and personal performance of the members of local organizations and making use of the best members even after the termination of their membership.
6. Identifying the political behaviors at the organizations levels and their management.
7. Issuing books and specialized journals on urban organization fields and holding scientific conferences for raising the knowledge of the managers and the members of local organizations.
8. Teaching the members on the uses of strategic planning and increasing their skills for negotiation, solving the contradictions, and making motivational systems, financial and others, for helping forward the strategic planning.
9. Providing plans for decentralization and changing the decision-making structure and using more efforts for enhancing supervision roles by the provincial governments and municipalities and city governors.
10. Using various mass and virtual media for responding and clarification in the strategic planning of the local organization and solving the party contradictions and defining the party goals in the form of strategic planning.
11. Careful consideration of the qualifications and care for expertise of the members in strategic planning in local organizations and identifying the political behaviors and controlling them for gaining the best outcomes.
12. Issuing reports and using them locally for planning and paying complete attention to authentic reports and documents.

13. Attempts for choosing experts for the posts of municipalities and vice-presidency and using them as counsels in planning.
14. Establishing commissions related to local organization if the Parliament or better making plans and decisions related to the local organizations and their affairs.
15. Making relations with the parties involved through different means (holding conferences, seminars, sessions, media, etc.).

V. REFERENCES

- Aghai, F. T. (1991). *Studying the factors affecting strategic planning in the national industries of ventilation*. MA thesis, Tehran University.
- AlTurki, U. (2011). *Methodology and Theory: A Framework for Strategic Planning in Maintenance*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 17(2), pp. 150-162.
- Byrne, T., (1983). *Local government in Britain*. London: Penguin.
- Clark, J. J. (1995). *Local government of the United Kingdom*. London: Pitman and sons.
- Darbandi, S., & Sedighi, K. (2009). The innovation approach and its role in developing innovation, engineering and innovation management. The national conference on identifying innovation, TRIZ.
- Dellavar, A (2006). *Theoretical and Scientific Principles in Human and Social Sciences*. Tehran: Rooshd Publishers.
- Elbanna, S. (2009). Determinants of Strategic Planning Effectiveness: Extension of earlier work. *Journal of Strategy and Management*, 2, 175-187.
- Emami, M. & Koroush, O. (2012). *Administrative Law*. Tehran: Mizan Publishers.
- Ghafarian, V. (2003). *Studying the reasons for the failure of strategic planning and providing an approach for improving the effectiveness of strategy in industrial organizations of Iran*. PhD thesis in Industries Engineering, Science and Industry University.
- Haki, M. (2006). *Presenting a model for measuring the organizational alertness in the successful implementation of strategic planning for information and technologies of information*. MA thesis, Tehran University.
- Harris, K. J. (2009). Strategic Planning: 10 Critical Success Factors and Sure-Fire Ways to Fail. *Journal of Strategy and Management*, 2, 135-147.
- Hax A., & Majluf, M. (1996). *The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach*. Second Ed. London: Prentice Hall.
- Hensey, M. (1991). Essential Success for Strategic Planning. *Journal of Management in Engineering*, 7, 77-167.
- Hejazi, S. R., Divansalar, S., Pashneh Tala, M. H., & Ghasemi, M. (2000). *Presenting a framework for enhancing the competitive edge of knowledge-based companies by using the open innovation model*. The First Conference on Management and Innovation. Shiraz.
- Kaplan, R. (2002). *The Balanced Scorecard for Public-Sector Organizations*. Harvard Business School Publishing Article Reprint No. B9911C
- Mobalegh, M. (2009). *Studying the factors for the success of strategic planning in information systems in Telephone Company of Iran*. MA thesis, Tarbiat Modares University.
- Moghimi, M. (2007). *Administering Local Governments*. 2nd ed. Tehran: Samt Publisher.
- Olfati, G. (2001). *Determining the effects of various factors on the success of strategic planning in the Cement Factory of Ilam Province*. MA thesis. Islamic Azad University, Sanadaj Branch. Poister, T., & Streib, G. (2005). Elements of Strategic Planning and Management in Municipal Government: Status After Two Decades. *Journal of Strategy and Management*, 2, 75-87.

- Rasouljan, S., Haghghi, M., & Monavarian, A. (2009). Studying the factors affecting strategic planning in National Gas Company of Iran. *Trade Management Journal*, 1, 54-65.
- Johnson, R. (2007). *Key Success Factors and Hold to Avoid Ten Common Mistakes*. From: <https://www.4hoteliers.com/features/article/2376>.
- Shah, A., & Shah, S. (2006). *The New Vision of Local Governance and the Evolving Roles of Local Governments, Public Sector Governance and Accountability Series*. Washington DC: World Bank.
- Sarmad, Z., Bazargan, A., & Hejazi, E. (2005). *Research Methodologies in Behavioral Sciences*. Tehran: Agah Publishing.
- Sterling, J., & Rader, D. (2012). Conference report-dynamic discourse drives effective Strategy implementation: Association for Strategic Planning's annual conference recap. *Strategy & Leadership* 40, 5-10, <https://doi.org/10.1108/10878571211278822>.
- Taabibia, A.S., & Maleki S. (2004). *Strategic Planning and Performance Measurement in the Ministry of Health and Medical Education*. Yazd: Medical University of Yazd Press.
- Tourabi, A. (2010). *Identifying the factors affecting the devising, implementing and success of strategic planning in the Municipality of district 6 of Tehran*. MA thesis, Tehran University.

Crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja con dietas suplementadas de vitaminas C y E

Adrianyela, Noriega-Salazar^{1*}; Deyanira, Rivas-Salazar²;
Ramón, Silva-Acuña³; Ernesto, Hurtado⁴

Resumen

Con el objetivo de evaluar el crecimiento y sobrevivencia de tilapias se les suministró alimento concentrado suplementado con vitaminas C y E. Se utilizaron 16 acuarios, cada tratamiento con cuatro repeticiones y tres peces cada uno, para un total de 48 ejemplares juveniles de ambos sexos con tallas entre 11 cm y 16,5 cm. Los tratamientos fueron: 1- Alimento concentrado, 2- Alimento concentrado suplementado con vitamina E (0,05 g.kg⁻¹) y 3- Alimento suplementado con vitamina C (0,1 g.kg⁻¹) y 4- Alimento suplementado con las vitaminas E (0,05 g.kg⁻¹) y C (0,1 g.kg⁻¹). Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, las variables cuantificadas fueron examinadas por análisis de varianza y comparadas por la prueba de Mínima Diferencia Significativa a 5% de probabilidad. Los resultados para las variables de talla (inicial, final y ganada) no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, mientras que si los hubo para la masa (inicial, final y ganada) donde el tratamiento con el alimento concentrado y la adición de 0,1 y 0,05 g.kg⁻¹ de vit. C y E, mostró los mejores resultados; de manera similar, la tasa de crecimiento y la sobrevivencia resultaron favorecidas en ese tratamiento mostrando los mayores valores y diferencias estadísticamente de los demás. La adición combinada de vitaminas C y E aumenta la masa de los juveniles y proporciona el valor más elevado de sobrevivencia en las tilapias en condiciones de cautiverio.

Palabras claves: crecimiento en peces, *Oreochromis*, sobrevivencia, tilapia, vitamina C y E.

Growth and survival of juveniles of red tilapia with diets supplemented with vitamins C and E

Abstract

In order to evaluate the growth and survival of Tilapia they were supplied concentrate and supplemented with vitamins C and E. Sixteen aquariums were used, each treatment with four replicates, and three fishes each one, for a total of 48 juveniles of both sexes with sizes between 11 cm and 16,5 cm. The treatments were: 1- Concentrated feed, 2- Concentrated feed supplemented with vitamin E (0.05 g.kg⁻¹) and 3- Feed supplemented with vitamin C (0.1 g.kg⁻¹) and 4- Feed supplemented with vitamins E (0.05 g.kg⁻¹) and C (0.1 g.kg⁻¹). The completely randomized design was used, the quantified variables were examined by analysis of variance and its values averages by Minimum Significant Difference test at 5% probability. The results for the variables of size (initial, final and won) did not show statistical differences between treatments, while if there were to the of mass (initial, final and won) where the treatment with concentrated feed and the addition of 0,1-0,05 g/kg., vit. C and E, showed the best results. Similarly, the growth rate and survival were favored in that treatment showing the highest values and differences statistically from the others. The combined addition of vitamins C and E increases the mass of the juveniles and provides the highest survival value in tilapia in captive conditions.

Key words: growth in fish, *Oreochromis*, survival, tilapia, vitamin C and E.

Recibido: 27 de enero de 2020

Aceptado: 19 de junio de 2020

¹ Biólogo; Docente de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Escuela de Zootecnia, Departamento de Nutrición Animal y Forrajes, Venezuela; adnoriega@monagas.udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0001-8509-6483>

² Ing. Prod. Animal; Docente de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Escuela de Zootecnia, Producción e Industria Animal, Venezuela; rivasd@monagas.udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0001-7610-4824>

³ PhD. Docente del Postgrado de Agricultura Tropical, Universidad de Oriente, Campus Juanico, Maturín, Venezuela; rsilva@udo.edu.ve; <https://orcid.org/0000-0003-1235-9283>

⁴ Dr. En Ciencias agrícolas; Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López; ernesto.hurtado@espa.edu.ec; <http://orcid.org/0000-0003-2574-1289>

*Autor para correspondencia: adnoriega@monagas.udo.edu.ve

I. INTRODUCCIÓN

La tilapia es el resultado del cruce de cuatro especies, lo que permite clasificarla como un tetrahíbrido, siendo tres de origen africano y la cuarta especie israelita, respectivamente [*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mosambicus* x *Oreochromis urolepis hornorum* x *Oreochromis aureus*] (Beveridge *et al.* 2001; Castillo, 2001).

El cruzamiento selectivo permitió la obtención de un pez cuya coloración fenotípica puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, con forma robusta, de poca exigencia respiratoria, capaces de soportar el calor y bajos niveles de oxígeno (Cantor, 2007). Ng y Romano (2013) señalan que el ciclo de vida de la tilapia comprende cuatro etapas de desarrollo: alevín, cría, juvenil y adulto; además, indica que la mayor tasa de crecimiento la presentan los machos de 6 a 8 meses, alcanzando tallas comerciales de 18 a 25 cm, con masa de 150 a 300g; sin embargo, la determinación de las condiciones ambientales óptimas de tilapia cultivadas, es esencial para la maximización de la producción, la rentabilidad y sostenibilidad debido a que canalizan la energía para mayor rendimiento (Medina, 2018).

El crecimiento de los peces depende de su tamaño o masa, de la disponibilidad de alimento, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, concentración de amonio no ionizado y estrés, entre otros factores que al parecer influyen en la ingesta de alimentos de los peces (Brett, 1979); además, del tipo de alimento suministrado, y en algunos casos suplementado con diferentes compuestos como vitaminas, probióticos, harina de pescado y de granos de leguminosas, larvas de insectos, entre otras fuentes no convencionales, que también inciden sobre el crecimiento de los peces (Sánchez y Manzano, 2014; Musita *et al.* 2015; Marroquí, 2018). Castillo y Sánchez (2018), ratifican lo señalado por Brett (1979) y agregan que no solo afectan el crecimiento, sino también su reproducción.

No solo las proteínas pueden ser suplementadas con frecuencia en la alimentación de los peces, también, se adicionan vitaminas y minerales, que son necesarios para el crecimiento y la salud de la tilapia (Corredor y Landinis, 2009; Torres-Novoa y Hurtado-Nery, 2012; Han-Peng *et al.* 2018). Las vitaminas y minerales participan en muchas rutas metabólicas, en la regulación del ciclo celular y como moduladores de los procesos de replicación y diferenciación celular, recambio rápido de tejidos epiteliales y del sistema inmunológico. Esto es

fundamental, en la respuesta inmune de los peces frente a los desafíos que les impone el ambiente y agentes patógenos que causan enfermedades. Por otro lado, los niveles de inclusión en las dietas de estos nutrientes deben ser adecuados, para evitar la aparición de deficiencias y todos los impactos negativos que esto conlleva (Fisher, 2008; Campos-Granados, 2015).

Barreto-Herrera (2010) utilizó 270 alevines con masa inicial promedio de 0,299 g y talla 1,13 cm, a los cuales les suministró alimento comercial de 19,97% de proteína cruda con inclusión de seis niveles de vitamina C. El mayor valor en masa (2,02 g) lo mostró el tratamiento control (sin inclusión de vitamina C) y la mayor talla (4,53 cm) el tratamiento con 1000 mg vitamina C.kg⁻¹ de alimento. La autora concluyó que la vitamina C no afectó el crecimiento de las tilapias porque no encontró diferencia entre tratamientos. Por otra parte, también se evaluó la vitamina C y mananoligosacáridos (MOS) en dietas para tilapia, resultando la interacción de 1200 mg de vitamina C.kg⁻¹ y 0,5 % de MOS en la dietas como la de mejor respuesta en comportamiento productivo, integridad intestinal y mejores constantes hematológicas en la tilapia, frente a dieta sin suplementos (Castillo *et al.* 2015).

En la trucha arcoíris se evaluaron varios tratamientos con vitamina C e hierro para medir el efecto de dichos tratamientos sobre el crecimiento y parámetros hematológicos e inmunológicos. Los resultados permitieron concluir que la suplementación de las dietas con vitamina C y con hierro favorecen el crecimiento y bienestar de dicha especie (Adel y Khara, 2016). Entre los beneficios que aporta la vitamina C se indica su efecto al promover la supervivencia y óptimo rendimiento de los peces (Misra *et al.* 2007; Lu *et al.* 2016); además se utiliza como inmunomodulador, siendo un compuesto nutricional clave en la piscicultura moderna, promoviendo la supervivencia y óptimo rendimiento de los peces (Verlhac y Gabaudan, 2007; Cuaical *et al.* 2013).

La vitamina C, es necesaria para la síntesis de colágeno y de los glóbulos rojos debido a que contribuyen con buen funcionamiento del sistema inmunológico, resistencia a enfermedad y estrés (Cuaical *et al.* 2013); esta vitamina, desempeña funciones en el metabolismo del hierro, participa en la formación de neurotransmisores como la serotonina, en la transformación de dopamina en noradrenalina y en otras reacciones de hidroxilación que incluyen a los aminoácidos aromáticos y a los

corticoides (Chagas y Val, 2006; Torres-Novoa y Hurtado-Nery, 2012).

Otra vitamina evaluada sobre el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) ha sido la vitamina E, la cual impulsa mecanismos inmuno-nológicos, hormonales y celulares, mejora las actividades fagocíticas y la producción de leucocitos; además, en asociación con el selenio y el glutatión peroxidasa, la vitamina E evita la oxidación de macromoléculas y es importante para la salud animal, el crecimiento, el rendimiento productivo, la calidad de los filetes y el sistema inmunológico (Gutiérrez-Espinosa *et al.* 2019). De manera similar, la vitamina E favorece el perfil fisiológico, protege a los peces bajo estrés y disminuye la posibilidad de enfermarse (Ispir *et al.* 2011; Han-Peng *et al.* 2018), puede reducir la mortalidad y mejorar el rendimiento del pez (Hamre, 2011; Han-Peng *et al.* 2018), así como también la calidad de la carne del filete y la capacidad antioxidante del suero (Wu *et al.* 2017).

Los beneficios de ambas vitaminas están involucrados en todas las posibles bondades que aportan al alimento concentrado, favoreciendo la sobrevivencia de los peces y su salud; además, de fortalecer el sistema inmunológico. Para ello, Echezuria-Alvarado (2010) utilizó 90 alevines con masa inicial promedio de $0,94 \pm 0,02$ g y talla $3,88 \pm 0,19$ cm. Los tratamientos correspondieron a la inclusión de 50, 70 mg de vitamina E y un control (sin vitamina E). La mejor sobrevivencia (100%) se obtuvo con el control, así como también los mayores valores en talla y masa (6,38 cm. y 3,73 g, respectivamente), seguidos de los tratamientos con inclusión de 70 mg y 50 mg de vitamina E (talla 5,66 cm; masa 3,29 g) y (talla 5,22 cm; masa 2,92 g), respectivamente.

Zanon *et al.* (2018), evaluaron el efecto de la vitamina E, sobre la composición de la carne, el crecimiento, los parámetros bio-químicos e inmunológicos del *Pseudoplatystoma reticulatum*. Concluyeron con base en el contenido de globulina sérica y la deposición de la vitamina E en hígado y filete, que la inclusión de $166,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ de vitamina E en la dieta para esta especie, mejora el estado inmunológico y, probablemente, la calidad de la carne de esta especie. Por su parte, Wu *et al.* (2018), evaluaron el efecto de la vitamina E en dietas sobre el crecimiento de tilapias, señalando que cantidades no menores a 40 mg.kg^{-1} de vitamina E, mejoran la productividad, calidad de carne del filete y la capacidad antioxidante del suero.

Kim *et al.* (2003) estudiaron los posibles efectos

sinérgicos de cinco dietas con diferentes niveles de ácido ascórbico, acetato de α -tocoferilo y selenio sobre el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), además de la resistencia a *Edwardsiella tarda*. Los resultados revelan que los peces alimentados con altos niveles de ácido ascórbico y acetato de α -tocoferilo presentaron significativamente mayor ganancia de masa, índice de eficiencia de alimentación, relación de eficiencia proteica y tasa específica de crecimiento; sin embargo, no hubo efecto sinérgico entre las dietas y resistencia a las enfermedades causadas por *E. tarda*. De manera similar, se realizó un estudio con el pez disco durante 56 días donde se ensayaron cuatro niveles de vitamina C, tres niveles de vitamina E y el tratamiento control. Los niveles de vitamina C de 40 mg.kg^{-1} y de vitamina E de 80 mg.kg^{-1} , otorgaron beneficios al pez, manifestando altos valores de crecimiento en cuanto a la masa y longitud, antioxidantes y actividad de las enzimas digestivas (Han-Peng *et al.* 2018).

Actualmente, el auge y desarrollo de la acuicultura, trae implícita una demanda considerable de alimentos que garanticen adecuado suministro y balance de nutrimentos, capaces de satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie a cultivar, donde la calidad de éste, repercute directamente en el crecimiento y en la salud de los organismos (Peters *et al.* 2009). Por lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapias rojas alimentados con concentrado y suplementos de vitaminas C y E.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los experimentos

La investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura, de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas, Campus Juanico, Municipio Maturín, Estado Monagas, ubicado geográficamente a $9^{\circ} 45' \text{ LN}$ y $63^{\circ} 11' \text{ de LW}$, con altitud de 65 m.

Selección de material biológico

Se seleccionaron 48 peces juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* spp.) de ambos sexos de los tanques de cultivo del Laboratorio de Piscicultura con tallas comprendidas entre 11,0 cm y 16,5 cm de longitud total. Después de la selección, se realizó la distribución de los ejemplares a razón de tres peces por acuario, para un total de 16 acuarios de vidrio, cada uno con capacidad de 98

L, y dimensiones de 35 x 70 x 40,5 cm., respectivamente. Los acuarios se colmaron con agua proveniente de los tanques de cultivo hasta 80% de su capacidad y se acoplaron a un sistema de aireación continua constituido por un compresor lineal modelo L-20NC, al cual están conectadas las piedras difusoras sumergidas en cada acuario, para mantener estables las condiciones de temperatura (entre 28,41 y 28,66 °C) mantenida con ventilación mecánica. El oxígeno disuelto se mantuvo entre 2,14-2,27 mg.L⁻¹ y el pH oscilo entre 7,90 y 7,95 durante el ensayo. Seguidamente, los peces se dejaron aclimatar durante siete días, para su posterior estudio. Se realizaron recambios parciales del agua cada siete días. Se aleatorizaron los acuarios para las cuatro dietas o tratamientos con sus respectivas cuatro repeticiones.

Elaboración de las dietas y alimentación de los peces

Antes de la elaboración de las dietas fue necesario determinar primero la cantidad de alimento que se les suministró a los peces por acuario.día⁻¹ (1), la cual se ajustó semanalmente de acuerdo a la biomasa (2) utilizando los criterios aplicados de Alvarado (1995) y por la tasa de alimentación a razón de 8% de la biomasa de cada acuario según lo señalado por Morales (1991). Los peces fueron alimentados con dos raciones diarias a las 8:00 am y a las 2:00 pm, durante 45 días.

Cantidad de alimento.día⁻¹ = Biomasa x tasa de alimentación (8%) (1)

Biomasa (g) = Número de peces x peso promedio (g) (2)

Para la alimentación de los peces, se utilizó alimento concentrado (AC) comercial especialmente formulado para tilapias con 28% de proteína cruda. Las vitaminas utilizadas procedían de Laboratorios Vargas, marca Varmolca S.A, Venezuela y presentaron las siguientes características: la vitamina C utilizada fue el ascorbato de sodio cristal, con apariencia de polvo cristalino amarillento con pH 7,7 y la vitamina E, fue α tocoferol de acetato, con apariencia de polvo cristalino con pH 7,0. El alimento concentrado (AC) utilizado se desintegró con un molino para granos, marca GENPAR, modelo GGG-121-HH, Venezuela, hasta obtener una harina para facilitar el homogeneizado con las vitaminas y garantizar el mayor consumo de alimento en los peces. La mezcla del AC con las vitaminas se realizó en bolsas plásticas con cierre hermético antes de alimentar a los peces y de acuerdo a los cálculos de biomasa.

Determinación del crecimiento y la sobrevivencia de tilapias rojas alimentadas con concentrados y suplementos de vitaminas C y E

Para determinar el crecimiento de las tilapias se midió la longitud total (talla) con una regla graduada en cm, desde la parte anterior de la cabeza (hocico) hasta la parte final de la aleta caudal y se determinó la masa en una balanza analítica marca OHAUS, modelo AR2140, EUA con apreciación de 0,001g.

La tasa de crecimiento (3) se calculó con los valores promedios obtenidos y se determinó de acuerdo a Jover-Cerdá *et al.* (1998), utilizando la siguiente ecuación:

Tasa de crecimiento (TC) = 100 [ln (masa final ÷ masa inicial) ÷ tiempo] (3)

El incremento de la biomasa (4) se determinó de acuerdo a la metodología indicada por Bastardo *et al.* (2005), aplicando la siguiente expresión:

Incremento de biomasa (IB) = biomasa final - biomasa inicial (4)

La sobrevivencia (5) se calculó mediante la fórmula propuesta por Pineda-Hernández (1999) por la siguiente ecuación:

Sobrevivencia (S) = (número final de peces ÷ número inicial de peces) x 100 (5)

Diseño experimental, variables cuantificadas

Se utilizó el diseño completamente aleatorio, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde las dietas o tratamientos empleados fueron: Tratamiento 1- AC (Alimento concentrado); Tratamiento 2- AC+0,1 g.kg⁻¹ de vitamina C; Tratamiento 3- AC+0,05 g.kg⁻¹, de vitamina E y Tratamiento 4- AC+0,1 y 0,05 g.kg⁻¹ de las vitaminas C y E, respectivamente. Se cuantificó: talla, masa, tasa de crecimiento, incremento de biomasa y sobrevivencia.

Previo al análisis de varianza (ANAVA) los valores de las variable cuantificadas fueron exploradas por las pruebas de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de los errores y de Bartlett para homogeneidad de varianza, y posterior al análisis de varianza, la comparación de los valores promedios se realizó por la prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS) a 5% de probabilidad, empleando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2017).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del crecimiento (talla, masa, tasa de crecimiento e incremento de biomasa) y la sobrevivencia de tilapias rojas alimentadas con concentrados y suplementos de vitaminas C y E.

De manera general, se puede observar en la Tabla 1,

que los valores promedios del crecimiento de la tilapia roja para las variables referidas a la talla (inicial, final y ganada) no presentaron diferencias estadísticas para los tratamientos, siendo similares sus valores promedios por la prueba MDS (Mínima diferencia significativa) a 5% de probabilidad; mientras que, para las de masa (inicial, final y ganada) ocurrió lo contrario.

Tabla 1. Valores promedios de talla y masa de las tilapias rojas suplementadas con vitaminas C y E.

Tratamientos	Talla (cm)			Masa (g)		
	Inicial	Final	Ganada	Inicial	Final	Ganada
Alimento concentrado (AC) ¹	12,84a	14,72a	1,12a	49,40b	55,37c	5,97b
AC+0,1vitC ²	14,85a	15,46a	0,85a	55,52a	61,60b	6,15b
AC+0,05vitE ³	14,60a	15,80a	1,20a	50,52b	59,74b	9,27a
AC+0,1 y 0,05vitCyE ⁴	14,51a	15,80a	1,29a	55,88a	66,57a	10,69a

1- Alimento concentrado, 2- Alimento concentrado + 0,1 g.kg⁻¹ de vitamina C; 3- Alimento concentrado + 0,05g.kg⁻¹ de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ y 0,05 g.kg⁻¹ de las vitaminas C y E, respectivamente. En las columnas, medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad.

Para la talla inicial, numéricamente, se puede señalar que los valores promedios oscilaron entre 12,84 cm y 14,85 cm, siendo el mayor valor asociado al tratamiento AC+0,1g.kg⁻¹ de vitamina C y el menor promedio estuvo vinculado al tratamiento testigo con el alimento concentrado (AC). Los valores promedios de los tratamientos AC+0,05g.kg⁻¹ de vitamina E y AC+0,1 y 0,05g.kg⁻¹ de vitamina C y E fueron inferiores al tratamiento AC+0,1vitC. Para la variable talla final, de modo análogo a lo anterior, los valores promedios oscilan entre 14,72 y 15,80 cm, siendo los más elevados asociados a los tratamientos AC+0,05vitE y AC+0,1 y 0,05vitCyE. Por otra parte, en relación a los valores correspondientes a talla ganada, para los cuales no hubo diferencias estadísticas, se puede inferir de acuerdo a los promedios obtenidos, que el tratamiento AC+0,1 y 0,05 vitCyE, presentó el valor de 1,29 cm, el cual superó numéricamente al tratamiento AC+0,05vitE, con talla de 1,2 cm. y este a su vez alcanzó mejor promedio que el tratamiento testigo de alimento concentrado (1,12 cm) y que el tratamiento AC+0,1vitC, con talla de 0,85 cm. A pesar de que los peces crecieron en talla durante los 45 días del ensayo, no se detectó diferencias significativas entre los valores promedios para cada una de las dietas evaluadas. Los resultados de las tallas de esta investigación son similares a los obtenidos por Barreto-Herrera (2010), quien aseveró que dietas con vitamina C no afectan el crecimiento (talla) de las tilapias, y de manera similar con los resultados de Echezuria-Alvarado

(2010) al alimentar alevines de tilapia con concentrado y suplementos de vitamina E, no detectando diferencias estadísticas entre las dietas; además, también consolidan lo señalado por Carbajal y De la Cruz, (2014) de que la talla en este tipo de experimentos no distingue cambios notorios que pudieran indicar diferencias entre los tratamientos evaluados.

Cuando comparados los resultados de las tallas finales obtenidos en este estudio con las obtenidas por Castro *et al.* (2004) de 15,58 cm para *O. mossambicus* cultivada en aguas duras durante 90 días, se puede argumentar que aunque los ensayos son diferentes, las tallas coinciden entre las especies. Las magnitudes en la talla obtenidas en esta investigación se ratifican con los resultados obtenidos por Castro *et al.* (2004); además, a esto se agrega la necesidad de cuantificar la talla inicial de los peces del ensayo, para luego poder realizar comparaciones entre los tratamientos estudiados como lo indica Brett (1979). Es necesario señalar que el tipo de alimento suministrado y en el caso de ser suplementado con vitaminas, las mismas pueden influir en el crecimiento de los peces como señalado por Lara *et al.* (2002), así como también los parámetros de luz y la oscuridad como lo refieren Nole y Herrera (2016), aunque en este ensayo no se evidenció ese efecto, tal comportamiento puede ser debido a que sólo se estudió el crecimiento por 45 días o como señalan Martínez-Porcha *et al.* (2009), que los organismos de menos talla, como por ejemplo larvas o juveniles de peces, tienen alta

tasa metabólica por unidad de volumen en comparación con organismos de mayor tamaño y esta condición puede hacer que los peces crezcan con similitud y no reflejen diferencias en talla.

Masa

Las tres variables cuantificadas para masa (inicial, final y ganada) mostraron diferencias estadísticas. La masa inicial osciló entre 49,4 g y 55,88 g siendo el menor valor para el tratamiento con el alimento concentrado (AC) o control y el mayor para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE (Tabla 1). Las masas iniciales de los peces utilizados en el presente estudio obedecían desde el punto de vista estadístico a dos grupos homogéneos y distintos entre sí, tal condición es debida al azar aplicado en la selección de los tratamientos. El primer grupo, formado por los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,1 y 0,05vitCyE con los mayores pesos y diferentes de los demás y el segundo grupo formado por los tratamientos alimento concentrado y AC+0,05vitE, con valores menores que los anteriores y similares entre sí.

Las masas finales de los ejemplares oscilaron entre 55,37 y 66,57 g, manteniéndose el menor valor para el testigo o control y el mayor valor para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE; sin embargo, estadísticamente se puede señalar que el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE, con 66,57 g presentó el mayor valor y difiere estadísticamente de los demás, seguido del grupo formado por los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,05vitE, con 61,67 g y 59,77 g respectivamente, similares entre sí y por último el tratamiento alimento concentrado con 55,37, con el menor valor de masa final distinto a los demás tratamientos. El comportamiento observado en el tratamiento testigo con uso exclusivo del alimento concentrado se debe a la ausencia de vitaminas, mientras que su presencia en los otros tratamientos incrementó la masa de los peces. En consecuencia, los resultados de esta investigación permiten indicar que la combinación de ambas vitaminas favorece la masa final de las tilapias.

Para la variable masa ganada se constató la formación de dos grupos distintos estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad. El primero formados por

los tratamientos AC+0,1 0,05vitCyE y AC+0,05vitE, con los mayores valores de 10,69 g y 9,27 g respectivamente, similares entre sí y distintos de los tratamientos AC+0,1vitC con 6,15 g y alimento concentrado (AC) con 5,97 g con los menores valores, similares entre sí. Estos resultados permiten indicar que los tratamientos con la adición conjunta de ambas vitaminas y la dosis de vitamina E favorecieron el incremento de la masa ganada en los peces en relación a los tratamientos con la dosis aislada de la vitamina E y el alimento concentrado. De estos hechos se puede inferir que el uso aislado de la vitamina E o combinado con la vitamina C, en conjunto con el alimento concentrado generan efecto positivo al crecimiento en masa de la tilapia.

Al comparar los valores promedios de masa final obtenidos es este estudio de 55,37 y 66,57 g con los obtenidos por Castro *et al.* (2004) a 120 días del ensayo, donde reportaron en *O. mossambicus* una masa de 46,6 g, seguida de *O. niloticus* con 26,1 g y *O. aurea* con 21,5 g, se puede señalar que sus resultados están por debajo de los reportados en este estudio y posiblemente este comportamiento sea debido a la especie utilizada, lo que indica que la tilapia (*O. spp*), alcanza mayor masa con las dietas suministradas. Es conveniente mencionar, que el trabajo de Castro *et al.* (2004), se realizó con alevines de 30 días de nacidos que crecieron durante 120 días y alcanzaron tallas entre 15,21 y 20,17 cm, mientras que en este estudio aun utilizando juveniles, las tilapias alcanzaron tallas entre 14,7 cm y 15,8 cm., a los 45 días. Al respecto, Carbajal y De la Cruz (2014), mencionan que la tilapia nilótica tiene incremento en masa ascendente mientras transcurre el tiempo, tal como sucedió en este estudio.

Tasa de crecimiento

En la Tabla 2, se muestra la tasa de crecimiento de los peces, para la cual se evidenció diferencias estadísticas entre los tratamientos; siendo que los mayores valores promedios están asociados a los tratamientos AC+0,05vitE y AC+0,1 y 0,05vitCyE, estadísticamente similares entre sí y diferentes a AC+0,1vitC y al alimento concentrado (AC), también similares entre sí y con los menores valores de tasa de crecimiento.

Tabla 2. Valores promedio para las variables tasa de crecimiento, incremento de biomasa y sobrevivencia de las tilapias rojas suplementadas con vitaminas C y E.

Tratamientos	Variables		
	Tasa de crecimiento (%.d ⁻¹)	Incremento de biomasa (g)	Sobrevivencia (%)
Alimento concentrado (AC) ¹	0,23b	51,66b	58,33c
AC+0,1vitC ²	0,25b	59,62ab	66,70b
AC+0,05vitE ³	0,37a	69,00ab	66,74b
AC+0,1 y 0,05vitCyE ⁴	0,38a	80,74a	100,00a

1- Alimento concentrado (AC); 2- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ de vitamina C; 3- AC+ 0,05 g.kg⁻¹ de vitamina E y 4- AC+ 0,1 g.kg⁻¹ y 0,05 g.kg⁻¹ de las vitaminas C y E, respectivamente. En las columnas, medias seguidas con la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba MDS a 5% de probabilidad.

Estos resultados indican que las concentraciones de vitaminas C y E utilizadas, influyeron sobre la tasa de crecimiento de las tilapias debido a que los mayores valores fueron obtenidos en los tratamientos AC+0,1 y 0,05vitCyE y AC+0,05vitE, respectivamente. La comparación de los resultados obtenidos de tasa de crecimiento en este estudio (0,23-0,38 %.dia⁻¹) y los reportados por Castillo y Sánchez (2018), están dentro del rango registrado de 0,23%.dia⁻¹ a 2,7%/dia⁻¹; así como también, coinciden con los expuestos por Hernández-Barraza *et al.* (2016), de 0,25 a 0,40 %g.dia⁻¹ y con los de 0,23%.dia⁻¹ a 0,35 %.dia⁻¹ mencionados por Nole y Herrera (2016); sin embargo, se encuentran por debajo de los señalados por Mena *et al.* (2002), para el híbrido (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) de 4,27 %.dia⁻¹ como porcentaje de masa ganada; de manera similar, con los indicados por Delgado-Vidal *et al.* (2009), en tilapia (*Oreochromis niloticus*) sometida a estrategia de alimentación compensatoria con harina de plátano de 5,76 %.dia⁻¹ a 2,64 %.dia⁻¹ para el tratamiento control o alimento balanceado. Posiblemente esas diferencias en tasa de crecimiento se atribuyan a las distintas condiciones del ensayo, al tipo de alimento suministrado y a la edad de los ejemplares que se comparan. Por otro lado, los valores de la tasa de crecimiento en este ensayo superan a los señalados por Salazar y Ascanio (2007), de 0,001 y 0,06 %.dia⁻¹ en alevines del tetrahíbrido de tilapia (*Oreochromis* spp.) y posiblemente atribuido al tamaño de los ejemplares, ellos utilizaron alevines y en este trabajo se emplearon peces con tallas de juveniles. Por su parte Rincón *et al.* (2012), señalaron que el crecimiento de los peces no se ve limitado por la naturaleza de los diferentes ingredientes constituyentes de cada una de las dietas experimentales. En este particular, Lucas (1996), mencionó que una vez que el pez alcanzó su

máxima talla, su tasa de crecimiento es nula y la energía que anteriormente era canalizada para crecimiento, es dirigida hacia la reconstrucción de tejidos dañados, renovación de estructuras corporales, así como también a la reproducción.

Delgado-Vidal *et al.* (2009), relatan que al alimentar tilapias (*Oreochromis niloticus*) con crecimiento compensatorio utilizando harina de plátano, mencionan valores de tasa de crecimiento que van desde 5,76 %.dia⁻¹ hasta -0,40 %.dia⁻¹ como las obtenidas para el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE o solo con alimentación a base de harina de plátano producto de una evaluación realizada durante 8 semanas. Se puede señalar que aunque en este ensayo no se evaluó la tasa de crecimiento de forma continua, sino al final del experimento, los valores de este estudio están muy cerca del rango que se menciona en la investigación. Por lo tanto, a medida que transcurre el tiempo es posible que disminuya la tasa de crecimiento como sucedió también en el ensayo realizado por Castillo y Sánchez, (2018), lo cual puede estar asociado a la versatilidad que tiene esta especie para asimilar y transformar los nutrimentos.

Incremento de biomasa

Se observó (Tabla 2) diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para el incremento de la biomasa. Sus valores promedio oscilaron entre 51,66 g y 80,74 g; correspondiendo el menor valor al tratamiento con alimento concentrado y el mayor valor al tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE (Tabla 2). Por la prueba de mínima diferencia significativa (MDS) a 5% de probabilidad, se detectó que el tratamiento donde se combinaron las vitaminas con el alimento concentrado presentó el mayor incremento de biomasa mientras que el tratamiento testigo (AC) mostró el menor valor de

esta variable. Los tratamientos con la adición aislada de cada una de las vitaminas: AC+0,1vitC y AC+0,05vitE), formaron un grupo intermedio que no difieren de los antes mencionados.

Por otra parte, Brandão *et al.* (2005) señala que el estrés es un factor que afecta el crecimiento debido a que se incrementan los niveles de glucosa en la sangre para compensar situaciones desfavorables en lugar de destinarse la energía al crecimiento. En este sentido, se considera el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE como el más efectivo para incrementar la biomasa en tilapias. Es pertinente señalar que los suplementos de vitaminas C y E, sobre los valores requeridos para el crecimiento, tienen efecto positivo, pero no actúan de forma sinérgica sobre los niveles mínimos requeridos en el desempeño del crecimiento y resistencia a enfermedades en tilapia (Kim *et al.* 2003).

Kim *et al.* (2003) emplearon concentraciones de vitaminas C y E combinadas con el propósito de evaluar el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) y su posible efecto sinérgico de la suplementación, hubo significativamente mayor ganancia de masa en las tilapias, como también mayor tasa de crecimiento, destacando además que no se apreció efecto sinérgico aún con la adición en exceso de vitaminas en las dietas. En este trabajo, las concentraciones utilizadas fueron menores a las empleadas por Kim *et al.* (2003), y no se encontró diferencia; es posible que al aumentar la concentración de las vitaminas se obtenga mayores valores de incremento de biomasa para la especie. Es de hacer notar que Barreto-Herrera (2010) evaluó concentraciones desde 750 hasta 1750 mg de vitamina C.kg⁻¹ de alimento sin combinación con otras vitaminas, las cuales no afectaron el crecimiento de tilapias (*Oreochromis* spp.).

Sobrevivencia

La variable sobrevivencia (Tabla 2) presentó diferencias significativas para los tratamientos ($p \leq 0,05$), sus valores oscilaron entre 58,33 % y 100,00 %. La comparación de los valores promedios de los tratamientos por la prueba MDS a 5% de probabilidad se constató que el menor valor le correspondió al tratamiento testigo alimento concentrado (AC), siendo diferente al resto de los tratamientos y el mayor valor al tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE, adicionalmente los tratamientos AC+0,1vitC y AC+0,05vitE, son similares estadísticamente; además, que presentaron el mismo

valor de sobrevivencia de 66,5%, los hallazgos para esa variable indican que la inclusión de vitaminas en las dietas para tilapia, mejora la sobrevivencia. De acuerdo con Olabuenaga (2000) la combinación de la vitamina C con la E aumenta en los híbridos el sistema de defensa, la resistencia a soportar cambios ambientales y a las prácticas de manejo experimentales a las cuales son sometidos. Por otro lado, Corredor y Landines (2006) indicaron que la adición de vitaminas al alimento concentrado promueve aumento en el crecimiento, mejora la respuesta inmune, así como también el metabolismo de nutrimentos y la resistencia al estrés, al tiempo que mejora las características del producto final. Además, se puede señalar que las vitaminas C y E se encuentran entre los nutrimentos más importantes, e influyen de forma positiva en el sistema inmunológico de los peces (Montero *et al.* 1999).

Comparando los resultados obtenidos en este estudio, el tratamiento AC+0,1 y 0,05vitCyE con 100 % de sobrevivencia que representó cero (0) mortalidad, en relación a los mencionados por Marengoni (2006) para *O. niloticus* de 98,53; 99,06; 98,93 y 98,27 % cultivada a diferentes densidades de siembra, con los señalados por Hernández-Barraza (2016) de 85% en tilapia del Nilo; de 95% en tilapia con suplementación de vitamina E por Wu *et al.* (2017), y a los reportados por Castillo y Sánchez (2018) de 92% para tilapias alimentadas con dos tipos de concentrados (tilapia y camarones); se puede señalar que el promedio obtenido en este ensayo fue mayor a esos valores reportados, y se atribuye a la combinación de las vitaminas utilizadas.

De manera sostenida en esta investigación se constató que la adición de vitaminas C y E al alimento concentrado favoreció de forma significativa las variables cuantificadas, mostrando su pertinencia de uso en tecnología de manejo de juveniles de tilapia.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten señalar la particular importancia que posee de la vitamina C y E en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapia roja, debido a que favorecen las condiciones de los peces mejorando así su desarrollo.

Las dietas basadas en alimento concentrado suplementadas con vitaminas C y E en las dosis de 0,1 y 0,05 g.kg⁻¹, respectivamente, presentaron los mejores hallazgos en las variables de crecimiento y sobrevivencia de juveniles de tilapias rojas, cuantificadas en la

investigación realizada.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, por el financiamiento parcial de esta investigación.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adel A.; Khara H. 2016. The effects of different dietary vitamin C and iron levels on the growth, hematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(2) 886- 897

Alvarado, E. 1995. Sustitución de la harina de pescado por harina de carne y hueso en alimentación para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Zootecnia Tropical*, 13(2):233-243

Abmann, S. 2009. Feeding behavior of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) according to feeds made of locally available agriculture by-products in Kenya, East Africa. Tesis de Maestría, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

Beveridge M., McAndrew B. 2001. Tilapias: biology and exploitations. Londres: Kluwer Academic Publishers Fish and Fisheries; 505p.

Barreto-Herrera, E. M. 2010. Efecto de la vitamina C sobre el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Brett, J.R. 1979. Environmental factors and growth. In *Fish Physiology*. Vol. VIII. Bioenergetics and Growth. (pp. 599- 675). New York, USA: Academic Press, Inc.

Campos-Granado, C. 2015. El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. *Nutrición Animal Tropical*, 9(1): 1-23.

Cantor F. (2007). Manual de Producción de Tilapia. Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. pp 1-135.

Carbajal, J., De la Cruz, V. 2014. Efecto de la inclusión de harina de ensilado de *Psidium guajava* “guayaba” en

dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” en laboratorio. Universidad Nacional del Santa. Perú. 54 p.

Castillo, C.L.F. 2001. Tilapia roja una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después. Cali, Valle, Colombia. (www.todomaiz.com/acqua-pia/). Revisado: 10 mayo 2016.

Castillo, W., Lombardi, C., Sánchez O. 2015. Vitamina C y mananoligosacaridos (MOS) en dietas de tilapia, *Oreochromis niloticus*, sobre el comportamiento productivo, parámetro hematológicos y salud intestinal, criadas a temperaturas inferiores al confort. *Pueblo cont.*, 26(1): 91-103

Castro-Rivera, R.; Paz, H. J., Aguilar-Benítez, G. 2004. Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, México. *Revista AquaTIC.*, 20:38-43.

Castillo, V., Sánchez, S. 2018. Efecto de dos dietas comerciales: alimento de tilapia vs alimento de camarones, sobre el crecimiento de tilapia *Oreochromis niloticus* en condiciones experimentales de invernadero. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León. Ingeniero acuícola. 60 p.

Corredor, A., Landines, M. 2009. Efecto del ácido ascórbico sobre la respuesta de los peces ante condiciones de estrés. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, 56:53-66.

Chagas, E., Val, A. 2006. Ascorbic acid reduces the effects of hypoxia on the Amazon fish tambaqui. *Journal of Fish Biology*, 69(2):608-612.

Chen, Y. J., Yuan, R. M., Liu, Y. J., Yang, H. J., Liang, G. Y., Tian, L. X. (2015). Dietary vitamin C requirement and its effects on tissue antioxidant capacity of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture*, 435, 431–436. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.013>

Cuaical, C., Vallejo, E., Franco, H., Sanguino, W. 2013. Efecto de la densidad de siembra y la adición de ácido ascórbico en el cultivo de *Osteoglossum bicirrhosum*. *Rev. MVZ Córdoba*, 18(3):3799-3806

- Delgado-Vidal, F. K., Gallardo-Collí, A., Cuevas-Pérez, L., García-Ulloa, M. 2009. Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(2): 55-70.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F.; Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echezuria-Alvarado, M. Á. 2010. Efecto de la vitamina E (α -tocoferol de acetato) sobre el crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.
- El-Sayed, A.F., Kawanna, M., 2004. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. *Aquaculture*, 231:393-402.
- Fisher, G. 2008. Micronutrients, animal nutrition, and the link between the applications of micronutrients to crops and animal health. *Turk. J. Agric. For.*, 32: 221-233.
- Gao, J., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Mamauag, R. E. P. (2014). Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil. *Aquaculture*, 422, 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.11.031>
- Gutiérrez-Espinosa, M., Velasco-Garzón, G.; León-Morales, C. 2019. Revisión: necesidades nutricionales de peces de la familia Pimelodidae en Sudamérica (Teleostei: Siluriformes). *Biol. Trop.*, 67(1): 146-163
- Han-Peng, L., Wen B., Zai-Zhong, Ch., Jian-Zhong, G., Ying, L., Yi-Ci. Z., Zi-Xuan, W.; Peng, Y. 2018. Effects of dietary vitamin C and vitamin E on the growth, antioxidant defense and digestive enzyme activities of juvenile discus fish (*Symphysodon haraldi*). *Aquaculture Nutrition*, 25:176–183.
- Hernández-Barraza, C. y Trejo-Martínez, A., Loredó-Osti, J., Gutiérrez-Salazar, G. 2016. Evaluación de la eficiencia productiva de tres líneas de tilapia con reversión sexual en un sistema de recirculación. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 44(4): 869-874.
- Ispir, U., Yonar, M.E., Oz, O.B. 2011. Effect of dietary vitamin E supplementation on the blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(3):566-569.
- Jover-Cerdá, M.; Pérez-Igualada, L.; Zaragoza, L. y Fernández-Carmona, J. 1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*, L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. *Archivos de Zootecnia*, 47(177):11-20.
- Kim, K. W.; Wang, X.; Choi, S. M.; Park, G. J.; Koo, J. W., Bai, S. C. 2003. No synergistic effects by the dietary supplementation of ascorbic acid, α -tocopheryl acetate and selenium on the growth performance and challenge test of *Edwardsiella tarda* in fingerling Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*, 34(12):1053-1058.
- Lara-Flores, M.; Escobar-Briones, L., Olvera-Novoa, M. A. 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México. 314-315p.
- Lu, Y., Liang, P., Jin, M., Sun, P., Ma, N., Yuan, Y., Zhou, Q. 2016. Effects of dietary vitamin E on the growth performance, antioxidant status and innate immune response in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture*, 464:609–617.
- Lucas, A. 1996. *Bioenergetics of Aquatic Animals*. Taylor & Francis. 169p.
- Medina, 2018. Caracterización fisiológica y metabólica de la tilapia tetra híbrida Pargo UNAM a diferentes temperaturas y salinidades de aclimatación. Doctorado en Ciencias en Ciencias de la Vida con

orientación en Biotecnología Marina. México. 106p.

Mena-Herrera, A.; Sumano-López, H., Macías-Zamora, R. 2002. Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) x *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones de laboratorio. Veterinaria México, 33(1):39-48.

Marengoni, N.G. 2006. Produção de tilapia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. Archivos de Zootecnia, 55(210):127-138.

Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L., Ramos-Enríquez, R. 2009. Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 10:10.

Marroquí, E. 2018. Efecto de la inclusión de ingredientes no tradicionales en la alimentación de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) sobre parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea. Universidad de San Carlos de Guatemala. Medicina veterinaria. Guatemala. 61 p.

Misra, C. K.; Das, B. K.; Mukherjee, S. C., Pradhan, J. 2007. Effects of dietary vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings. Aquaculture Nutrition. 13(1):35-44. En: Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. 3-6 septiembre. (pp. 314-335). Cancún, Quintana Roo, México.

Montero, D.; Marrero, M.; Izquierdo, M. S.; Robaina, L.; Vergara, J. M., Tort, L. 1999. Effect of vitamin E and C dietary supplementation on some immune parameters of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles subjected to crowding stress. Aquaculture, 171(3-4):269-278.

Montoya, A. 2018. Caracterización fenotípica, genotípica y productiva de la tilapia en Antioquia, Colombia. Universidad de Antioquia Colombia. 164 p.

Morales, A. 1991. La tilapia en México. Biología, cultivo y Pesquería. A.G.T. México. 190 p.

Muret, J., Marie, C., Fitting, C., Payen, D., Cavailon, J, M. 2000: *Ex vivo* Lymphocyte derived cytokine, production in SIRS patients is influenced by experimental procedures. Shock, 13:169-174.

Musita, A., Owiti, D., Balirwa, J., Otieno, A. (2015). Peanut-based diets and growth performance of pond-cultured Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus* L.) at Busoga University farm, Eastern Uganda. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 2(6): 306-312.

Ng, W. K., Romano, N. 2013. A review of the nutrition and feeding management of farmed tilapia throughout the culture cycle. Rev. Aquacult., 4: 1-35.

Nole, J., Herrera, R. 2016. Evaluación del fotoperiodo en el crecimiento y parámetros productivos del cultivo de alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). Universidad Nacional del Callao. Perú 131 p.

Olabuenaga, S. E. 2000. Sistema inmune en peces. Gayana (Concepción). 64(2):205-215.

Peters, D. R. R., Morales, A. E. D., Morales, S., Nerva, M., Hernández, R. J. L. 2009. Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de Lemna obscura como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Revista Científica (FCV-LUZ), 19(3):303-310.

Pineda-Hernández, R. 1999. Elaboración y evaluación de dietas a partir de harinas de barrilete (*Euthymnus linneatus*) y rasposa (*Haemulon maculiconda*) como alimento de bagre (*Ictalurus punctatus*) en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, México.

Rincón, D.; Velásquez, H., Dávila, M., Semprun, A., Morales, E., Hernández, J. 2012. Substitution levels of fishmeal by *Arthrospira* (= *Spirulina*) maxima meal in experimental diets for red tilapia fingerlings (*Oreochromis*). Rev. Colomb. Cienc. Pecuarias, 25:430-437.

Salazar-Salazar, E. R., Ascanio-Rodríguez, A. Y. 2007. Sustitución de un alimento comercial por una mezcla elaborada a base de harina de pescado y dos

de leguminosas en dietas para alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Tesis de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

Sánchez, M., Barroso, F., Manzano, F. 2014. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65:16-27.

Torres-Novoa, D., Hurtado-Nery, V. 2012. Requerimientos nutricionales para Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Orinoquia*, 16(1): 63-68.

Verlhac, V., Gabaudan, J. 2007. The effect of vitamin C on fish Elath. Centre for Research in Animal Nutrition,

Society Chimique Roche, Saint-Louis Cedex, France. 36p.

Wu, F., Jiang, M., Wen, H., Liu, W., Tian, J., Yang, C. G., Huang, F. 2017. Dietary vitamin E effects on growth, fillet textural parameters, and antioxidant capacity of genetically improved farmed tilapia (GIFT), *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture International*, 25:991-1003.

Zanon, R., Silva, T., Cerozi, B., Cyrino, J. 2018. Effects of graded levels of dietary vitamin E on striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture Research*, 49(4):1423-1429.

Evaluación de extractos de desechos de toronja (*Citrus paradisi*) como sustancia bioactiva para formulación de un desinfectante para alimentos frescos

Adonis, Bello-Alarcón^{1*}; Meribary, Monsalve-Paredes²; Celeste, Carrillo-Tomalá³

Resumen

La búsqueda de antimicrobianos naturales que puedan ser utilizados como productos de desinfección de frutas y vegetales frescos es una necesidad de los consumidores y la industria de alimentos mínimamente procesados. En Ecuador, se utilizan productos con esta finalidad cuyas materias primas son importadas, por tal motivo se planteó evaluar una sustancia bioactiva a partir de los desechos de la producción nacional de toronja. Las semillas, el albedo (mesocarpio) y la cáscara (exocarpio) se sometieron a procesos de extracción por Soxhlet, utilizando etanol como disolvente. Para cada extracto se evaluó su actividad antimicrobiana por el método de difusión de Kirby-Bauer modificado (pozos) frente a diferentes patógenos: *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Rhizopus stolonifer*. Los extractos de albedo y cáscara presentaron actividad antibacteriana frente a *E. coli* y *S. aureus*, mientras que el extracto de semillas no mostró sensibilidad frente a ninguno de los microorganismos, a la concentración ensayada. A partir de estos resultados se prepararon diferentes mezclas de los extractos bioactivos manteniendo la actividad antibacteriana y logrando actividad antifúngica frente a *R. stolonifer*. Este último resultado fue superior al obtenido para la evaluación de un producto comercial con principio activo de semillas de toronja.

Palabras clave: toronja, *Citrus paradisi*, antimicrobiana

Evaluation of waste extracts of grapefruit (*Citrus paradisi*) as a bioactive substance for the formulation of a disinfectant for fresh foods

Abstract

The search for natural antimicrobials that can be used as disinfection products for fresh fruits and vegetables is a necessity for consumers and the minimally processed food industry. In Ecuador, products are used for this purpose whose raw materials are imported, for this reason it was proposed to evaluate a bioactive substance from the waste of the national grapefruit production. The seeds, albedo (mesocarp) and peel (exocarp) were subjected to extraction processes by Soxhlet, using ethanol as solvent. For each extract, its antimicrobial activity was evaluated by the modified Kirby-Bauer diffusion method (wells) against different pathogens: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Rhizopus stolonifer*. The albedo and shell extracts showed antibacterial activity against *E. coli* and *S. aureus*, while the seed extract showed no sensitivity against any of the micro-organisms, at the concentration tested. Based on these results, different mixtures of the bioactive extracts were prepared, maintaining antibacterial activity and achieving antifungal activity against *R. stolonifer*. The latter result was superior to that obtained for the evaluation of a commercial product with grapefruit seed active ingredient.

Key word: grapefruit, *Citrus paradisi*, antimicrobial

Recibido: 15 de noviembre de 2019

Aceptado: 06 de abril de 2020

¹ Dr. Ciencias Farmacéuticas; Docente en la Universidad de Guayaquil, Ecuador; adonis.belloa@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-7664-4484>

² Dra. Química de Polímeros; Docente en la Universidad de Guayaquil, Ecuador; meribary.monsalvep@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4883-806X>

³ Química Farmacéutica; Docente de la Universidad de Guayaquil, Ecuador; celeste.carrillot@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4864-4329>

*Autor para correspondencia: adonis.belloa@ug.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

Las frutas cítricas no solo son una rica fuente de vitamina C, sino que también son abundantes en nutrientes como fibra dietética, azúcares y minerales, responsables del alto valor nutricional (Zema et al., 2018). Por otro lado, los metabolitos secundarios como flavonoides, limonoides, ácidos orgánicos y cumarinas identificados en estas frutas, poseen varios beneficios para la salud, como por ejemplo: efecto diurético (Ng et al., 2015) y actividad antioxidante (Cristóbal-Luna, Álvarez-González, Madrigal-Bujaidar, & Chamorro-Cevallos, 2018), anticancerígena, neuroprotectora (Wei-Lun, Hyuk & Wang, 2017) y antiinflamatoria (Ganzer, Aberham, & Stuppner, 2006).

La toronja (*Citrus paradisi*) es la tercera fruta cítrica que más se cultiva en todo el mundo después de la naranja y la mandarina (USDA, 2016). El fruto se consume fresco o procesado; aunque el consumo de su jugo industrializado ha aumentado en los últimos años (Aadil, Xin-An, Zhong and Da-Wen, 2013). El rendimiento del jugo es menos de la mitad del peso de la fruta lo que genera un alto volumen de desechos (Galanakis, 2012; Garcia-Castello Rodriguez-Lopez, Mayor, Ballesteros, Conidi & Cassano, 2015).

En Ecuador, la producción anual de Toronja supera las 5000 toneladas y no existe una política generalizada de aprovechamiento de los residuales a pesar que se conoce la actividad antimicrobiana informada para diferentes partes del fruto (Badawy & Abdelgaleil, 2014). Por tanto, considerando que los antimicrobianos naturales se han utilizado como conservantes en diferentes productos alimenticios (Roller y Seedhar, 2002) el objetivo de esta investigación es evaluar el potencial antimicrobiano de extractos etanólicos obtenidos a partir de los desechos de la producción industrial de jugo de toronja cultivada en el país.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

El material vegetal (cáscaras, albedo y semillas) fue recolectado en diferentes locales de ventas de jugos de frutas ubicados en la ciudad de Guayaquil, de la provincia del Guayas. Los desechos fueron clasificados, lavados y separados manualmente. Cada una de las partes se secó en estufa VWR Scientific 350 GM a 40°C hasta peso constante. Posteriormente se pulverizaron por separado con empleo de un molino marca IKA-MF10 y se conservados en bolsas de polietileno a

temperatura ambiente

Extracción

La extracción se realizó en equipo Soxhlet con etanol al 95 % como disolvente. En cada dedal se pesaron 50 gramos de cada una de las partes y el proceso fue continuo por 7 horas. Los extractos obtenidos se filtraron con papel de filtro y posteriormente se rotaevaporaron (IKA RV8) a temperatura controlada y presión de vacío. Cada extracto fue conservado en un recipiente ámbar hasta el momento de su utilización. Para la determinación del rendimiento de sustancias sólidas de los extractos se utilizó un método gravimétrico en el cual se añadieron 2 mL de cada extracto y se dejaron evaporar en estufa con recirculación de aire a 60°C. Los ensayos se realizaron por triplicado y como criterio de secado se consideró peso constante.

Actividad antimicrobiana

La selección de las cepas para este ensayo se fundamentó en microorganismos que afectan la inocuidad y el deterioro de frutas y vegetales. Las cepas evaluadas fueron *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Rhizopus stolonifer* (ATCC 20577), las cuales se hidrataron en caldo Infusión Cerebro Corazón (ICC), se incubaron (Memmert) por 24 horas a 37°C para su reproducción en condiciones normales, luego se sembraron en agares selectivos dependiendo del microorganismo, incubándose por 24 horas a 37°C. Posteriormente, se seleccionaron colonias aisladas suspendiéndolas en caldo ICC por 24 h a 37°C.

La actividad antimicrobiana de los extractos frente a los microorganismos propuestos se realizó según la técnica de Kirby Bauer modificado. La suspensión ajustada a 0,5 equivalente $1,5 \times 10^8$ UFC/mL (Kuetz et al., 2006) en la escala de Mc Farland, se sembró en el agar Mueller Hinton después de 15 minutos y se procedió a perforar pozos de 5 mm de diámetro. Posteriormente, en los pozos, utilizando una pipeta automática, se colocaron 100 µL de cada uno de los extractos. Las cajas Petri preparadas fueron incubadas a 37°C durante 24 horas para bacterias y 7 días para hongos. Luego de este período se realizó la lectura de los halos de inhibición, expresados en milímetros (Toribio Oriani, y Skliar, 2004). Cabe mencionar que para la dilución de las fracciones se utilizó Tween 80 al 0.01% como disolvente (Kuetz, Ngameni, Simo,

Tankeu, Ngadjui, Meyer, Lall & Kuate, 2006).

Para el desarrollo del producto se mezclaron volúmenes exactos de los extractos que mostraron actividad antimicrobiana, asegurando una disolución

homogénea.

III. RESULTADOS

Los rendimientos obtenidos de sólidos totales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento de los extractos etanólicos de las diferentes partes del fruto de toronja

Extracciones	Cáscara	Albedo	Semilla
1	0,096 g	0,032 g	0,051 g
2	0,095 g	0,033 g	0,076 g
3	0,096 g	0,033 g	0,061 g
MEDIA	0,096± 0,001g	0,033± 0,001g	0,063 ± 0,013g
RENDIMIENTO	17,4 %	6,6 %	12,6 %

En las tablas 2 y 3 se presentan los resultados de los ensayos antimicrobianos.

Tabla 2. Diámetros de los halos de inhibición obtenidos mediante la aplicación del extracto etanólico de toronja.

Microorganismo	Cáscara		Albedo		Control positivo	
	100%	80%	100%	80%	C	G
<i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 85273	5mm (R)	5mm (R)	5mm (R)	5mm (R)	30±1	28±1
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 07184	6mm (I)	5mm (R)	9mm (S)	5mm (R)	28±1	20±1
<i>Escherichia coli</i> ATCC 47396	6mm (I)	4mm (R)	9mm (S)	8mm (I)	35±1	22±1
<i>Rhizopus stolonifer</i> ATCC 20577	6mm (I)	2mm (R)	6mm (I)	5mm (R)	-	-

C= ciprofloxacina

G= gentamicina

S= sensible > 9 mm

I= intermedia o Moderada 6-9 mm

R= resistente < 6 mm

Tabla 3. Diámetros de los halos de inhibición obtenidos mediante la aplicación de mezclas de los extractos etanólicos de albedo y cáscara.

Microorganismo	Albedo: cáscara (v/v)				PC
	5:5	4:6	7:3	6:4	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 07184	10mm (S)	9mm (I)	9mm (S)	9mm (S)	26mm (S)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 47396	5mm (R)	5mm (R)	5mm (S)	-	13mm (S)
<i>Rhizopus stolonifer</i> ATCC 20577	13mm (S)	9mm (S)	11mm (S)	13mm (S)	8mm (S)

PC= producto comercial a base de extracto de toronja para la desinfección de vegetales y frutas

S= sensible > 9 mm

I= intermedia o Moderada 6-9 mm

R= resistente < 6 mm

IV. DISCUSIÓN

Los mayores rendimientos de sólidos se obtuvieron en cáscara y semilla, lo que sugiere una

mayor acumulación de compuestos polares en estos órganos vegetales. En la literatura existen reportes de la presencia de terpenoides, flavonoides como

hesperidina, neohesperidina y tangeritina (Sawamura, 2005; Londoño-Londoño, Rodrigues, Lara, Gil, Creczynski, Arango & Ramirez, 2010) y otros que justifican el resultado obtenido en cáscara (Flamini & Cioni, 2010; Ren et al., 2015). Para las semillas son los metabolitos primarios como azúcares, aminoácidos, péptidos y proteínas los que pudieran determinar este resultado (Rawson, Tiwari, Patras, Brunton, Brennan, Cullen & O'Donnell, 2011; Costa, Fonteles, De Jesus, et al., 2013). En el caso del albedo el bajo rendimiento se asocia a la acumulación de fibras que en las condiciones empleadas no se extraen con facilidad (Karaman, Yilmaz, & Tuncel, 2017).

En la determinación del ensayo antimicrobiano mediante el método de difusión en agar, los extractos de albedo y cáscara presentaron actividad frente a las bacterias *E. coli* y *S. aureus*, a las concentraciones ensayadas. Sin embargo frente a *P. aeruginosa* ninguno de los extractos analizados presentó actividad, como se puede observar en la tabla 2. El extracto de semillas no mostró actividad frente a ninguna de las cepas ensayadas. Resultados similares fueron recopilados en la literatura. Por ejemplo, Okunowo, Oyedeji, Afolabi & Matanmi (2013) informaron halos de inhibición de 11,33 y 9, 67 mm frente a *E. coli* y *S. aureus*, respectivamente a partir de un extracto etanólico (8 µg/ml) obtenido de la cáscara. La mayoría de los artículos justifican la actividad antibacteriana y antifúngica con la abundancia de terpenos y terpenoides en el aceite esencial en extractos de mediana polaridad y los flavonoides y glucósidos de flavonoides (flavononas y polimetoxiflavonas) en los más polares. Ambos grupos de metabolitos son comunes en la cáscara y el albedo del fruto de toronja (Cushnie & Lamb, 2005; Ortuño, Báidez, Gómez, Arcas, Porras, García-Lidón & Del Río, 2006;).

Aunque en la literatura científica se informan actividad antifúngica significativa para los extractos de toronja, en nuestro caso solo se comprobó una inhibición intermedia probablemente como consecuencia de la concentración de los metabolitos presentes en el extracto o el tipo de hongo ensayado (Duccio, Guizzardi, Biondi, Renda & Ruberto, 1998; Ortuño et al., 2006). En el primer caso se puede mejorar la concentración de metabolitos activos optimizando las condiciones de extracción (Gómez-Mejía, Rosales-Conrado, León-González, & Madrid, 2019) y en el segundo caso, hay que considerar que la finalidad del

producto es higienizar las frutas y verduras donde la variabilidad de patógenos pudiera ser amplia por tanto los productos que tenga un espectro de acción amplio suelen ser más útiles que aquellos altamente sensible pero a uno o pocos microorganismos (Caccioni, Guizzardi, Biondi, Agatino Renda, & Ruberto, 1998; Kumar, K., Narayani, M., Subanthini, A. & Jayakumar M. 2011; Sharma, Mahato, Cho, & Lee, 2017; Ochoa-Velasco, Salcedo-Pedraza, Hernández-Carranza, & Guerrero-Beltrán, 2018).

Los resultados previos permitieron diseñar combinaciones con vista a potenciar la actividad antimicrobiana y establecer una propuesta que pueda ser usada como principio activo en la elaboración de un conservante natural para la industria alimenticia. En la tabla 3 se pudo observar como en cada una de las mezclas se logró no solo mantener la actividad antibacteriana sino que se alcanzó un importante efecto antifúngico frente al hongo ensayado.

Los resultados evidencian las potencialidades antimicrobianas de los desechos de la producción de jugo de toronja cultivadas en el país. Es evidente que es posible aprovechar estos residuos no solo como posible antibacteriano sino además como antifúngico al menos frente a *R. stolonifer*. En general, los microorganismos ensayados son patógenos comunes en las frutas, verduras y otros productos vegetales que son consumidos de forma fresca y no siempre con la higiene adecuada. La desinfección implica un gasto adicional asociado al uso de productos comerciales importados que tienen un valor relativamente alto en el mercado nacional o productos químicos que muchas veces resultan tóxicos para el operador y el consumidor.

V. CONCLUSIONES

Los extractos alcohólicos obtenidos de los residuales de la producción de jugo de toronja presentan actividad antibacteriana y antifúngica por lo que es posible proponer su uso en el desarrollo y producción de un conservante natural para la inocuidad de alimentos frescos y mínimamente procesados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aadil, R.M., Xin-An, Z., Zhong, H. & Da-Wen, S. (2013). Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. *Food Chemistry*, Volume 141, Issue 3, Pages 3201-3206. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.008>.

- Badawy, M. E. I., & Abdelgaleil, S. A. M. (2014). Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. *Industrial Crops and Products*, 52, 776-782. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.003>
- Caccioni, D. R. L., Guizzardi, M., Biondi, D. M., Agatino Renda, & Ruberto, G. (1998). Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. *International Journal of Food Microbiology*, 43(1), 73-79
- Costa, M.G., Fonteles, T.V., De Jesus, A., Almeida, F., De Miranda M., Fernandes F. & Rodrigues, S. (2013). *Food Bioprocess Technol* 6: 997. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0746-9>
- Cristóbal-Luna, J. M., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E., & Chamorro-Cevallos, G. (2018). Grapefruit and its biomedical, antigenotoxic and chemopreventive properties. *Food and Chemical Toxicology*, 112, 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.038>
- Cushnie T.P. & Lamb J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*. Volume 26, Issue 5, Pages 343-356. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002>.
- Duccio, R.L., Guizzardi, M., Biondi, D., Renda, A. & Ruberto, G. (1998). Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. *International Journal of Food Microbiology* Volume 43, Issues 1-2, Pages 73-79. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00099-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00099-3)
- Flamini, G., & Cioni, P. L. (2010). Odour gradients and patterns in volatile emission of different plant parts and developing fruits of grapefruit (*Citrus paradisi* L.). *Food Chemistry*, 120(4), 984-992. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.037>
- Galanakis, C.M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, Volume 26, Issue 2, Pages 68-87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.03.003>.
- Ganzer, M., Aberham, A., & Stuppner, H. (2006). Development and Validation of an HPLC / UV / MS Method for Simultaneous Determination of 18 Preservatives in Grapefruit Seed Extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 3768-3772
- García-Castello, E.M., Rodríguez-López, A.D., Mayor, L., Ballesteros, R., Conidi, C. & Cassano, A. (2015). Optimization of conventional and ultrasound assisted extraction of flavonoids from grapefruit (*Citrus paradisi* L.) solid wastes. *LWT - Food Science and Technology*, Volume 64, Issue 2, Pages 1114-1122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.024>.
- Gómez-Mejía, E., Rosales-Conrado, N., León-González, M. E., & Madrid, Y. (2019). Citrus peels waste as a source of value-added compounds: Extraction and quantification of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*, 295, 289-299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.136>
- Karaman E., Yılmaz E., & Tuncel N. B., (2017). Physicochemical, microstructural and functional characterization of dietary fibers extracted from lemon, orange and grapefruit seeds press meals. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 11, 9-17, <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2017.06.001>.
- Kuete, V., Ngameni, B., Simo, C.C.F., Tankeu, R.K., Ngadjui, B.T., Meyer, J.J.M., Lall, N. & Kuate, J.R. (2006). Actividad antimicrobiana de los extractos crudos y compuestos de *Ficus chlamydocarpa* y *Ficus cordata* (Moraceae) *J Ethnopharmacol*; 120 17-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2008.07.026>
- Kumar, K., Narayani, M., Subanthini, A. & Jayakumar M. (2011). Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Citrus Fruit Peels -Utilization of Fruit Waste. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 3. 5414-5421
- Londoño-Londoño, J., Rodrigues, V., Lara, O., Gil, A., Crecsynski, T., Arango, G., Ramirez, J.R. (2010). Clean recovery of antioxidant flavonoids from citrus peel: Optimizing an aqueous ultrasound-assisted extraction method. *Food Chemistry*, Volume 119, Issue 1, Pages 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.075>.

- Ng, T. B., El-Din Ahmed Bekhit, A., Fang, E. F., Li, X., Lu, Q., Guo, H., & Wong, J. H. (2015). Grapefruit (*Citrus paradisi*) oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 463–470). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00052-3>
- Ochoa-Velasco, C. E., Salcedo-Pedraza, C., Hernández-Carranza, P., & Guerrero-Beltrán, J. A. (2018). Use of microbial models to evaluate the effect of UV-C light and trans-cinnamaldehyde on the native microbial load of grapefruit (*Citrus × paradisi*) juice. *International Journal of Food Microbiology*, 282, 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.023>
- Okunowo, W., Oyediji, O., Afolabi, L. and Matanmi, E. (2013). Essential Oil of Grape Fruit (*Citrus paradisi*) Peels and Its Antimicrobial Activities. *American Journal of Plant Sciences*, Vol. 4 No. 7B, pp. 1-9. doi: 10.4236/ajps.2013.47A2001.
- Ortuño, A., Báidez, A., Gómez, P., Arcas, M.C., Porrás, I., García-Lidón, A. & Del Río, J.A. (2006). *Citrus paradisi* and *Citrus sinensis* flavonoids: Their influence in the defence mechanism against *Penicillium digitatum*. *Food Chemistry*, Volume 98, Issue 2, Pages 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.017>.
- Rawson, A., Tiwari, B.K., Patras, A., Brunton, N., Brennan, C., Cullen, P.J. & O'Donnell C. (2011). Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. *Food Research International*, Volume 44, Issue 5, Pages 1168-1173. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.005>
- Ren, J.-N., Tai, Y.-N., Dong, M., Shao, J.-H., Yang, S.-Z., Pan, S.-Y., & Fan, G. (2015). Characterisation of free and bound volatile compounds from six different varieties of citrus fruits. *Food Chemistry*, 185, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.142>
- Roller, S. y Seedhar, P. (2002) El carvacrol y el ácido cinámico inhiben el crecimiento microbiano en melones y kiwis recién cortados a 4 ° C y 8 ° C. *Cartas en Microbiología Aplicada*, 35, 390-394. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765X.2002.01209.x>
- Sawamura, M. (2005). Volatile constituents of Redblush grape fruit (*Citrus paradise*) and pummelo (*Citrus grandis*) peel essential oil from Kenya. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25(53), 9790–9794.
- Sharma, K., Mahato, N., Cho, M. H., & Lee, Y. R. (2017). Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition*, 34, 29-46. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.09.006>
- Toribio, M.S., Oriani D.S. y Skliar M.I. (2004). “Actividad antimicrobiana de *Centaurea calcitrapa*”. *Ars Pharmaceutica*, 45(4): 335-341.
- United States Department of Agriculture (2016). National agricultural statistics service. Recuperado de: <http://www.usda.gov/> and <http://www.nass.usda.gov/>
- Wang, L. F., & Rhim, J. W. (2016). Grapefruit seed extract incorporated antimicrobial LDPE and PLA films: Effect of type of polymer matrix. *LWT - Food Science and Technology*, 74, 338–345. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.066>
- Wei-Lun, H., Hyuk, J. & Wang, Y. (2017). Chemistry and health effects of furanocoumarins in grapefruit. *Journal of Food and Drug Analysis*, Volume 25, Issue 1, Pages 71-83, <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.008>.
- Zema, D. A., Calabrò, P. S., Folino, A., Tamburino, V., Zappia, G., & Zimbone, S. M. (2018). Valorisation of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 80, 252-273. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.024>

Validación del método de análisis de Diltiazem tabletas 60 mg por espectrofotometría UV-VIS. Estudio de los perfiles de disolución.

Pilar, Soledispa-Cañarte¹; Denisse, Caguana-Baquerizo²;
Viviana, García-Mir³; Migdalia, Miranda-Martínez^{4*}

Resumen

El Diltiazem, benzotiazepina antagonista de los canales del calcio, se emplea para el tratamiento de la hipertensión y la obstrucción parcial de las arterias coronarias, conocida como angina de pecho. En el presente trabajo se realizó el estudio comparativo de los parámetros de calidad y de los perfiles de disolución de las tabletas 60 mg comercializadas en Ecuador, frente al Incoril de los laboratorios Bagó. El método de cuantificación del Diltiazem se validó por espectrofotometría UV-VIS. La validación permitió comprobar que el método era específico, sensible y lineal en una concentración de 60 mg con un coeficiente de correlación $r_2 = 0,990$, éste además fue preciso, exacto y reproducible y de conformidad para el análisis del producto.

Para los tres lotes estudiados no se presentaron diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos evaluados. Los perfiles de disolución permitieron evidenciar marcadas diferencias en cuanto a la liberación del principio activo en el tiempo máximo de la toma de muestra que fue de 180 min. De los tres lotes genéricos, solo uno cumplió con los factores f_1 y f_2 de diferencia y similitud y presentó un mejor comportamiento en la velocidad de disolución y el porcentaje de eficiencia.

Palabras clave: Parámetros de calidad; Perfiles de disolución; Validación.

Validation of the analysis method of Diltiazem tablets 60 mg by UV-VIS spectrophotometry. Study of dissolution profiles.

Abstract

Diltiazem, a calcium channel blocking benzothiazepine, is used to treatment of hypertension and partial obstruction of the coronary arteries, known as angina pectoris. In the present work, a comparative study of the quality parameters and dissolution profiles of the 60 mg tablets marketed in Ecuador against Incoril from Bagó laboratories was carried out. The quantification method Diltiazem was validated by UV-VIS spectrophotometry. The validation made it to verify that the method was specific, sensitive and linear in a concentration of 60 mg with a correlation coefficient of $r_2 = 0,990$. It was also precise, accurate and reproducible and in accordance with the analysis of the product. For the three batches studied there were no significant differences in the physicochemical parameters evaluated. The dissolution profiles showed marked differences in the release of the active ingredient in the maximum time of the sampling, which was 180 min. Of the three generic batches, only one complied with the factors f_1 and f_2 of difference and similarity and presented a better behavior in the dissolution rate and the efficiency percentage.

Keywords: Dissolution profiles; Quality parameters; Validation.

Recibido: 27 de febrero de 2020

Aceptado: 19 de junio de 2020

¹ Máster en Química Farmacéutica; Docente-Investigador. Universidad de Guayaquil, Ecuador; pilar.soledispac@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-5872-7830>

² Máster en Química Farmacéutica; Docente-Investigador. Universidad de Guayaquil, Ecuador; denisse.caguanab@ug.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-4477-7749>

³ PhD en Ciencias Farmacéuticas; Docente-Investigador. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador; vgarcia@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-5288-4771>

⁴ PhD en Ciencias Químicas; Docente-Investigador. Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL; mgmiran@espol.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-6728-1818>

*Autor para correspondencia: mgmiran@espol.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial clasifica como uno de los principales factores de riesgo cardiovascular en el mundo, y en particular, en los países con ingresos bajos y medios, donde los índices son abrumadores. En opinión de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013), esta patología constituye un obstáculo para el buen estado de salud de esas poblaciones.

De acuerdo con estudios de este organismo internacional, de cada 100 mil ecuatorianos, 1,373 padecen esta afección, en tanto Freire et al. (2012), refiere que una investigación realizada por el Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), reveló que más de la tercera parte de las personas mayores de 10 años (3 millones 187, 665) son prehipertensos y 717, 529 ciudadanos entre 10 y 59 años padecen hipertensión arterial.

Para el tratamiento de esta patología, uno de los medicamentos utilizados es el diltiazem, el cual está incluido en el Cuadro Nacional de Medicamentos Básicos y Registro Terapéutico del Ecuador (Torres et al, 2007). Este fármaco se ha probado preclínicamente y ha demostrado un efecto ansiolítico en ratones (Yoshizawa et al., 2010). Clínicamente se emplea, en urgencias, en la fibrilación auricular (Ross et al., 2016; Ward et al., 2019) y solo o en combinación con el enalapril, para el tratamiento de la hipertensión (Cushman et al., 1998).

Otros usos que se le han dado a este fármaco son como tópico en el tratamiento de fisuras anales y en el postoperatorio de hemorroides (Rodríguez-Wong et al., 2016 a y b; Ivanova et al., 2018).

El incremento de los precios de los medicamentos innovadores afecta los presupuestos de los sistemas de salud pública y privada de los países en vías de desarrollo. Ecuador ha estimulado la producción e importación de medicamentos genéricos, con el propósito de limitar el gasto farmacéutico y poder cumplir con su deber de garantizar la salud de la población. En la oferta del mercado farmacéutico a nivel global, se encuentran medicamentos innovadores y genéricos, éstos últimos tienen una presencia cada vez mayor por su bajo costo e intercambiabilidad (Ortiz-Prado et al., 2014).

Sin embargo, vale apuntar que la introducción de medicamentos genéricos ha revelado problemas

de calidad, por ejemplo, medicamentos con bajas concentraciones o pobres disoluciones, que pueden afectar la efectividad del tratamiento. No obstante, dentro del marco legal se respalda el que cumplan con los análisis de calidad post registro.

Uno de los principales objetivos de las agencias regulatorias es asegurar la calidad de los medicamentos durante todo su ciclo de vida. La calidad se evalúa mediante estudios de laboratorio tales como: identificación, potencia, pureza, disolución, estabilidad del principio activo y la intercambiabilidad entre medicamentos. Con estos estudios se asegura que sean bioequivalentes con el medicamento que ha demostrado ser eficaz y seguro en los estudios clínicos, aceptados por las Agencias Regulatorias (Huayanay-Falconí, 2012; Ortiz-Prado et al., 2014).

De acuerdo con la Guía de la Food and Drug Administration (FDA, 2019 a y b), es preciso realizar estudios de bioequivalencia *in vitro*, constituidos por estudios comparativos de perfiles de disolución, para determinar la cantidad o porcentaje del principio activo disuelto en función del tiempo, bajo condiciones controladas y validadas (Segura, 2017).

En consecuencia, los estudios comparativos de Disolución *in vitro* resultan útiles, dado que la disolución propiamente es un paso limitante de la absorción del medicamento (Ponce D´León y Jaramillo, 2004; Polli et al., 2008; Baena y Ponce de León, 2008, Saavedra et al., 2011; Jung et al, 2012).

Como objetivo de este trabajo se propone: Validar el método de cuantificación de Diltiazem en tabletas de 60 mg genérica por espectrofotometría UV-VIS para la determinación de la bioequivalencia con el medicamento innovador a través de la comparación de sus perfiles de disolución y los parámetros de control de calidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de los productos

Se emplearon tres lotes de tabletas de diltiazem 60 mg del laboratorio que comercializa en el Ecuador que se adquirieron en las farmacias distribuidoras de la Ciudad de Guayaquil, así como un lote de Incoril (medicamento innovador), todos de diferentes fechas de elaboración y dentro del período de vida útil. Al Incoril se le asignó la letra A y a los tres lotes del diltiazem genérico las letras B, C

y D, respectivamente.

Control de calidad

Para el establecimiento de los parámetros de calidad se siguieron los métodos descritos en la USP39/NF34 (2016), previa validación de algunos parámetros. Las comparaciones se realizaron frente a un estándar de Diltiazem Clorhidrato (USP). En los ensayos se empleó un espectrofotómetro UV/VIS marca Shimadzu modelo UV 1700.

La evaluación se realizó a los cuatro lotes (A, B, C y D). Las propiedades físico químicas determinadas fueron: dimensiones (n=50, vernier), peso promedio (n=10, balanza analítica Mettler Toledo), dureza (n=20, durómetro DR SCHELEUNIGER), friabilidad (n=6, friabulómetro VANKEL RFQFR-251) y desintegración (n=6, desintegrador VANKEL VK-7).

Validación del método de análisis por espectrofotometría UV, para cuantificar Diltiazem, en tabletas Diltiazem 60 mg,

Se tuvieron en cuenta lo informado por (Pérez-Navarro et al., 2014 y Pérez y Rojas 2015)

Las determinaciones fueron realizadas frente a patrones secundarios de Diltiazem Clorhidrato previamente valorados contra patrones primarios y almacenados bajo condiciones de humedad y temperatura que aseguran su estabilidad (USP39/NF34 (2016).

Linealidad- Se construyeron curvas de calibración de absorbancia a 237 nm (Y) vs concentración del analito expresada en % (X), determinando los coeficientes de correlación (R) y determinación (R²). El coeficiente de variación (CV) de los factores de respuesta (f) (< 5%) se calculó mediante la relación de la respuesta analítica y la cantidad del analito. Igualmente, se evaluó la significación estadística de la pendiente (p<0,05) a través del análisis de varianza (ANOVA I). La proporcionalidad del método se analizó a través de la prueba t student donde t experimental debe ser menor que t tabulada. En los análisis se trabajó con el programa estadístico Statgraphics Centurión versión 18 y con un nivel de significación α=0.05.

Intervalo de trabajo. – Se consideraron 5 concentraciones en el rango de 80%- 120% para tabletas de Diltiazem 60 mg. Cada determinación se realizó por triplicado.

Exactitud. - Se utilizó un diseño empleando 3 niveles de concentraciones (bajo, medio y alto), cada uno por triplicado. Los resultados fueron analizados estadísticamente y se calcularon el porcentaje de recobro R y el coeficiente de variación.

$$\% \text{ Recobro} = \frac{\text{concentración medida}}{\text{concentración añadida}} \times 100$$

Precisión. – Se tuvo en cuenta los resultados de repetibilidad y precisión intermedia

Precisión intermedia. – Se llevó a cabo con un nivel de concentración de la muestra equivalente al 100%, los análisis se repitieron cinco veces y se emplearon tres analistas para realizarlos en tres diferentes días. La aplicación de la prueba ANOVA permitió establecer las diferencias estadísticamente significativas entre las medias alcanzadas. Previo se verificó el cumplimiento de homocedistidad y la distribución normal, mediante las pruebas de Levene y Shapiro Wilk respectivamente. Ambas determinaciones deben dar valores de significación p>005. Como criterio se exige que el coeficiente de variación (CV) sea menor del 2%.

Repetibilidad. - Para estos parámetros se realizaron los ensayos en 5 días con intervalos de 48 horas cada análisis y tres concentraciones 90, 100 y 110%. Se realizaron 5 repeticiones entre las horas del día.

A través de una curva de recuperación, se realizó el análisis estadístico de la relación entre las concentraciones medidas y añadidas. No deben existir diferencias significativas entre el valor del recobrado medio y el 100%, además el coeficiente de variación debe ser ≤2%, para considerar que el método es exacto.

Especificidad - se evaluó por triplicado muestras independientes de tres formulaciones: una desarrollada sin el principio activo (placebo), otra de tabletas de diltiazem y una con el estándar de referencia (SR). Se aplicó el método analítico en las mismas condiciones de trabajo. A través de la comparación entre las respuestas obtenidas se determinó la posible interferencia de las sustancias auxiliares.

Criterio de aceptación: Ninguno de los componentes de la formulación debe dar respuesta cuantificable como interferencia en el método en estudio. El método debe ser específico frente a los excipientes, es decir, no deben aparecer señales

analíticas para el placebo a la longitud de onda (237 nm) de interés analítico para el diltiazem clorhidrato.

Preparación de los estándares secundarios de la curva.

La curva de calibración se realizó con el estándar secundario de Diltiazem Clorhidrato (0040073), previamente valorado contra el estándar USP, el cual se elaboró a tres concentraciones diferentes:

Concentración 1: 0.004 mg/ml. Pesar exactamente 20 mg de Diltiazem transferir a un matraz de 100 ml, disolver y llevar a volumen con agua, de esta solución se pipetea 1 ml y se lleva a volumen a un matraz de 50 ml.

Concentración 2: 0.005 mg/ml. Pesar exactamente 25 mg de Diltiazem transferir a un matraz de 100 ml, disolver y llevar a volumen con agua, de esta solución se pipetea 1 ml y se lleva a volumen a un matraz de 50 ml.

Concentración 3: 0.006 mg/ml. Pesar exactamente 30 mg de Diltiazem transfiera a un matraz de 100 ml disuelva y lleve a volumen con agua, de esta solución pipetee 1 mL y lleve a volumen a un matraz de 50 ml.

Se realizaron tres curvas de calibración, cada una con 3 concentraciones. Las cuales se realizaron en 3 días consecutivos cada una y las absorbancias se midieron en un espectrofotómetro UV 1700 a una longitud de onda de 237 nm. Al final, cuando se obtuvieron los resultados, se seleccionó una de las tres, la que tuviera un r^2 , más cercano a 1.

Valoración del Diltiazem.

Diltiazem 60 mg Tabletas. A partir de una tableta triturada de peso aproximado 240 mg, se pesaron 100 mg que contenían aproximadamente 25 mg de Diltiazem y se transfirieron a un matraz volumétrico de 100 ml con unos 70 ml de agua, se disolvió la muestra agitando y se enrasó con agua, se pipeteó 1 ml a un matraz de 50 ml y se enrasó a volumen final con agua.

Perfiles de disolución con el Aparato 2 USP

A partir de los medicamentos en estudio (3 lotes de diltiazem tabletas liberación inmediata y un lote de Incoril innovador), se determinaron los perfiles de disolución de acuerdo con el ensayo 711 de la USP 39 (USP NF, 2016), empleando un equipo Disolutor marca Sotax tipo AT 7smart, de 7 vasos.

Para el desarrollo de este estudio se utilizó 900 ml de los diferentes buffers los cuales corresponden

a una solución de Ácido Clorhídrico 0.1N a pH 1.2, o jugo gástrico simulado, solución amortiguadora de Acetato pH 4.5, y solución de Mono fosfato Básico de Sodio pH 6.8, o jugo intestinal simulado, con aparato 2 o de paletas (USP NF, 2016).

El ensayo se realizó para cada medio y para cada lote de forma independiente. Los medios se desgasificaron previamente con vacío, y se trabajó a una temperatura de 37 ± 0.5 °C. Las paletas se sumergieron en los medios de disolución y se accionaron a 75 rpm. Inmediatamente después se colocó una tableta en cada vaso (6 vasos), dejando en vaso 7 como blanco.

Una vez comenzado el experimento se toman muestras de 10 mL a los 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120 y 180 min, reponiendo el volumen en cada ocasión. Cada muestra es filtrada y de ellas se toman alícuotas de 1 ml, se colocan en matraces de 50 ml y se aforan con el medio de disolución correspondiente. La cantidad disuelta de diltiazem a cada tiempo se determinó en un espectrofotómetro UV/VIS (marca Shimadzu modelo UV 1700) a 237 nm con referencia a una curva de calibración de diltiazem estándar preparada el mismo día del análisis.

Utilizando el modelo independiente de este estudio y las recomendaciones de la FDA y OMS, se comparan los perfiles de disolución por medio de los factores f_1 y f_2 ; donde f_1 está entre 0 y 15 y los valores de f_2 están entre 50 y 100 (WHO, 2005)

Análisis estadístico

Los resultados de los parámetros de calidad, así como los de la validación, fueron procesados estadísticamente, se calcularon la media, desviación estándar y el coeficiente de variación y las medias se compararon por un análisis de varianza de una sola vía. Valores de $P < 0,05$ fueron considerados significativos.

La comparación de los perfiles se realizó con el empleo del método independiente que utiliza el factor de similitud para comparar el comportamiento entre los lotes del producto de referencia con los lotes de los productos prueba, tomando los valores de porcentaje disuelto acumulado (PDA promedio); de los perfiles de disolución de las tabletas de cada lote, en cada intervalo de tiempo y calculando el factor f_1 de diferencia y el factor f_2 de similitud con las ecuaciones siguientes (FDA, 2019).

$$f1 = \{ [\sum_{(1-n)} (T_{ti} - R_{ti}) / \sum_{(1-n)} R_{ti}] \} \times 100$$

$$f2 = 50 \log \{ 1 + (1/n) \sum_{(1-n)} 100^2 \}^{-1/2} \times 100$$

Donde

N = Número de puntos

R_t = Valor de disolución promedio del lote de referencia en el tiempo t

T_t = Valor de disolución promedio del lote de prueba en el tiempo t.

III. RESULTADOS

Determinación de los parámetros de control de la calidad.

En la tabla 1 se exponen los resultados obtenidos

para los diferentes parámetros evaluados del control de calidad de las tabletas de diltizem genéricas y el producto innovador.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de los lotes de Diltiazem 60 mg y del producto innovador Incoril.

Parámetros	Lotes (X +SD)			
	A	B	C	D
Peso mg	239,67 ± 2,13 a	239,09 ± 1,14 a	239,07 ± 2,40 a	238,99 ± 2,24 a
Diámetro en mm	8,14 ± 0,01 b			
Espesor en mm	3,75 ± 0,01c	3,75 ± 0,01c	3,75 ± 0,00 c	3,75 ± 0,00 c
Dureza Kg F	11,25 ± 0,38 a	10,93 ± 0,55 a	11,0 ± 0,53 a	11,1 ± 0,45 a
Friabilidad (%)	0,23 ± 0,00 b	0,29 ± 0,00 b	0,17 ± 0,00 b	0,22 ± 0,00 b
Tiempo de desintegración (min).	3,83 ± 0,75 c	4,66 ± 0,51 c	3,66 ± 0,51 c	4,00 ± 0,52 c
Uniformidad de contenido (%)	99,88 ± 0,66 d	100,23 ± 0,59 d	100,00 ± 0,41d	100,22 ± 0,60d
Perfil de disolución (%)	100,24 ± 0,28 e	100,28 ± 0,37 e	100,18 ± 0,34e	100,23 ± 0,63e

Leyenda: Letras iguales para un mismo parámetro indican que no hay diferencias significativas para p<0,05; X +SD = valor medio ± desviación estándar

Validación del método de análisis

La recta de mejor ajuste, con la ecuación y= 42,533x + 0,0195, coeficiente de correlación R=0,9999, por encima del rango de especificación,

que es mayor a 0,980; se obtuvo en el análisis de linealidad. La figura 1, expone el gráfico de absorbancia & concentración para definir la linealidad del método

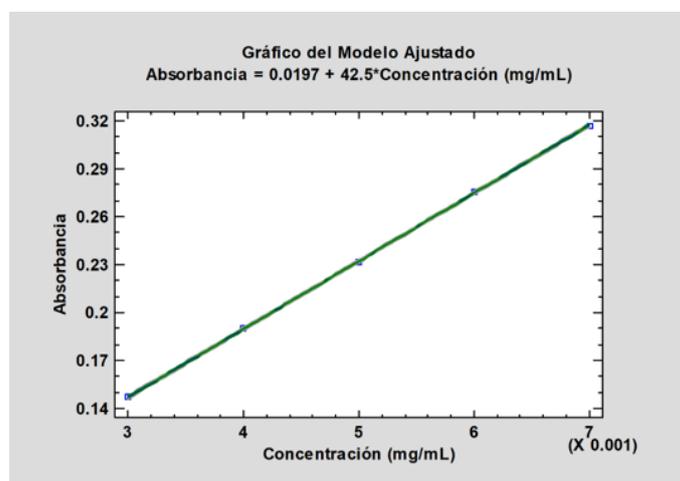


Figura 1. Gráfica de linealidad de las tabletas de Diltiazem 60 mg

En las figuras 2 A, B y C se exponen los resultados obtenidos para la evaluación de la linealidad en tres días consecutivos para la curva de calibración.

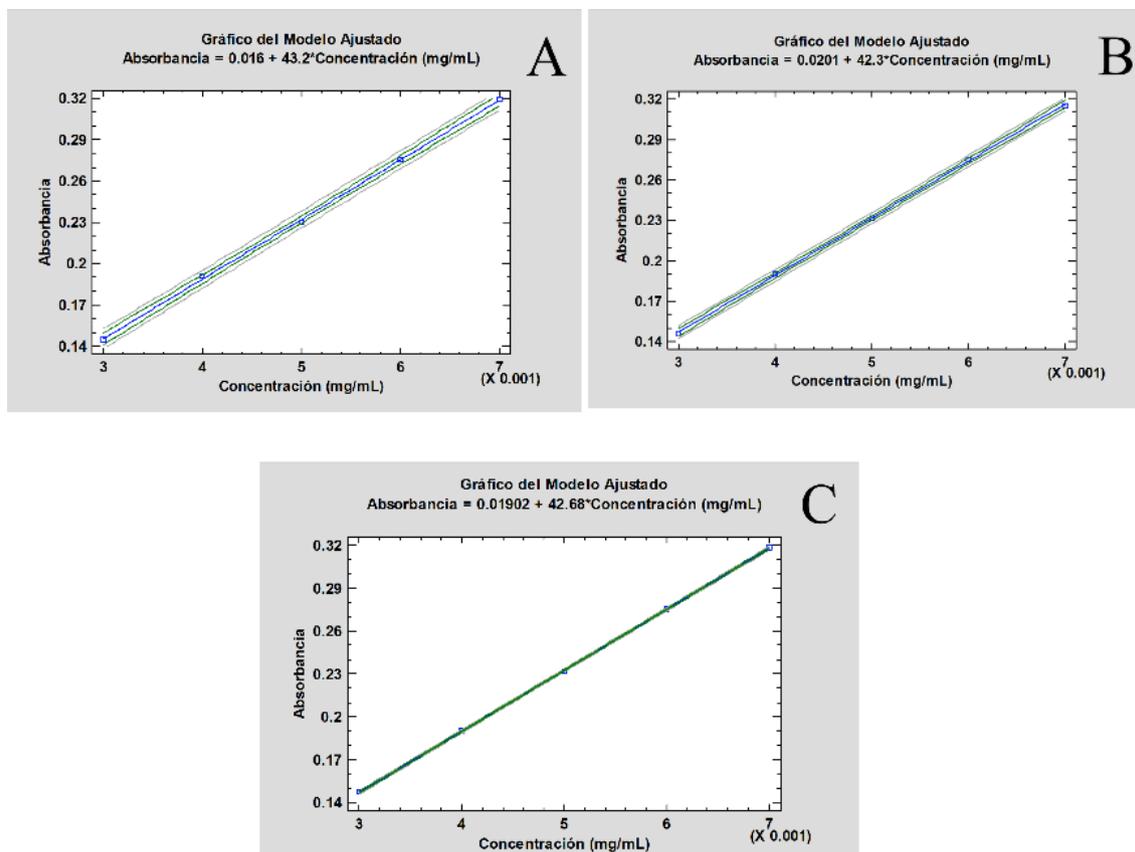


Figura 2. Curvas de calibración de la linealidad del método analítico por espectrofotometría UV. (A), (B), (C)

Precisión intermedia

precisión intermedia se presentan en la tabla 2

Los resultados para la determinación de la

Tabla 2. Datos de Precisión intermedia (n=5)

Días	Porcentaje de concentración Analistas			Parámetros estadísticos	
	1	2	3	X±SD	CV (%)
1	99,477	99,533	99,548	99,519±0,037	0,038
2	99,340	99,476	99,589	99,468±0,124	0,127
3	99,557	99,766	100,032	99,785±0,238	0,238
X±SD	99,457±0,110	99,592±0,126	99,724±0,220	X _{total} = 99,590±0,024	CV _{total} = 0,143
CV	0,110	0,126	0,220		

Repetibilidad entre concentraciones

determinación de la repetibilidad entre concentraciones se presentan en la tabla 3.

Los coeficientes de variación para la

Tabla 3. Repetibilidad entre concentraciones

Nivel de concentración (%)	X %	S ²	SD	CV
90	90,1973	0,09174	0,3029	3,4E-05
100	99,388	0,04168	0,2042	2,1E-05
110	110,687	0,79609	0,8922	8,1E-05

En la especificidad se obtuvieron resultados similares para blancos y placebos (Tabla 4), lo cual demostró que no existían interferencias en la respuesta analítica debido a la presencia

de los excipientes empleados en la formulación de las tabletas. Estos resultados demuestran la especificidad del método frente a los restantes componentes de la formulación.

Tabla 4. Especificidad para el método

Réplicas	Resultados de la absorbancia a 237 nm			
	Blanco	Placebo	SR	Placebo + 100% principio activo
1	0,000	0,002	0,850	0,860
2	0,000	0,003	0,855	0,859
3	0,000	0,002	0,856	0,858
Media	0,000	0,002	0,854	0,859

Resumen de los parámetros de validación determinados

En la tabla 5, se resumen los parámetros de

validación establecidos para la técnica analítica por espectrofotometría UV para las tabletas del Diltiazem 60 mg.

Tabla 5. Parámetros de validación para Diltiazem.

Parámetros	Diltiazem 60 mg tabletas
% CV Repetibilidad	0,073771082
% CV Reproducibilidad	0,080242205
Exactitud %	1,8
Incertidumbre	0,00531
Linealidad	0,990

Perfiles de disolución

Los perfiles de disolución de los tres lotes

ensayados y del medicamento innovador Incoril a los diferentes pH y tiempos, se exponen en la figura 3.

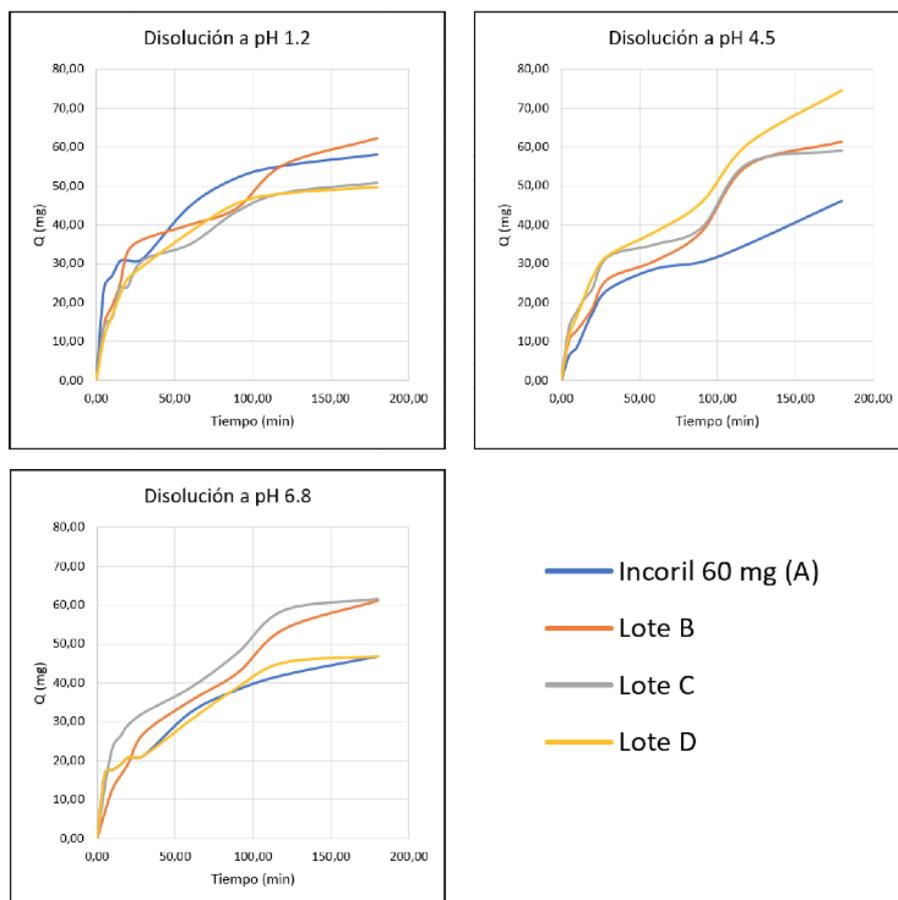


Figura 3. Comportamiento de los tres lotes de producto y del innovador a los diferentes valores de pH. (Equipo 2 paletas)

En la tabla 6, se exponen los resultados obtenidos.

Tabla 6. Porcentajes de disolución a los 30 minutos para los tres lotes del producto genérico y el Innovador a los diferentes valores de pH.

Productos	% de disolución alcanzado a los 30 minutos		
	Valores de pH		
	1,2	4,5	6,8
Incoril (A)	52,28	38,98	35,63
Lote B	60,56	43,18	45,11
Lote C	57,71	53,30	54,06
Lote D	49,11	53,55	35,61

Legenda: Equipo 2 paleta.

En la tabla 7, se exponen los resultados obtenidos valores de pH. para los factores f_1 y f_2 calculados a los diferentes

Tabla 7. Valores de f1 y f2 para el diltiazem por el equipo de paleta.

Productos	Valores de pH					
	1,2		4,5		6,8	
	f1	f2	f1	f2	f1	f2
Lote B	14,58	49,42	28,52	40,86	37,25	40,60
Lote C	20,20	43,48	41,82	37,54	19,98	52,22
Lote D	19,94	43,67	59,36	29,01	20,25	52,31

Los resultados alcanzados en la determinación del área debajo de la curva (ABC), la eficiencia de disolución (EF) y el tiempo medio de disolución (TMD) para el producto innovador y los tres lotes estudiados se presentan en la tabla 8.

Tabla 8. Valores obtenidos para el área debajo de la curva (ABC), la eficiencia de disolución (EF) y el tiempo medio de disolución (TMD) para el producto innovador y los tres lotes estudiados

Productos	pH	ABC	EF	TMD
Innovador (A)	1,2	8401,88	77,80	34,27
Lote B		8165,28	75,60	51,34
Lote C		7130,33	66,02	33,92
Lote D		7200,63	66,67	29,24
Innovador (A)	4,5	5479,60	50,74	47,33
Lote B		7249,80	67,13	63,16
Lote C		7579,90	70,18	50,79
Lote D		8588,60	79,52	80,27
Innovador (A)	6,8	6277,48	58,12	36,08
Lote B		7456,05	69,04	58,94
Lote C		8285,00	76,71	47,05
Lote D		6379,05	59,07	34,35

Leyenda: Equipo 2 paleta.

IV. DISCUSIÓN

Determinación de los parámetros de control de la calidad.

Teniendo en cuenta los métodos referenciados en la USP para Diltiazem tabletas, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos a los tres lotes y al producto innovador, para verificar si cumplían con las especificaciones de calidad establecidas para el producto.

En el análisis fisicoquímico realizado a los tres lotes de las tabletas de Diltiazem y del producto innovador (Incoril), se observó que todos los parámetros cumplían con lo establecido en la Farmacopea (USP 39, 2016) y que no existían diferencias significativas para $p < 0,05$ entre los lotes estudiados, para ninguno de los parámetros analizados. Estos resultados se expusieron en la tabla 1.

Validación del método de análisis

El método de HPLC ha sido informado por diferentes autores para la determinación de diltiazem en diferentes formulaciones y en estudios farmacocinéticos (Molden et al., 2003; Sultana et al., 2007; Vivekanand et al., 2012). En este trabajo validó el método por espectrofotometría UV/VIS, para la determinación de Diltiazem, el cual no había sido informado anteriormente para este medicamento, pero si para otros como propranolol (Alva et al., 2013), ciprofloxacino (Pérez-Navarro et al., 2014) y acetaminofén (Pérez y Rojas, 2016), entre otros.

En la linealidad se obtuvo un coeficiente de correlación $R=0,9999$ y de determinación $0,9998$, valores superiores al rango de establecido para este parámetro ($0,980$), En el análisis de varianza (ANOVA) la significación fue $0,000$, por lo que existe una relación significativa entre absorbancia y

concentración (mg/mL). El estimado t resultó 425.0 (0.0000).

De acuerdo con los parámetros de desviación estándar para repetibilidad y reproducibilidad, estos no deben ser mayor del 2%, del cual su desviación estándar relativa (SR) para la repetibilidad es 0,08% y el SR para la reproducibilidad es 0,073%, lo cual indica que, en 5 días alternos, 5 veces al día, el método analítico que ha sido desarrollado se puede ejecutar sin complicación alguna.

Los resultados obtenidos por los tres días consecutivos para la curva de calibración en este caso del estándar secundario se reflejan en la figura 2 A, B, C en el que por medio de herramientas estadísticas se pudo reflejar el coeficiente de variación antes mencionado.

Precisión intermedia

Como consecuencia del cotejo de las varianzas entre los días y entre los analistas utilizando la prueba de Levene para el contraste de homogeneidad, reflejó valores estadísticos de 2,66 ($p=0.149$) para los analistas y 2,03 ($p=0.212$) para los días, lo cual indica que no existen diferencias significativas en las dispersiones. La prueba de Anova con la comparación entre las medias resultó $p>0,05$ (analistas $p=0.303$ y 0,907 para los días). Todos los test se trabajaron con un grado de significación del 95 %. El coeficiente de variación total calculado fue de 0,14 %, inferior al 2 % establecido como límite de este ensayo (tabla 2).

Repetibilidad entre concentraciones

Los coeficientes de variación por concentración estuvieron muy por debajo del 2% especificado, pudiendo decir que el método es repetible a concentraciones de 90 al 110 % (tabla 3).

Se realizó el ensayo, en cinco días, cinco veces cada día, con la fórmula de la tableta sin el principio activo, en tal caso, no existió ningún tipo de interferencia por parte del placebo en ninguno de los cinco días, existió una repetibilidad y reproducibilidad por debajo del 2% de especificación. Estadísticamente no se apreció diferencias significativas con una $p=0,375$.

Resumen de los parámetros de validación determinados

Los resultados obtenidos permiten demostrar

que el método de cuantificación es capaz de producir resultados confiables y reproducibles dentro de un intervalo determinado, por lo tanto, se considera validado.

Perfiles de disolución

De acuerdo con lo establecido por la WHO (2005) y la FDA (2019 a y b), el producto evaluado debe tener una rápida disolución, mínimo el 85% del fármaco debe disolverse a los 30 minutos utilizando el disolutor aparato 1 o 2, recomendados por la USP y en tres medios de disolución de pH 1,2; 4,5 y 6,8.

El diltiazem está en el grupo I del sistema de clasificación biofarmacéutica (BSC), por lo que debe presentar rápida disolución y absorción (Dahan et al., 2009; Yasir et al., 2010).

En la figura 3 se mostraron los perfiles de disolución de los tres lotes ensayados y del medicamento innovador Incoril a los diferentes pH y tiempos, donde se observan diferencias entre los tres lotes del producto genérico con respecto al innovador.

Si se tiene en cuenta el criterio de disolución de la FDA, ninguno de los productos, incluyendo el innovador, cumplen con este criterio, por lo que no pueden ser considerados de rápida disolución (Alkhalidi et al, 2010).

Como se pudo evidenciar en la tabla 5, ninguno de los lotes, ni el producto innovador alcanzó el 85% de disolución a los 30 min. Pudo apreciarse que el mayor valor lo alcanzó el lote B con un porcentaje de disolución de 60,56% en la solución de pH 1,2. Todos los productos exceptuando el lote C, disminuyeron sus concentraciones a medida que aumentaban los valores de pH.

Cuando un medicamento cumple con la condición de disolverse más de un 85% en 15 minutos o menos en los tres medios de disolución, no es necesario la aplicación del factor de similitud f_2 (Chen et al., 2011). Al no cumplir ninguno de los productos con esta condición se hace necesario comparar los perfiles de disolución por el método del modelo independiente en los tres medios de disolución.

Para garantizar la bioequivalencia entre un producto de referencia y el de comparación, se requiere que f_1 sea menor a 15 (0-15) y f_2 mayor a 50 (50-100). En caso de presentarse contradicción entre los resultados de f_1 y f_2 , prima la decisión por

el factor f_2 de similitud (Anand et al., 2011).

Como se puede apreciar en la tabla 6, sólo el Lote B en la disolución con pH 1,2 cumplió con el criterio del factor f_1 mientras que los lotes C y D a un valor de pH de 6,8, cumplen con el factor f_2 .

La aplicación del método del modelo independiente incluye también el cálculo de la eficiencia de la disolución (EF) y el tiempo medio de disolución (TMD). La eficiencia de la disolución permite la comparación de varias formulaciones y/o lotes de una misma formulación y se puede relacionar con la curva de concentración plasmática vs tiempo (Anand et al., 2011). El tiempo medio de disolución por su parte permite conocer el tiempo promedio requerido para la disolución del fármaco. En la tabla 7 se puede observar los valores calculados para el área debajo de la curva (ABC), la eficiencia de disolución (EF) y el tiempo medio de disolución (TMD) para el producto innovador y los tres lotes estudiados

Como se observa en la tabla a pH 1,2 que fue la disolución donde se obtuvo la mayor disolución, el producto innovador presentó los mayores valores en dos de los tres parámetros analizados, pero el TMD fue superior para el lote B; sin embargo a valor de pH de 4,5 el lote D presentó los mayores valores y a valor de pH 6,8 el lote C presentó los mayores valores del ABC y EF, empero, el TMD fue superior para el lote B.

V. CONCLUSIONES

El método de validación del principio activo por espectroscopia UV, resultó ser lineal y exacto, y es capaz de producir resultados confiables y reproducibles dentro de un intervalo determinado

Los parámetros de calidad de los tres lotes de las tabletas genéricas analizadas, así como el producto innovador cumplen con lo establecido en la USP.

Teniendo en cuenta los resultados alcanzados en los estudios de disolución se puede concluir que existen considerables diferencias en los perfiles de disolución entre lotes y entre estos y el medicamento innovador, por lo que no pueden ser considerados equivalentes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alkhalidi B.A., Alkhatib H.S., Khadair A.A. (2010). Comparative dissolution of diltiazem immediate and

extended release products using conventional usp and innovative dissolution paddles. *The Open Drug Delivery Journal*, 4: 48-54.

Alva P, Ruidías D, Quiliche J, Sánchez Y. (2013). Bioequivalencia in vitro de tabletas de propranolol 40 mg multifuente e innovador. *Revista Farmaciencia* 1(2): 28-34.

Anand O.M., Yu L.X., Conner D.P., Davit B.M. (2011). Dissolution testing for generic drugs: An FDA perspective, *The AAPS Journal*, 13(3), 328-335. DOI: 10.1208/s12248-011-9272-y

Baena Y, Ponce D'León LF. (2008). Importancia y fundamentación del sistema de clasificación biofarmacéutico, como base de la exención de estudios de biodisponibilidad y bioequivalencia in vivo. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* 37(1):18-32.

Chen L., Shah V.P., Crommelin D.J., Shargel L., Bashaw D., Bhatti M., et al., (2011). Harmonization of regulatory approaches for evaluating therapeutic equivalence and interchangeability of multisource drug products: Workshop summary report, *The AAPS Journal*, 44(4): 506-513. DOI: 10.1016 / j.ejps.2011.09.010

Cushman WC, Cohen JD, Jones RP, Marbury TC, Rhoades RB, Smith LK. (1998). Comparison of the Fixed Combination of Enalapril/Diltiazem ER and Their Monotherapies in Stage 1 to 3 Essential Hypertension. *Am J Hypertens* 11:23-30. DOI: 10.1016 / s0895-7061 (97) 00372-5

Dahan A., Miller J.M., Amidon G. (2009). Prediction of solubility and permeability class membership: Provisional BCS classification of the world's top oral drugs, *The AAPS Journal*, 11(4): 740-6. DOI: 10.1208 / s12248-009-9144-x

FDA (2019 a). Guidance for Industry. Bioavailability and bioequivalence studies for orally administered drug products-general considerations. USA, Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research (CDER). Disponible en <http://www.fda.gov/cder/guidance/index.htm>. Consultado: 28 de abril de 2019.

FDA (2019 b). Guidance for Industry. Waiver of in vivo bioavailability and bioequivalence studies for immediate release solid oral dosage forms based on a Biopharmaceutic Classification System. usa, Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Drug Evaluation and Research (CDER). Disponible en www.fda.gov/cder/guidance/3618fnl.htm. Consultado: 8 de mayo de 2019.

Freire WB, Ramírez-Luzuriaga MJ, Belmont Ph, Mendieta MJ, et al. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. ENSANUT. Tomo I. ISBN-978-9942-07-659-5. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/87679/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_spa.pdf [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/ Estadisticas_ Sociales/ ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf) 1-20. Consultado: 8 de octubre 2019.

Huayanay-Falconí, Leandro. (2012). Bioequivalencia en medicamentos. Revista Médica Herediana, 23(4): 221-222. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v23n4/v23n4e1.pdf>. Consultado: 8 de octubre 2019.

Ivanova NA, Trapani A, Franco CD, Mandracchia D, Trapani G, Franchini C, Corbo F, Tripodo G, Kolev IN, Stoyanov GS, Bratoeva KZ. (2018) In vitro and ex vivo studies on Diltiazem hydrochloride-loaded microsponges in rectal gels for chronic anal fissures treatment, International Journal of Pharmaceutics doi: DOI: 10.1016/j.ijpharm.2018.12.039

Jung CH, De Anda JG, Rubio K., Cruz M L. (2012). Comparación de perfiles de disolución. Impacto de los criterios de diferentes agencias regulatorias en el cálculo de f2. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 43 (3): 67-71.

Molden E, Boe G.H, Christensen H. (2003). High-performance liquid chromatography–mass spectrometry analysis of diltiazem and 11 of its phases I metabolites in human plasma. J. Pharm. Biomed. Anal. 33:275-285. DOI: 10.1023 / a: 1011941002546

OMS. (2013). Información general sobre la hipertensión en el mundo Una enfermedad que mata en silencio, una crisis de salud pública mundial.

Obtenido de: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/global_brief_hypertension/es/. Consultado: 8 de octubre 2019.

Ortiz-Prado E, Galarza C, Cornejo León F y Ponce J. (2014). Acceso a medicamentos y situación del mercado farmacéutico en Ecuador. Rev Panam Salud Publica 36(1): 57-62. Obtenido de: <https://scielosp.org/article/rp/2014.v36n1/57-62/>. Consultado: 8 de mayo 2019.

Pérez E, Rojas A. (2016). Validación de un método para cuantificación de acetaminofén en tabletas de 500 mg por espectrofotometría ultravioleta para la prueba de uniformidad de contenido. InterSedes 17(35):1-15. DOI 10.15517/ISUCR.V17I35.25563

Pérez-Navarro M, Rodríguez Y, Suárez Y. (2014). Validación del método por espectrofotometría ultravioleta para control de calidad de clorhidrato de ciprofloxacina en tabletas Ciprecu. Revista Cubana de Farmacia. 48(2):199-212

Polli J.E., Abrahamsson B., Yu L.X., Amidon G.L., Baldoni J.M., Cook J.A., et al. (2008). Summary workshop report: Bioequivalence, Biopharmaceutics Classification System, and beyond, The AAPS Journal, 10(2), 373-379. DOI: 10.1208 / s12248-008-9040-9

Ponce D´León LF, Jaramillo AM (2004). Estudio de bioequivalencia in vitro de cuatro productos de amoxicilina del mercado colombiano. Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm., Volumen 33(1):70-76.

Rodríguez-Wong U, Ocharán ME, Toscano J. (2016a). Diltiazem tópico en el dolor postoperatorio de hemorroidectomía con técnica cerrada. Revista de Gastroenterología de México. 81(2):74-79. DOI: 10.1016/j.rgmx.2016.02.001

Rodríguez-Wong U, Ocharán ME, Toscano J. (2016b). Topical diltiazem for pain after closed Hemorrhoidectomy. Revista de Gastroenterología de México. 81(2):74-79. DOI: 10.1016 /j.rgmx.2016.02.001

Ross AL, O'Sullivan DM, Drescher MJ, Krawczynski MA. (2016). Comparison of weight-based dose vs. standard dose diltiazem in patients with atrial fibrillation presenting to the emergency department.

The Journal of Emergency Medicine. DOI: 10.1016/j.jemermed.2016.05.036

Saavedra I, Iturriaga V, Ávila L, Quiñones L. (2011). Estudios de bioexención (in vitro) para establecer equivalencia de medicamentos. Cuad Méd Soc (Chile). 51(2): 66-79

Segura Campos LA. (2017). Medicamentos genéricos: su importancia económica en los sistemas públicos de salud y la necesidad de estudios in vitro para establecer su bioequivalencia. Revista Pensamiento Actual 17(28): 108 - 120 ISSN Impreso: 1409-0112 / ISSN Electrónico: 2215-3586

Sultana N., Arayne MS, Shafi N. (2007). A validated method for the analysis of Diltiazem in raw materials and pharmaceutical formulations by RP-HPLC. Pak. J. Pharm. Sci. 20:284-290.

Torres M; Carrizales M; Sutil R; Márquez M; Muñoz M; Reigosa A; Barrios V (2007). Efecto del diltiazem sobre los lípidos séricos y lesiones ateroscleróticas en conejos hipercolesterolemicos. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 26(2):120-126

USP 39-NF34. (2016) U.S. Pharmacopeia National Formulary. Editorial: United States Pharmacopeial, ISBN 10: 1936424444 / ISBN 13: 9781936424443

Vivekanand A. Chatpalliwar N, Pawan K. Porwala N, Neeraj Upmanyub. (2012). Validated gradient

stability indicating HPLC method for determining Diltiazem Hydrochloride and related substances in bulk drug and novel tablet formulation. Journal of Pharmaceutical Analysis 2(3): 226-237. DOI: 10.1016 / j.jpha.2012.01.003

Ward SM, Radke J, Calhoun C, Caporossi J, Hall GA, Matuskowitz AJ, Weeda ER Weant KA. (2019). Weight-based versus non-weight-based diltiazem dosing in the setting of atrial fibrillation with rapid ventricular response. American Journal of Emergency Medicine. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.09.020

WHO (2005). Multisource (generic) pharmaceutical products: Guidelines on registration requirements to establish interchangeability. Disponible en: http://www.who.int/medicines/services/expertcommittees/pharmprep/QAS04_093Rev4_final.pdf. Consultado: el 19 de febrero de 2013.

Yasir M., Asif M., Kumar A., Aggarwal A (2010). Biopharmaceutical classification system: An account, International Journal of Pharm Tech Research, 2(3): 1681-1690

Yoshizawa K, Nakashima K, Tabuchi M, Okumura A, Nakatake Y, Yamada M, Tsuneoka Y, Higashi T. (2020). Benzothiazepines, diltiazem and JTV-519, exert an anxiolytic-like effect via neurosteroid biosynthesis in mice, Journal of Pharmacological Sciences, DOI: 10.1016/j.jpsh.2020.03.003

Evaluación ex post al proyecto productivo alternativo de Bella Bajo Monzón

Yosvel, Alvarado-Villanueva¹; Royer Santelle, Ferrer-Tarazona²; Nelino, Florida-Rofner^{3*}

Resumen

En el valle del Monzón los proyectos alternativos al cultivo ilícito de la hoja de coca no tuvieron mejoras socioeconómicas, tales resultados generaron controversias entre la población y la institución ejecutora. Por ello, el objetivo fue realizar la evaluación Ex Post del Proyecto de Inversión Pública (PIP), mejoramiento de las cadenas productivas estrategias (café y cacao) ámbito Bella Bajo Monzón, ejecutado entre 2012-2015. Se utilizó la metodología de evaluación Ex Post de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA, sobre una muestra de 222 beneficiarios. Los resultados muestran que el 100 % de beneficiarios califican en total desacuerdo al proyecto ejecutado, según los criterios de evaluación ex post (pertinencia, eficiencia, eficacia, impactos y sostenibilidad); el cumplimiento de los componentes del proyecto es calificado entre pésimo y regular, generando reducción de sus ingresos, del consumo de alimentos, excepto, las mejoras en salud y educación se mantienen y continúan usando los servicios públicos. Se concluye, que no existió criterios técnicos agronómicos adecuados, asistencia técnica e inadecuado fortalecimiento organizacional en asociatividad, aspectos fundamentales que reflejan descontento social; el método Ex Post JICA generó información valiosa para la retroalimentación en los procesos de ejecución y mejorar las políticas públicas en calidad de la inversión.

Palabras clave: Cadenas productivas, Eficiencia y eficacia, Hoja de coca, Inversión pública.

Ex post evaluation of Bella Bajo Monzón alternative production project

Abstract

In the Monzón valley, the alternative projects to the illicit cultivation of coca leaves did not bring about socio-economic improvements, such results generated controversy between the population and the implementing institution. Therefore, the objective was to carry out the Ex Post Evaluation of the Public Investment Project (PIP), improvement of strategic production chains (coffee and cocoa) in the Bella Bajo Monzón area, implemented between 2012-2015. The Ex Post evaluation methodology of the Japan International Cooperation Agency (JICA) was used on a sample of 222 beneficiaries. The results show that 100 percent of the beneficiaries rate the executed project as being in total disagreement with the ex-post evaluation criteria (relevance, efficiency, effectiveness, impact and sustainability); compliance with the project's components is rated between poor and average, generating a reduction in their income and food consumption, except that improvements in health and education are maintained and they continue to use public services. It is concluded that there were no adequate technical agronomic criteria, technical assistance and inadequate organizational strengthening in association, fundamental aspects that reflect social discontent; the method Ex Post JICA generated valuable information for feedback in the implementation processes and improve public policies in quality of investment.

Keywords: Productive chains, Efficiency and effectiveness, Coca leaf, Public investment.

Recibido: 07 de abril de 2020
Aceptado: 03 de Agosto de 2020

¹ Docente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Tingo María, Huánuco-Perú; yosvel2016perubrasil@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8018-3027>

² Docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco-Perú; royerferrer@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-4478-4690>

³ Docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco-Perú; nelinof@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8751-4367>

*Autor para correspondencia: nelinof@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) se implementó en el Perú desde el año 2000 con la finalidad de elevar la calidad de las inversiones y mejorar los niveles de equidad, eficiencia y sostenibilidad del gasto público (Polan, 2015). Sin embargo, por más eficiencia en la inversión que pretende el gobierno peruano a través del SNIP, se percibe un descontento social, probablemente por fallas en la concepción y el diseño del proyecto, concepción que permite comprender la realidad, el problema y las alternativas que tenga sentido abordar, y el diseño que identifica y especifica una buena forma de hacerse cargo de ese problema u oportunidad (Held y Suárez, 2017). Resulta complejo garantizar la calidad en la concepción y diseño, por ende, un adecuado proceso en la elaboración de los proyectos, que generen satisfacción a la demanda de la población (Silva, 2019).

La evaluación ex post es un proceso que analiza los impactos del proyecto en los beneficiarios, es decir, mide el grado de cumplimiento de los objetivos y metas (Álvarez, 2015); para la Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA (2012) se trata de una evaluación objetiva y sistemática sobre un proyecto cuya fase de inversión ha concluido, para determinar la pertinencia, eficiencia, efectividad, impacto y la sostenibilidad en función a los objetivos específicos del proyecto; a través un instrumento formulado por el anterior Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), quien adaptó la metodología Ex Post JICA y que trata de analizar los resultados de los PIP para mejorar la calidad de las inversiones públicas en términos de eficiencia-eficacia y no como acción de fiscalización; Sin embargo, Cruz (2017) indica que una evaluación se realiza para: generar aprendizajes, rendir cuentas, generar insumos para la toma de decisiones e identificar buenas y malas prácticas; para Navarro et al. (2006) esto permitirá aumentar la eficacia y la eficiencia de las políticas públicas en la reducción de la pobreza y mejorar los indicadores sociales de los países.

Los cultivos de coca en el Perú se distribuyen en 14 grandes cuencas y subcuencas de menor magnitud y las tres principales zonas productoras

son, Apurímac-Ene, La Convención-Lares y el Alto Huallaga-Monzón; zonas que han sufridos impactos sociales relevantes como: migraciones, exclusión, pobreza, desarrollo negativo, entre otros (Bernex, 2009; Chocce, 2015). La zona Bella bajo Monzón dependía económicamente del cultivo ilícito. Sin embargo, el Estado peruano en su política de lucha contra las drogas articulado entre la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas-DEVIDA y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional-USAID, quienes realizan la erradicación forzada, eliminando en su totalidad el cultivo ilícito de la hoja de coca, trayendo como consecuencias mayores desequilibrios socioeconómicos y ambientales (Chocce, 2015). En respuesta, se realizó la intervención mediante un proyecto productivo alternativo denominado “Mejoramiento de las cadenas productivas estrategias (café y cacao) ámbito Bella Bajo Monzón”, ejecutado entre el 2012 al 2015, con el objetivo de mejorar los ingresos económicos, mejorar la capacidad competitiva, brindar asistencia técnica y fortalecer la organización empresarial.

En este contexto, el objetivo de la investigación fue realizar la evaluación ex post, aplicando la metodología de evaluación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, 2012), al Proyecto de Inversión Pública-PIP N° 195442, mejoramiento de las cadenas productivas estratégicas (café y cacao) ámbito Bella Bajo Monzón, ejecutado durante el periodo 2012-15 por la municipalidad distrital de Mariano Dámaso Beraún.

II MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en los meses de junio a setiembre del año 2018, en la localidad de Bella Bajo Monzón, que integran 11 poblados con 559 beneficiarios; políticamente pertenece al distrito de Mariano Dámaso Beraun, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco-Perú. La zona de vida de Holdridge (2000) a la que pertenece es bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) y se encuentra en la Ecorregión Rupa Rupa o selva alta (Pulgar, 2014).

Evaluación ex post

Se utilizó la herramienta de la Metodología de Evaluación Ex Post de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA (JICA, 2012), adaptada por el ministerio de economía y finanzas-MEF del Perú; se utilizaron cinco criterios de evaluación ex post: pertinencia, eficiencia, eficacia, impactos y sostenibilidad, cada criterio tuvieron 05 preguntas con sus respectivas escalas de: total desacuerdo, en desacuerdo, indiferentes, de acuerdo, muy de acuerdo.

Los diferentes componentes del proyecto se evaluaron con los siguientes criterios: fomento de los cultivos estratégicos, asistencia técnica, fortalecimiento organizacional y fomento de cadenas productivas con los criterios pésimo, regular, bueno, muy bueno y excelente; las mejoras socioeconómicas con los criterios regular, bueno y muy bueno, y las mejoras en salud, y educación con los criterios de particular, publico o ninguno y en alimentación se evaluó con los criterios inter diario,

fin de semana y fin de mes. El trabajo de campo se realizó previa autorización y coordinación de sus autoridades con fechas anticipadas.

Diseño y población en estudio

Metodológicamente es una investigación descriptiva, no experimental, con enfoque mixto cualitativo y cuantitativo de diseño transversal. Se utilizó la técnica análisis documental, observacional y encuesta las mismas que fueron confeccionadas la prueba piloto, consulta de expertos y el filtro de la confiabilidad del instrumento mediante el análisis del Alfa de Cronbach. El trabajo de campo se realizó en los 11 caseríos (Tabla 1) por cuatro meses. La población según información del PIP N° 195442 en estudio, se tiene 559 beneficiarios en zonas de influencias de 11 caseríos, seleccionando una unidad muestral de 111 beneficiarios de café y cacao, haciendo un total de 222 muestras. La muestra se determinó aplicando la fórmula para poblaciones finitas.

$$n = \frac{p \cdot q \cdot z^2 \cdot N}{p \cdot q \cdot z^2 + E^2 \cdot (N - 1)} \tag{1}$$

Donde:
 N = 559 beneficiarios.
 p = 0.90 probabilidad de éxito.
 Q = 0.10 probabilidad de fracaso.
 Z = 1.96 de la función de densidad poblacional.
 1 - α = 0.95 nivel de confianza.
 E = 0.05 margen de error.

Por lo tanto

$$n = \frac{(0.9)(0.1)(1.96)^2(559)}{(0.9)(0.1)(1.96)^2 + (0.05)^2(559 - 1)} = 111.03 \cong 111 \tag{2}$$

Los datos fueron analizados con el programa estadístico libre IBM-SPSS 25 del año 2017.

Tabla 1. Distribución de la muestra y beneficiarios de cultivo de Café y Cacao

Caseríos	Beneficiarios	%	Muestra beneficiario café	Muestra beneficiario cacao
Melitón Carbajal	37	6,62	7	7
Bella	44	7,87	9	9
Bella alta	86	15,38	17	17
Roque Sáenz Peña	86	15,38	17	17
Inti	49	8,77	10	10
Inti Alto	33	5,90	7	7

Lota	39	6,98	8	8
San Andrés	42	7,51	8	8
Nueva América	75	13,42	15	15
Los Ángeles	37	6,62	7	7
Nueva Zelanda (Anexo nueva América)	31	5,55	6	6
Total, de beneficiarios	559	100	111	111

Fuente: Proyecto de Inversión Pública SNIP: 195442.

III. RESULTADOS

Validación de las encuestas

La Tabla 2, muestra los análisis de validación de las encuestas, mediante la prueba Alfa de

Cronbach, realizados a los beneficiarios de café y cacao, mostrando una alta confiabilidad de los datos procesados.

Tabla 2. Validación de la encuesta, mediante Alfa de Cronbach

Productor	Alfa de Cronbach	Nº de elementos
Café	0,843	62
Cacao	0,947	62

En la Tabla 3, se presentan los resultados de las encuestas a los beneficiarios de café y cacao por ser 99% de escenarios iguales, en los diferentes

criterios de evaluación ex post (pertinencia, eficiencia, eficacia, impactos y sostenibilidad). El 100% de los beneficiarios esta en total desacuerdo con el proyecto ejecutado.

Tabla 3. Encuestas según criterios de evaluación ex post JICA

Criterios de evaluación	En total desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo
Pertinencia					
El proyecto responde a las políticas del sector agrario	X				
El proyecto cubrió las necesidades básicas de la población beneficiaria	X				
El proyecto respondió a su expectativa como beneficiario	X				
En la formulación del proyecto participaron los beneficiarios	X				
Los beneficiarios quedaron satisfechos con la culminación del proyecto	X				
Eficiencia					
El proyecto logró cumplir los componentes previstos en el Expediente técnico	X				
El proyecto se ejecutó en el plazo establecido	X				
En el proyecto existió sobre costos para su conclusión	X				
La inversión del proyecto considera que fue razonable	X				
En el proyecto se manejó con transparencia los recursos económicos	X				

Eficacia	
Los componentes del proyecto fueron concluidos satisfactoriamente	X
Los componentes del proyecto fueron planificados por especialistas	X
La inversión del proyecto considera que fue razonable	X
Los componentes del proyecto cubrieron sus necesidades básicas	X
Los componentes del proyecto fueron concluidos satisfactoriamente	X
Impactos	
La intervención del proyecto generó cambios socioeconómicos	X
La intervención del proyecto mejoró sus cultivos de café	X
La intervención del proyecto generó empleos en su comunidad	X
La intervención del proyecto fomentó fortalecimiento organizacional en asociatividad	X
La intervención del proyecto contribuyó a la calidad de vida en su caserío	X
Sostenibilidad	
En su caserío existe la cultura de asociatividad y continúan formando nuevas asociaciones de café	X
Los aprendizajes de las ECAS cultivo de café se vienen replicando en su caserío	X
Gracias a la intervención del proyecto cree que aprendieron el manejo agronómico del café	X
En su comunidad actualmente están ampliando más sembríos del cultivo de café	X
La intervención del proyecto en su comunidad viene generando mejoras socioeconómicas	X

Evaluación de los componentes del proyecto

La Tabla 4, muestra los resultados de la evaluación al componente “Fomento de los cultivos

estratégicos a beneficiarios de café-cacao”; de forma general los encuestados tiene un criterio de pésimo, y de regular en relacionada con la pregunta 5.

Tabla 4. ECumplimiento de planificación estratégica

Preguntas	Pésimo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. ¿Qué opina sobre la intervención- ejecución del proyecto?	X				
2. ¿Qué opinan del proyecto sobre los trabajos de motivación, ampliación y mejoramiento para ser un beneficiario del cultivo?	X				
3. ¿Qué opina sobre las pasantías que realizaron a las zonas productoras de café/cacao; aprendieron manejos agronómicos exitosos?	X				
4. ¿Qué opina de los proyectos productivos por DEVIDA como ejemplo este proyecto en estudio?	X				
5. ¿Qué opina los proyectos productivos por DEVIDA; los apoyos deberían ser hasta los inicios de la fase productiva del café/cacao?				X	
6. ¿Cómo califican los proyectos productivos por DEVIDA en su comunidad	X				
7. ¿Cómo califican al equipo de profesionales que condujeron el proyecto, mostraron experiencia en el manejo del cultivo de café/cacao	X				

La tabla 5, muestra los resultados de la evaluación al componente “Asistencia técnica en el cultivo de café-cacao”; para las preguntas relacionadas al comportamiento de este componente muestran respuestas divididas entre pésima y regular, siendo el único componente del proyecto que tiene mayor aceptación.

Tabla 5. Asistencia técnica al manejo de café y cacao

Preguntas	Pésimo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. ¿Cómo califica al proyecto en la asistencia técnica del manejo agronómico de café, superó al promedio de local 400 kg/ha?	X				
2. ¿Cómo califica al proyecto que utilizó el método de extensión agrícola, ECAS (escuela de campo para agricultores) en el cultivo de café/cacao?		X			
3. ¿Qué opina sobre las pasantías que realizaron a las zonas productoras de café/cacao; aprendieron manejos agronómicos exitosos?	X				
4. ¿Cómo califica sobre las pasantías a lugares de producción de café/cacao, fueron de mucha ayuda para la réplica en sus parcelas?	X				
5. ¿Cómo se califica Ud. en conocimiento adquirido sobre el Manejo Agronómico del cultivo de café/cacao?		X			
6. ¿Cómo se califican Ud. en conocimiento adquirido sobre las actividades de Pos cosecha en el cultivo de café/cacao?		X			
7. ¿En sanidad vegetal (insectos y enfermedades claves en café/cacao) como se califica en conocimientos adquiridos logra controlarlos desde vivero hasta la fase productiva?		X			
8. ¿Cómo califica la asistencia técnica del cultivo de café/cacao en los 11 caseríos		X			

La tabla 6, muestra los resultados de la evaluación de los componentes “fortalecimiento organizacional en asociatividad de beneficiarios y fomento de las cadenas productivas y visión empresarial beneficiarios de café-cacao”; de forma general los encuestados tiene un criterio de pésimo, probablemente la dificultad para la comercialización de sus productos genere esta insatisfacción al valorar este componente.

Tabla 6. Fortalecimiento organizacional y fomento de cadenas productivas

Preguntas	Pésimo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. ¿Cómo califican al proyecto en las capacitaciones de Asociatividad?	X				
2. ¿Cómo califica la cultura de Asociatividad en su caserío?	X				
3. ¿Cómo calificas las pasantías en asociaciones productores de café, ayudaron a fortalecer la Asociatividad en su caserío s?	X				
4. ¿Para Ud. es importante en la agricultura formar las Asociaciones?	X				
Preguntas /cadenas productivas					
5. ¿Cómo califica al proyecto en las capacitaciones de cadenas productivas?	X				
6. ¿Cómo califica la cultura de emprendimiento/visión empresarial en su caserío?	X				
7. ¿Cómo califica al proyecto en capacitaciones de planes de negocio?	X				
8. ¿Cómo se califica en conocimientos adquiridos en costos de producción en el cultivo de café?	X				

Además, se aprecia que en la pregunta 4, califica como pésima la importancia en la agricultura de formar las asociaciones, develando el alto nivel de desconfianza a los proyectos productivos y a

formar asociaciones, es probable que teniendo como ejemplo las asociaciones existentes con alta tasa de corrupción, predisponen una posición negativa al respecto.

Comparaciones socioeconómicas antes/ después del proyecto

Mejoras socioeconómicas

La Tabla 7, muestra los ingresos mensuales antes del proyecto de 74,77 y 85,59 % de los

beneficiarios de café y cacao respectivamente, poseían ingresos económicos superiores a \$ 530, se presume por el aporte de sus actividades ilícitas del cultivo de coca. Después del proyecto el 92,79 y 88,29 % de los beneficiarios de café y cacao, sus ingresos económicos fueron decayendo a un valor medio de \$ 118, los agricultores argumentan falta de conocimiento y experiencia en el cultivo de café y cacao, y que la producción de estos cultivos no cubre sus necesidades básicas.

Tabla 7. Mejoras socioeconómicas en distintas etapas del proyecto

Etapas del proyecto	Ingreso medio \$	Beneficiario café (%)	Beneficiario cacao (%)
Antes			
Regular	176	4,5	5,41
Bueno	235	20,8	9
Muy bueno	>530	74,77	85,59
Después			
Regular	118	92,79	88,29
Bueno	176	5,41	9,01
Muy bueno	< 340	1,8	2,7

Mejoras en salud

La tabla 8, muestra que antes del proyecto los beneficiarios, acudían al servicio de salud pública el 89,19 y 97,30% de beneficiarios de café y cacao respectivamente; Después del proyecto los beneficiarios acudían al servicio de salud pública el

90,9 y 94,59% de beneficiarios de café y cacao. Esto se explica que, no habiendo ingresos económicos, el servicio público sigue siendo la primera opción, además, puede ingresar a los beneficios gratuitos que el estado ofrece a través del sistema de seguro integral (SIS).

Tabla 8. Mejoras en salud en las distintas etapas del proyecto

Etapas del proyecto	Asistencia	Beneficiario café (%)	Beneficiario cacao (%)
Antes			
Particular	%	2,7	0,9
Publico	%	89,19	97,30
Ninguno	%	8,11	1,8
Después			
Particular	%	1,8	0,9
Publico	%	90,9	94,59
Ninguno	%	8,11	4,5

Mejoras en educación

La tabla 9, muestra que antes del proyecto los hijos de los beneficiarios, acudían al servicio de educación pública el 96,40 y 96,5 % de beneficiarios de café y cacao respectivamente; después del

proyecto acudían al servicio de educación pública 98,20 y 97,3 % respectivamente, el ligero incremento explica que no habiendo ingresos económicos la primera opción es el servicio de educación pública.

Tabla 9. Mejoras en educación en las distintas etapas del proyecto

Etapa del proyecto	Asistencia	Beneficiario café (%)	Beneficiario cacao (%)
Antes			
Particular	%	1,8	0,9
Publico	%	96,40	96,5
Ninguno	%	1,8	3,6
Después			
Particular	%	0,9	0,9
Publico	%	98,20	97,3
Ninguno	%	0,9	1,8

Mejoras en alimentación

Para medir las mejoras en alimentación, se hizo preguntas relacionadas al consumo de frutas/leche/queso y carne roja. La Tabla 10, muestra que antes del proyecto el 88.29 y 94.59% de

beneficiarios era inter diaria; sin embargo, después del proyecto consumían estos alimentos cada mes 90,09 y 96,4% de los beneficiarios. Este resultado es compatible con la disminución de los ingresos medios encontrados (Tabla 7).

Tabla 10. Mejoras en alimentación en las distintas etapas del proyecto

Etapa del proyecto	Asistencia	Beneficiario café (%)	Beneficiario cacao (%)
Antes			
Inter diario	%	88,29	94,59
Fin de semana	%	6,31	3,6
Fin de mes	%	5,41	1,8
Después			
Inter diario	%	3,60	0,9
Fin de semana	%	6,31	2,70
Fin de mes	%	90,09	96,4

IV. DISCUSIÓN

Criterios de evaluación

La evaluación realizada a los beneficiarios aplicando los criterios de valuación ex post: pertinencia, eficiencia, eficacia, impactos y sostenibilidad (Tabla 2), se observa que, el 100 % de los encuestados en la evaluación ex post, está en total desacuerdo con la pertinencia, eficiencia, eficacia, impactos y sostenibilidad del proyecto productivo ejecutado (PIP N° 195442).

Los resultados concuerdan con Silva (2019), quien realizó una evaluación ex post a 23 proyectos del gobierno chileno, sugiere que el criterio de evaluación eficacia, no se están cumpliendo y que el estado de Chile no está enfocado en conocer los efectos a largo plazo de sus proyectos. También, son similares a los realizados en otras regiones del país, entre ellos Montero (2017), quien realizó la evaluación ex post a proyectos ejecutados por la

municipalidad provincial de Zarumilla (2010-2015), encontró que no existen cumplimientos en los 05 criterios de evaluación ex post, argumenta la falta de participación de la población en la formulación y ejecución del proyecto. Tal como lo advierte Silva (2019) y Polan (2015). Aunque, mejores resultados encontraron Álvarez (2015), en el sistema de riego Cabanilla, el 67% de beneficiarios califica como regular la eficacia y eficiencia de la operatividad y sostenibilidad del proyecto, y Chimbolema (2019), sus criterios de evaluación: Pertinencia, Eficacia, Eficiencia, y fundamentalmente sobre la base de socio-organizativo un 84% muy satisfactorio; lo que refleja una concientización positiva entre las unidades formuladora y ejecutora, con metodologías más adecuadas desde la fase de diseño, formulación, ejecución y evaluación de proyectos de desarrollo, incluyendo técnicas de evaluación ex ante y ex post.

Componentes del proyecto

La evaluación ex post de los componentes del proyecto ejecutado devela que el fomento de los cultivos estratégicos a beneficiarios de café-cacao (Tabla 3), tienen una calificación de pésima por 85% de los beneficiarios; el componente asistencia técnica (Tabla 4), es calificado como regular por el 63% de los beneficiarios; el fortalecimiento organizacional en asociatividad (Tabla 5), es calificado como pésimo por el 100 % de los beneficiarios, develando el alto nivel de rechazo y una posición negativa al proyecto productivo ejecutado, los beneficiarios argumentan que no existió criterios técnicos agronómicos adecuados, asistencia técnica e inadecuado fortalecimiento organizacional en asociatividad en los beneficiarios; aspectos fundamentales que reflejan este descontento social, causado por factores individuales de selección de personal e institucionales.

Al respecto, resultados similares son reportados por Viteri (2013), quien evaluó la sostenibilidad de proyectos productivos de café y cacao en Ecuador, encontró resultados negativos en asociatividad, asistencia técnica y carencia de capacidades empresariales. También, Muñoz (2019) en la evaluación ex post del proyecto “Mejoramiento de la productividad y la calidad de grano del cacao en el sector de Bolsón Cuchara, provincia de Leoncio Prado-Perú”, encontró que el componente asistencia técnica ha sido calificado como muy incipiente, al igual que el fomento de las cadenas productivas y visión empresarial. Argumenta, la falta de capacidades técnicas de los profesionales del proyecto. Sin embargo, Martínez, R (2018) en evaluación ex post del proyecto “familias fortalecen su soberanía alimentaria nutricional con sistemas productivas resilientes e incluyentes en el municipio del Congo-El Salvador”, presenta resultados altamente significativos para sus criterios de evaluación y principalmente en la sostenibilidad; argumenta, la gran importancia de la configuración del equipo técnico del proyecto con personas idóneas en la formación técnica, calidad humana y coherencia en la articulación planeación-ejecución, que transmiten la teoría del pensamiento acción en aspectos positivos a la población beneficiaria.

Comparaciones socioeconómicas

Las comparaciones socioeconómicas muestran que de 74,77 y 85,59% de los beneficiarios de café y cacao respectivamente, poseían ingresos económicos (Tabla 7) superiores a \$ 530 y post proyecto el 92,79 y 88,29% sus ingresos se redujeron a un valor medio de \$ 116. También, las mejoras en alimentación (Tabla 10) evidencian un cambio notable ya que consumo de frutas/leche/queso y carne roja antes del proyecto el 88.29 y 94,59%, lo consumía inter diario; sin embargo, después del proyecto consumen estos alimentos cada mes un 90,09 y 96,4% de los beneficiarios. Este último resultado guarda relación con la reducción media de los ingresos.

Resultados similares reportado por Viteri (2013) en Ecuador, demostró que el proyecto no mejoró significativamente sus ingresos económicos, ratifica la importancia del fortalecimiento de la asociatividad para mejorar la capacidad de negociación con los mercados. También, Muñoz (2019) en evaluación ex post del proyecto mejoramiento de la productividad y la calidad de grano del cacao en el sector de bolsón cuchara, se estableció incrementar el ingreso familiar mensual de \$44 a 119, a la fecha se logró incrementar solo a \$97; también se estableció incrementar la productividad del cacao de 461 a 1350 kg/ha; en 2 años, sólo se logró incrementar a 637.3 kg/ha, menor al promedio nacional 720 kg/ha (Ministerio de <Agricultura y Riego del Perú-MINAGRI, 2019), generando insatisfacción en los beneficiarios. En contraste, hay proyectos que muestran mejoras y aceptación por sus beneficiarios, así lo reporta Álvarez (2015) en evaluación ex post del sistema de riego en la comisión de regantes Cabanilla, el 70 % de beneficiarios califica como regular los impactos socioeconómicos en sus componentes evaluados; también, Zegarra (2014) en evaluación ex post del canal de irrigación nuevo horizonte, la eficiencia fue mayor que la prevista, el incrementó de los rendimientos de 3000 a 7000 kg/ha/año y la ampliación de tierras para cultivos, fue positivo para la población beneficiaria.

Las mejoras en salud (Tabla 8), revelan que antes del proyecto acudían al servicio de salud pública el 89.19 y 97,30% de beneficiarios de café y cacao respectivamente; Después del proyecto las

cifras se mantienen en 90,9 y 94,59%. Igualmente, las mejoras en educación (Tabla 9) mostraron el mismo comportamiento, acudían al servicio de educación pública el 96,40 y 96,5% de beneficiarios de café y cacao respectivamente; después del proyecto acuden al servicio de educación pública 98,20 y 97,3% respectivamente. Ambos componentes no muestran cambios importantes, es probable que siendo una zona rural las únicas instituciones de salud y educación siguen siendo del estado, por ello los beneficiarios continúan haciendo uso de estos servicios.

En general la evaluación realizada en los 11 caseríos del ámbito de Bella Bajo Monzón, no se cumplieron los cinco criterios de evaluación ex post, no existió mejoras socioeconómicas, los criterios de asistencia en los manejos agronómicos de café y cacao muy deficientes es decir desde la selección al campo definitivo de plantación en terrenos inapropiados para instalar; todo esto trajo la consecuencia baja producción y no superaron al promedio de producción local y menos al promedio nacional; coincidiendo con lo señalado por Borja (2017), que el modelo de desarrollo productivo basado en el incremento de la producción, prácticamente motivándoles a generar otras actividades como medio de sobrevivencia. Además, ausencia de un adecuado fortalecimiento organizacional en asociatividad en los beneficiarios de café y cacao, aspecto fundamental que asegura el éxito de un proyecto productivos bajo el enfoque de cadenas productivas lo cual influye en la mejor negociación al mercado, tal como lo han indicado Muñoz (2019) y Viteri (2013).

Análisis reflexivo

Las evaluaciones ex post a los proyectos de inversión pública, nos sirven de lecciones sean de éxitos o fracasos, generando información que sirven para mejorar los criterios de formulación y ejecución; de esta manera cumplir con el fin último de toda inversión pública, en la mejora de la calidad de vida de la población beneficiaria (JICA, 2012). Prueba de ello, el total desacuerdo de la población beneficiaria de la zona de Bella Bajo Monzón y sus 11 caseríos, tales resultados negativos servirán como reflexión para las mejoras en las próximas formulaciones, encaminados en la mejora continua

y tener resultados satisfactorios en las futuras intervenciones de proyectos productivos en el valle de Monzón. Para el logro de los 04 criterios: Pertinencia, Eficacia, Eficiencia y Sostenibilidad, las unidades formuladoras tienen que trabajar en muto acuerdos con los involucrados, y contar con las líneas de base para las futuras comparaciones (Gómez, 2019). Por tanto, queda claro que, por el momento, no existe políticas públicas de evaluaciones ex post a los proyectos de inversión pública, por falta de: recursos humanos capacitados, presupuesto para realizarlos y una baja cultura de evaluación ex post, tanto en los niveles de gobierno y la sociedad civil (Escudero et al., 2018).

V. CONCLUSIONES

La evaluación ex post, aplicando la metodología de evaluación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), al Proyecto de Inversión Pública (PIP N° 195442), mejoramiento de las cadenas productivas estrategias (café y cacao) ámbito Bella Bajo Monzón, ejecutado entre 2012-15 por la municipalidad distrital de Mariano Dámaso Beraún; muestra una valoración negativa de los beneficiarios a la ejecución del proyecto, con alta confiabilidad de los datos analizados por Alfa de Cronbach

El 100% de los beneficiarios, develan alto nivel de rechazo al proyecto, porque sus ingresos económicos se redujeron en 77,78% y el consumo de alimentos frutas/leche/queso y carne roja paso de un consumo diario a una vez por mes en 90,09 y 96,4% de los beneficiarios. Las mejoras en salud y educación se mantienen, más del 90% de los beneficiarios continúan usando los servicios de salud y educación pública.

La evaluación ex post JICA, demuestra que no existió criterios técnicos agronómicos adecuados, asistencia técnica e inadecuado fortalecimiento organizacional en asociatividad en los beneficiarios; aspectos fundamentales que reflejan este descontento social, causado por factores individuales e institucionales antes y durante la ejecución del proyecto productivo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Cooperación Internacional del Japón –

JICA. (2012). Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública. Ministerio de Economía y Finanzas-MEF https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Evaluacion_ExPost/InstrumentosMetodologicos/PAUTAS_GENERALES_EVAL_EX_POST.pdf

Álvarez, W. (2015). Evaluación Ex post del Sistema de riego Cabanilla Lampa. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano, Puno- Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4589>

Bernex, N. (2009). El impacto del narcotráfico en el medio ambiente; Los cultivos ilícitos de coca, un crimen contra los ecosistemas y la sociedad. Mapa del narcotráfico en el Perú, Parte I, 83-98. Recuperado de http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/39934/4_impacto_medioambiente.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Borja, D. (2017). Evaluación de la política pública de fomento productivo en el cultivo de cacao en Chakra en la reserva de biósfera Sumaco. Tesis postgrado. Universidad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede de Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/13044/2/TFLACSO-2017DRBG.pdf>

Chocce, F. (2015). Funciones de la hoja de coca durante el proceso de violencia política en el centro poblado de san José de villa vista, distrito de Chungui, provincia La Mar, región Ayacucho. Disertación de pregrado. Facultad de Antropología-Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/87/T363-CH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chimbolema, C. (2019) Evaluación Ex post del Proyecto de Implementación del capital de trabajo para el

Fortalecimiento Organizativo de COPROBICH” <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10565/1/20To1187.pdf>

Cruz, D. (2017). Evaluación Ex post del proyecto andes Fase II de la Microcuenca del río guano provincia de Chimborazo. Ecuador; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7220/1/20To0871.PDF>

Escudero, R., Escudero R. F., Montes, T., Vásquez, F., Escudero R. N. (2018). Evaluación ex post de proyectos: buenas prácticas públicas y propuesta metodológica para el Ministerio de Agricultura y Riego. <http://argumentos-historico.iep.org.pe/wp-content/uploads/2018/01/Escudero-et-al.-2018-Evaluacion-expost-de-proyectos-minagri.pdf>

Gómez, M. (2019) Evaluación Ex-Post para la Etapa de Ejecución del Proyecto Empreende: Fortalecimiento de las capacidades empresariales de las mujeres para potenciar su autonomía económica -Región Pacífico Central. <http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/TESIS/2019/Melissa%20G%C3%B3mez%20Carvajal.pdf>

Held, G., and Suárez, G. (2017). Thinking and Designing Projects in the Current World: A Workshop for Engineering Students. Santiago, Chile

Holdridge, R. L. (2000). Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) San José- Costa Rica, 216p.

Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI. (2019b). Dirección General de Políticas Agrarias; Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Observatorio del Cacao. Boletín de publicación trimestral, enero 2019. Recuperado de <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2019?download=14703:commodities-cacao-enero-2019>

Montero, Y. (2017). Evaluación ex post de resultados de los proyectos de inversión pública ejecutados por la municipalidad provincial de Zarumilla 2010-2015. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Tumbes, Perú. Recuperado de <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/196>

Muñoz, G. (2019). Evaluación ex post del PIP “Mejoramiento de la productividad y la calidad de grano del cacao en el sector de Bolsón Cuchara, provincia de Leoncio Prado – Huánuco. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú

Martínez, R (2018) Evaluación Ex post del Proyecto “FamiliasFortalecensusoberaníaAlimentariaNutricional

con Sistemas Productivas Resilientes e Incluyentes en el Municipio del Congo” https://ayudaenaccion.org/ong/wp-content/uploads/2019/04/7.-Evaluaci%C3%B3n-Externa-Final_2016229225.pdf

Navarro, H., King, K., Ortigón, E., Pacheco, J. (2006). Pauta metodológica de evaluación de impacto ex-ante y ex-post de programas sociales de lucha contra la pobreza: aplicación metodológica. Recuperado de <https://econpapers.repec.org/paper/ecrcolo38/5489.htm>

Polan, F. F. (2015). Participación de la población en la elaboración de proyectos de inversión pública: un análisis según el grado de ruralidad para las provincias de Puno y el Collao, 2012 - Perú. *Comuni@cción*, 6(1), 15-27. Recuperado en 02 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2219-71682015000100002&lng=es&tlng=es.

Pulgar, V. 2014. Las ocho regiones naturales del Perú. *Terra Brasilis (Nova Série) Revista da Rede Brasileira*

de História da Geografia e Geografia Histórica. <https://journals.openedition.org/terrabrasilis/1027?lang=en>

Silva, S. (2019). Fortalecimiento del proceso de formulación y evaluación de proyectos de inversión pública del estado de Chile. Tesis de pregrado. Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173224>

Viteri, O. (2013). Evaluación de la Sostenibilidad de los cultivos café y cacao en las provincias Orellana y Sucumbíos-Ecuador. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/126995>

Zegarra, A. (2014) Evaluación ex post del canal de Irrigación Nuevo Horizonte Tocache. Tingo María – Perú. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado de <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/923/T.EPG-50.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Evaluación del aceite de *Anacardium occidentale* como inhibidor de floculación de asfaltenos

Dany, Arriojas-Tocuyo¹; Tomás, Marín-Velásquez^{2*}

Resumen

En la investigación se evaluó, a nivel de laboratorio, al aceite de cáscaras de la semilla de *Anacardium occidentale* (CNLS), como inhibidor de floculación de asfaltenos. Se prepararon tres mezclas de CNLS en Diésel (40, 60 y 80% V/V) y se aplicaron cuatro dosis (2, 4, 6 y 8 µL) a 10 mL de una muestra de petróleo del Campo El Furrial, Venezuela, así como, el Diésel y el aceite puros, para un total de cinco productos evaluados a las cuatro dosis. Se midió como variable respuesta el Umbral de Floculación de los asfaltenos (UF), como el volumen de n-heptano aplicado al petróleo hasta observar en un microscopio óptico la formación de agregados. El diseño experimental fue factorial, con dos factores experimentales, Producto y Dosis y una variable respuesta UF, medida por triplicado para cada combinación producto-dosis. Se aplicó ANOVA factorial y test LSD de Fisher con $\alpha = 0,05$. Se obtuvo que el umbral de floculación fue dependiente de los dos factores de forma significativa ($p < 0,05$) y la presencia del CNLS en la mezcla produce efecto inhibidor, con un máximo de eficiencia de 43,6% para el producto al 80% CNLS a la dosis de 4 µL/10mL de petróleo.

Palabras clave: Precipitación, inhibidor de asfaltenos, floculación, *Anacardium occidentale*.

Evaluation of *Anacardium occidentale* oil as an asphaltene flocculation inhibitor

Abstract

In the investigation, *Anacardium occidentale* seed oil (CNLS) was evaluated at laboratory level as an asphaltene flocculation inhibitor. Three mixtures of CNLS in Diesel (40, 60 and 80% V/V) were prepared and four doses (2, 4, 6 and 8 µL) were applied to 10 mL of an oil sample from El Furrial Field, Venezuela, as well as, pure diesel and oil, for a total of five products evaluated at the four doses. The response variable measured was the Asphaltene Flocculation Threshold (UF), as the volume of n-heptane applied to the oil until the formation of aggregates was observed under an optical microscope. The experimental design was factorial, with two experimental factors, Product and Dose, and a UF response variable, measured in triplicate for each product-dose combination. Factorial ANOVA and Fisher LSD test were applied with $\alpha = 0.05$. It was obtained that the flocculation threshold was significantly dependent on the two factors ($p < 0.05$) and the presence of CNLS in the mixture produces an inhibitory effect, with a maximum efficiency of 43.6% for the product at 80% CNLS at a dose of 4 µL/10mL of oil.

Keywords: Precipitation, asphaltene inhibitor, flocculation, *Anacardium occidentale*.

Recibido: 10 de abril de 2020

Aceptado: 04 de Agosto de 2020

¹ MBA en Gerencia de la Industria de los Hidrocarburos; Gerencia de Calidad del Dato; Petróleos de Venezuela, Punta de Mata-Venezuela; arriojasd@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8192-9641>

² Magister en Gestión y Auditorías Ambientales; Docente de la Universidad de Oriente, Maturín- Venezuela; tmarin@protonmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3334-5895>

*Autor para correspondencia: tmarin@protonmail.com

I. INTRODUCCIÓN

El petróleo crudo es una mezcla de diversos hidrocarburos simples y complejos, principalmente saturados o parafinas, aromáticos, resinas y asfaltenos (Varjani, 2017). Los asfaltenos, representan, junto con las ceras parafínicas, la fracción sólida dentro de la composición del petróleo crudo y están formados por una compleja mezcla de moléculas aromáticas que están contenidos en la mayoría de los petróleos crudos producidos en el mundo, así como también en los residuos de su procesamiento y también en el del carbón (Zuo, Qu & Shen, 2019).

Por otro lado, los asfaltenos son considerados la fracción polidispersa más pesada y polarizable del petróleo crudo (Vargas, Creek & Chapman, 2010). Los asfaltenos, por su complejidad, no tienen una estructura molecular definida, por lo que se clasifican según la teoría de la solubilidad; es decir, los asfaltenos son sustancias químicas que son solubles en disolventes aromáticos como el tolueno, el benceno o el xileno, pero insolubles en disolventes parafínicos como el *n*-pentano o el *n*-heptano (Kuang *at al.*, 2016). Estructuralmente están constituidos por anillos poliaromáticos unidas por cadenas alifáticas laterales.

Según describen Li *et al.* (2020) los asfaltenos son compuestos sólidos, de apariencia fina y su color va de negro a marrón oscuro, con peso molecular en el rango de entre mil a 50 mil UMA (Unidad de Masa Atómica). Al ser componentes sólidos, que forman parte de la composición del petróleo, se ha definido su estado como de sólidos suspendidos coloidalmente dentro de la fase líquida constituida por hidrocarburos saturados y aromáticos, estabilizados por una capa de resina (García-James, Pino, Marín & Maharaj, 2012; Romero, Feitosa, Ribeiro & Batista, 2018). Esta denominada teoría coloidal, fue propuesta por Mansoori (1997) y supone que la estabilidad de los asfaltenos depende de la interacción entre las resinas, los asfaltenos y el resto de los componentes del petróleo crudo.

El sistema coloidal formado por la unión de los asfaltenos y las resinas (micelas) y los componentes líquidos del petróleo crudo, se encuentra en un estado de pseudo equilibrio termodinámico (Li *et al.*, 2020) por lo que cambios en las condiciones de temperatura, presión, composición y régimen de flujo causan la desestabilización del sistema,

propiciando la separación y agregación de las partículas de asfaltenos, formando depósitos que producen taponamiento de tuberías y equipos de procesos (Soltani, Reisi & Norouzi, 2019).

Los depósitos de asfaltenos generan problemas en todas las fases de la producción petrolera. Puede causar daños en la formación en las regiones cercanas a los pozos de petróleo por la obstrucción parcial o total del espacio poroso (Kraiwattanawong *et al.*, 2009). Pueden obstruir el fondo del pozo y tuberías de producción y equipos de superficie (Alimohammadi, Zendejboudi & James, 2019). Durante el transporte de petróleo crudo, la precipitación y la deposición de asfaltenos pueden obstruir los oleoductos y asentarse en los buques cisternas (Li, Chia, Guoa & Sun, 2019). En las refinerías, los asfaltenos pueden depositarse en las columnas de destilación, ensuciar los intercambiadores de calor y también causar la desactivación de los catalizadores (Ghosh, Chaudhuri, Kumar & Panja, 2016). Estos problemas conducen a una pérdida significativa de productividad y a un alto costo para la remoción de los taponamientos.

La inhibición y estabilización de los asfaltenos es fundamental para mantener la productividad de los pozos petroleros que producen petróleos inestables, es decir petróleos que tiene tendencia a formar depósitos de asfaltenos (Ashoori, Sharifi, Masoumi & Salehi, 2017). La técnica más utilizada para estabilizar los asfaltenos, es la inhibición de la formación de agregados mediante la aplicación de productos químicos que intervienen en el proceso de floculación de las partículas de asfaltenos y las mantienen en suspensión (Paridar, Solaimany & Karimi, 2018). Los productos químicos utilizados están formulados a base de disolventes orgánicos aromáticos y resinas sintéticas; la función es reforzar la capa estabilizante natural y dispersar las partículas evitando que se atraigan y formen agregados (Li *et al.*, 2020).

Al ser los productos inhibidores y dispersantes de asfaltenos formulados a partir de resinas sintéticas, su costo de producción es alto y, aun cuando se aplican en cantidades pequeñas (ppm o $\mu\text{L/L}$), su uso continuo genera gastos importantes a la industria. Adicionalmente, son difíciles de degradar y, al entrar en contacto con el suelo o el agua, genera un problema ambiental (Machalowski *et al.*, 2020). Lo anterior ha llevado al estudio productos alternativos de menor

costo y menos agresivos para el ambiente, no solo para el tratamiento de los asfaltenos, sino para todas las operaciones de tratamiento del petróleo.

Los aceites vegetales son estudiados como sustitutos de las resinas sintéticas en el tratamiento del petróleo, como el uso del aceite de coco para el tratamiento de las emulsiones de agua en petróleo (Saat, Chin & Wong, 2020) o como estabilizante de asfaltenos (Marín, 2019). Otro aceite vegetal utilizado como estabilizante de asfaltenos proviene de la semilla de *Jatropha curcas* (Marín, Marcano & Febres, 2016) demostró ser eficiente y con potencial para su uso a nivel de campo. Igualmente se evaluaron ácidos grasos obtenidos de aceites vegetales, que a pesar de su menor eficiencia en comparación con una resina sintética, demostró que causa un efecto inhibidor positivo; adicional, se producen de forma natural, son respetuosos con el ambiente y rentables, sustitutos adecuados de los productos comerciales (Alrashidi, Afra & Nasr-El-Din, 2019). Otros aceites vegetales que han sido estudiados y que ha mostrado actividad inhibidora de la floculación y precipitación de asfaltenos, se encuentran: aceite de nabo, aceite de almendra amarga, aceite de sésamo, aceite de manzanilla, aceite de jengibre, aceite de avellana, aceite de oliva y el aceite de romero.

El *Anacardium occidentale* es un árbol originario, de la América tropical, perteneciente a la familia Anacardiaceae. El árbol tiene diversos usos como la madera, el pseudo fruto comestible con un alto valor nutricional de 47% de grasa, 21% de proteína y 22% de carbohidratos, vitaminas y aminoácidos (Lafont, Páez & Portacio, 2011), y su semilla tipo nuez de forma arriñonada compuesto por proteína, fibra y grasa (Salehi et al., 2019).

De la cáscara que envuelve a la nuez (pericarpio) se obtiene un aceite de color marrón oscuro denominado CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid*), principalmente de compuestos fenólicos que combinan el carácter aromático con largas cadenas alifáticas, ácido anacárdico, cardol y cardanol; este último es el más abundante y está presente en cantidades que varían desde el 68% hasta el 95% (Nunes et al., 2019).

Considerando las características aromáticas y resinosas del CNSL y los resultados positivos observados en las investigaciones citadas, al utilizar aceites vegetales, se decidió investigar a nivel de laboratorio, su posible uso como componente activo

inhibidor de la floculación de asfaltenos, como una alternativa rentable y ecoamigable, aplicado a un petróleo crudo del oriente venezolano, debido a que en esta zona se producen petróleos inestables, es decir que tienen tendencia a generar precipitación de asfaltenos, que generan taponamiento de.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las muestras de petróleo crudo.

La muestra de petróleo crudo utilizada se obtuvo de un pozo productor del Campo El Furrial, ubicado en la población del mismo nombre en el Estado Monagas, Venezuela. La misma fue proporcionada por personal de operaciones de Petróleos de Venezuela (PDVSA), en envase plástico de un galón de capacidad y almacenada refrigerada a 4°C en el Laboratorio de Procesamiento de Hidrocarburos de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela, en donde además se realizaron todos los ensayos correspondientes. Dicha muestra fue caracterizada para obtener propiedades básicas como Gravedad API según norma estándar ASTM D287 (2012), Viscosidad dinámica por la norma ASTM D2196 (2018), porcentaje de agua y sedimentos según norma ASTM D4007 (2016) y composición SARA aplicando el procedimiento descrito en la norma ASTM D2007 (2011). A partir de los resultados el análisis SARA, se determinó el índice de estabilidad coloidal mediante la ecuación 1, descrita por Ghosh, Chaudhuri, Kumar y Panja (2016)

$$CII = \frac{(\%Saturados + \%Asfaltenos)}{(\%Aromáticos + \%Resinas)} \quad (1)$$

También se determinó su umbral de floculación de asfaltenos (UF) mediante el principio de titulación con n-heptano (*Oliensis Spot Test Number*) modificado mediante microscopía óptica (Abrahamsen, 2012; Kraiwattanawong et al., 2009; Marín, 2019).

En el procedimiento para determinar el UF se aplica n-heptano en proporciones sucesivas de 0,5 mL a una muestra de 10 mL de petróleo crudo sometido a agitación y temperatura constante de 25 °C. Luego de agitar por 5 min, por cada aplicación se extrajo una alícuota del petróleo crudo y se observó en un microscopio óptico con ocular 10X para constatar la

formación de los flóculos de asfaltenos, anotándose el volumen total de n-heptano (mL) utilizado como el UF de los asfaltenos, en caso de no observarse

flóculos, se repite el proceso desde la adición de 0,5 mL más de n-heptano. El esquema se muestra en la Figura 1.

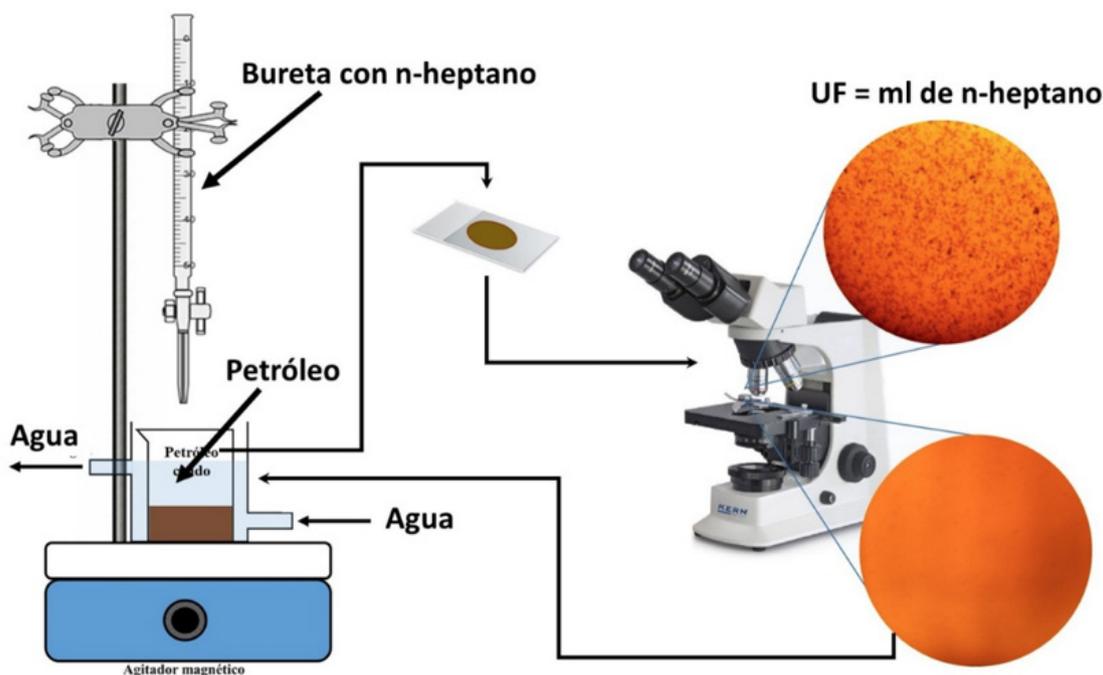


Figura 1. Esquema del ensayo para determinar UF. Fuente: Arriojas y Marín (2020)

Obtención del aceite de cáscaras de *A. occidentale* (CNSL)

Las cáscaras de *A. occidentale* fueron obtenidas de frutos recolectados en la población de El Furrial y poblaciones vecinas (Musipán y Punta de Mata). Se escogieron cáscaras de pseudo frutos maduros y se separaron manualmente de la nuez, se trituraron igualmente de forma manual y se secaron en estufa de laboratorio a una temperatura de 80 °C para eliminar el exceso de humedad.

Para la extracción del aceite se utilizó un equipo Soxhlet de 500 mL de capacidad y se utilizó como disolvente n-hexano grado analítico. La extracción se realizó con una proporción de 300 mL de disolvente por 30 g de cáscara triturada y seca. El proceso se realizó durante cuatro horas. El extracto se concentró

en un rotoevaporador y se almacenó en frascos de vidrio a condiciones de laboratorio (25 °C)

Preparación de productos a evaluar

Se prepararon tres productos con tres concentraciones de CNSL como componente activo y combustible Diésel como disolvente (40, 60 y 80% CNSL), para evaluar el efecto de la concentración del aceite sobre el UF de asfaltenos. Las mezclas fueron aplicadas al petróleo crudo en cuatro dosis (2, 4, 6 y 8 µL por 10 mL de petróleo). Adicionalmente se aplicó Diésel puro y NCSL puro en las mismas dosis. Luego de aplicar el producto al petróleo crudo, se procedió a determinar el UF de los asfaltenos y se comparó con el UF original, con lo que se obtuvo la Actividad Inhibidora Relativa Porcentual (ARP) mediante la ecuación 2.

$$ARP = \frac{UF_{dosificado} - UF_{Original}}{UF_{Original}} \times 100 \quad (2)$$

Diseño experimental

Se estableció un diseño experimental factorial, con dos factores (Producto y Dosis) y una variable respuesta (UF). El diseño seleccionado tiene

60 ejecuciones, con 1 una muestra tomada en cada ejecución. El modelo fue de Interacciones de 2 factores con 22 coeficientes. Los factores experimentales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los factores experimentales

Factor	Nomenclatura	Nivel
Producto	P0	0% CNSL
	P1	40% CNSL
	P2	60% CNSL
	P3	80% CNSL
	P4	100% CNSL
Dosis	D2	2 µL de producto
	D4	4 µL de producto
	D6	6 µL de producto
	D8	8 µL de producto

Fuente: elaboración propia

Cada valor de UF se obtuvo por triplicado, lo que representó un total de 60 ensayos.

Tratamiento estadístico de los resultados

Los resultados fueron sometidos a una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para establecer si se aplicaba estadística paramétrica o no paramétrica. El resultado de esta prueba arrojó un valor de significancia $p = 0,2149$ el cual al ser mayor que $\alpha = 0,05$ indicó que no se puede rechazar la hipótesis de que UF proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

De acuerdo a lo anterior se aplicó la prueba de varianza ANOVA con análisis múltiple de rangos basado en la Diferencia Mínima Significativa de Fisher (LSD) con significancia $\alpha = 0,05$. Para el análisis del diseño experimental, se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVII.

III. RESULTADOS

Las propiedades obtenidas al caracterizar la muestra de petróleo crudo utilizada se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Propiedades de la muestra de petróleo crudo

Propiedad	Valor	Unidad
Gravedad API	27,4	°API
Viscosidad a 25°C	17,7	cP
%AyS	0,1	%
%Saturados	50,5	%
%Aromáticos	21,2	%
%Resinas	5,1	%
%Asfaltenos	3,1	%
%Volátiles	20,1	%
UF	7,8±0,3	mLC7

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a las características obtenidas, el petróleo se clasifica como mediano o medio (API entre

22 y 32). El porcentaje de agua y sedimentos (%AyS) de 0,1 indica que el petróleo contiene poca agua, es

decir es un petróleo seco o limpio. En cuanto a la composición SARA, se observa una mayor cantidad de compuestos saturados y aromáticos (71,7%),

El valor de CII calculado a través de la ecuación 1 dio como resultado 2,03 valor que se interpreta como de un petróleo crudo inestable ($CII \geq 0,9$) es decir tiene tendencia producir precipitación de asfaltenos (Ghosh et al., 2016). El UF indica que se

necesitan $7,8 \pm 0,3$ mL de n-heptano para iniciar la formación de agregados por cada 10 mL de petróleo crudo (0,75 a 0,81 mL/mL). Este valor de UF original es la referencia para determinar si los tratamientos mejoran la estabilidad, produciendo un aumento de éste.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de UF obtenidos al aplicar los tratamientos al petróleo crudo.

Tabla 3. Umbrales de Floculación obtenidos al aplicar los tratamientos en mL de n-heptano.

Producto	Dosis μL	UF promedio	DE
PO	2	7,8	0,3
	4	7,8	0,3
	6	7,3	0,3
	8	7,8	0,3
P1	2	8,7	0,3
	4	8,7	0,3
	6	8,3	0,3
	8	8,0	0,5
P2	2	7,8	0,3
	4	8,5	0,5
	6	9,8	0,3
	8	9,7	0,6
P3	2	9,7	0,6
	4	11,2	0,3
	6	9,5	0,9
	8	8,7	0,6
P4	2	9,2	0,3
	4	9,7	0,6
	6	10,3	0,6
	8	10,5	0,5

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3 se observa una tendencia a aumentar el UF de la muestra de petróleo crudo luego de la aplicación de los tratamientos. En el caso del PO, que fue la aplicación de Diésel puro, los valores de UF se mantuvieron iguales a los del petróleo original (7,8 mL n-heptano) y se observó que en la dosis de

6 μL este valor fue incluso menor al obtenerse 7,3 mL de n-heptano en promedio. Los tratamientos con los mayores valores de UF fueron P3 y P4, que representan 80% de CNSL en Diésel y 100% CNSL. En la Figura 2, se muestran microfotografías obtenidas de los agregados de asfaltenos.

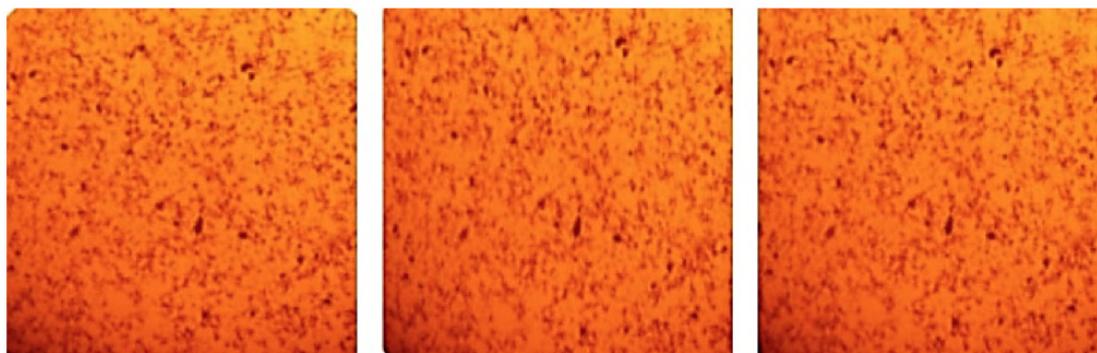


Figura 2. Microfotografías de flóculos de asfaltenos obtenidos al aplicar n-heptano a la muestra de petróleo crudo.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del cálculo de la actividad inhibidora relativa porcentual para cada uno de los tratamientos aplicados.

Tabla 4. Actividad Inhibidora Relativa Porcentual de los tratamientos aplicados a la muestra de petróleo crudo.

Producto	Dosis μL	ARP
PO	2	0,0
	4	0,0
	6	-6,4
	8	0,0
P1	2	11,5
	4	11,5
	6	6,4
	8	2,6
P2	2	0,0
	4	9,0
	6	25,6
	8	24,4
P3	2	24,4
	4	43,6
	6	21,8
	8	11,5
P4	2	17,9
	4	24,4
	6	32,1
	8	34,6

Fuente: elaboración propia

Se observa que en el caso del tratamiento PO (100% Diésel) no se observó actividad inhibidora en ninguna de las dosis aplicadas, llegando incluso a ser un valor negativo para la dosis D6, indicando que la aplicación de Diésel puro al petróleo crudo no genera ningún cambio en el comportamiento de estabilidad de los asfaltenos presentes.

La presencia del CNSL en la mezcla con Diésel produce una eficiencia inhibidora desde P1 (40% CNSL) sin embargo a esta concentración se alcanza una ARP máxima de 11,5% a las dosis más bajas (D2 y D4). Para el producto P2, se observó un comportamiento inverso al P1, ya que las mayores ARP fueron a las dosis mayores D6 y D8, alcanzando

una eficiencia máxima de 25,6% a D6, superando al producto anterior. La máxima eficiencia se obtiene con el producto P3 a una dosis D4 de 43,6%. En el caso del P4 (100% CNSL) las eficiencias fueron

menores al P3, con un ARP mayor a la dosis D8 de 34,6%.

Luego de la obtención de los resultados e procedió a realizar el análisis de varianza ANOVA factorial y los resultados se observan en la Tabla 5

Tabla 5. Análisis de Varianza para UF

Factores	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	p-valor
A:Producto	42,0167	4	10,5042	0,0000
B: Dosis	4,3125	3	1,4375	0,0013
AB	22,25	12	1,85417	0,0000
Residuos	4,8	24	0,2	
Total	77,2458	59		

Fuente: elaboración propia

Los p-valor de la tabla ANOVA son todos menores que 0,05 lo que indica que los dos factores estudiados (Producto y Dosis) tiene influencia significativa sobre la variable UF, con un nivel de confianza de 95%. De igual forma la interacción entre ambos factores, también ejerce influencia significativa, es decir la combinación Producto-Dosis es significativa cuando

se determina el UF de los asfaltenos en la muestra de petróleo crudo utilizada.

Para establecer las diferencias o similitudes entre cada uno de los tratamientos y sus niveles se aplicó el test LSD de Fisher, cuyos resultados, para los factores experimentales, se observan en la gráfica de medias mostrada en las Figura 3 y 4.

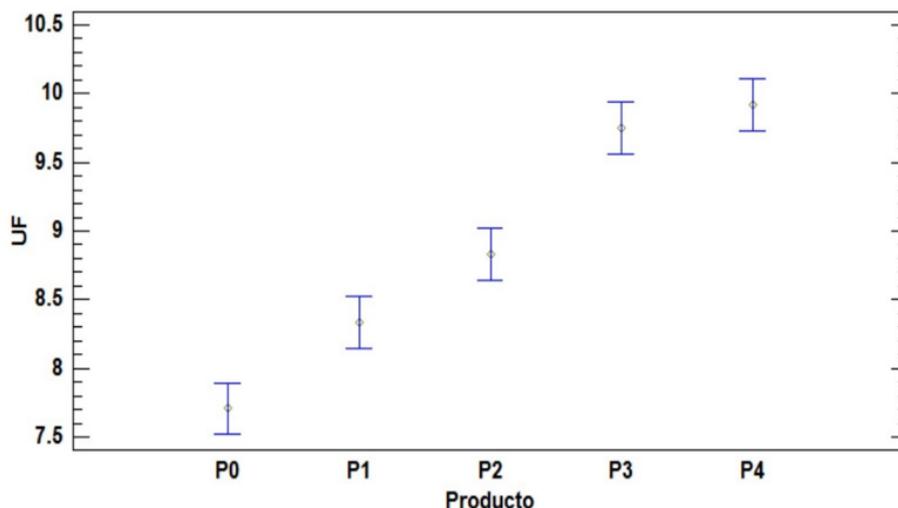


Figura 3. Gráfico de medias y 95% LSD de Fisher para la variable UF por el factor Producto

En la Figura 3 se observa como las medias entre los productos P0, P1 y P2 muestran diferencias estadísticas significativas entre ellas, pues el rango de medias no se cruzan entre ellas, es decir no hay coincidencia de medias entre estos tratamientos

con un nivel de confianza de 95%. Sin embargo, al observar las medias de los productos P3 y P4, se observa que los rangos de los mismos se cruzan o traslapan, lo que significa que no existe diferencia significativa entre ellas con un nivel de confianza de 95%.

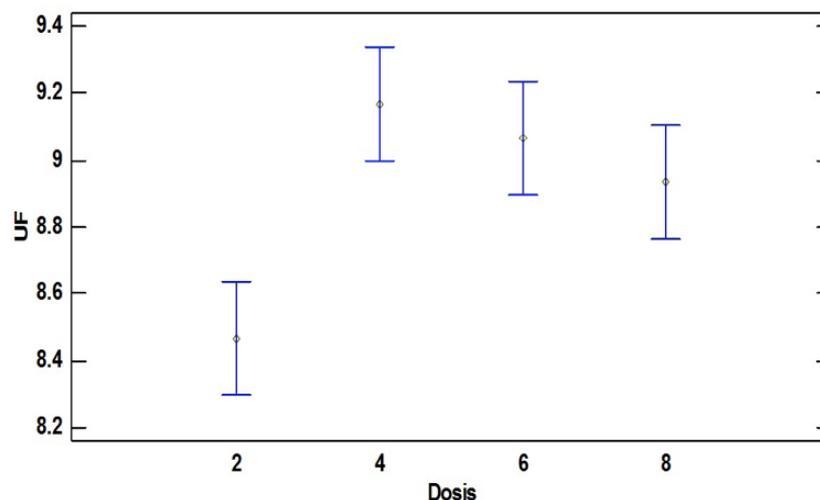


Figura 4. Gráfico de medias y 95% LSD de Fisher para la variable UF por el factor Dosis

Se observa que la dosis D2 (2 μ L) fue con la que se obtuvo el menor rango de UF y que además tiene diferencia estadística significativa respecto a las otras tres dosis con un nivel de confianza de 95%. El resto de las dosis aplicadas, aun cuando muestran diferencias en sus medias, estas no son significativas, ya que sus rangos de medias se traslapan, lo que indica que son estadísticamente iguales con un nivel de confianza de 95%. A pesar de lo anterior, se destaca la dosis D4 (4 μ L) con el mayor rango de UF. De acuerdo a lo mostrado en la tabla ANOVA (Tabla 5) la interacción entre los factores influye de forma significativa en los valores de UF obtenidos, por lo que se puede asegurar que para este estudio particular, la mejor combinación Producto-Dosis, es la P3-D4, por ser con la que se obtiene la mayor eficiencia inhibidora de asfaltenos.

IV. DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de UF, mostrados en la tabla 3, evidencian un efecto positivo del aceite de *A. occidentale* como inhibidor de floculación de asfaltenos, pues los mismos fueron mayores al UF original del petróleo y mientras mayor es el UF, significa que más estables se encuentran los asfaltenos en el petróleo crudo (Zheng *et al.*, 2019). En relación a los valores mostrados en la tabla 4, se evidencia que la composición del producto inhibidor es fundamental para lograr la inhibición y dispersión de los asfaltenos, sobre todo se necesita que el producto contenga resinas o compuestos

surfactantes (Goual, Sedghi, Wang & Zhu, 2014) los cuales no están presentes en este derivado del petróleo, cuya composición es mayoritariamente hidrocarburos saturados (parafinas y neftenos) y aromáticos (Bacha *et al.*, 2007; Ghosh, 2008) por tal razón no se obtiene actividad inhibidora al aplicar 100% Diésel a la muestra de petróleo. Al aplicar los productos elaborados al mezclar el CNSL con Diésel, se observa que se produce actividad inhibidora, y la ARP máxima obtenida con el producto P3 a una dosis D4 de 43,6% coincide con el reportado por Kuang *et al.* (2019) de 43% al usar un inhibidor comercial a una muestra de petróleo crudo de Texas, USA, mediante la aplicación de la prueba de Dispersión de Asfaltenos (ADP). La disminución de la eficiencia para el producto P4 compuesto de 100% CNSL, indica que el aceite de *A. occidentale*, para la muestra de petróleo estudiada fue más eficiente como inhibidor de la floculación de asfaltenos, aplicado en mezcla con Diésel en proporción 80:20, debido a que supera al aceite puro en ARP.

Chávez-Miyauchi *et al.* (2013) mostraron un aumento en la cantidad de n-heptano necesario para obtener el UF de un petróleo crudo pesado mexicano, al ser tratado con un producto químico comercial inhibidor/dispersante de asfaltenos, medido a través de adsorción de luz visible de 22,8% valor que fue superado por los productos P2, P3 y P4 utilizados en la presente investigación. Lo anterior también demuestra que el CNSL presenta propiedades inhibidoras de la floculación de asfaltenos y que

puede llegar a superar a productos comerciales. Un punto importante que se debe tomar en cuenta, es la influencia de la composición, tanto del CNSL, como del propio petróleo que se utilizó en la investigación, ya que se ha demostrado que la eficiencia de los inhibidores de asfaltenos varía significativamente en función al tipo de petróleo crudo y por ende de su composición (Bello, Manzano & Marín, 2015). Así mismo los compuestos fenólicos y ácidos grasos presentes en el CNSL, actúan como surfactantes (Sánchez *et al.*, 2015; Taiwo, 2015) lo que retarda la formación de los agregados de asfaltenos por la acción del n-heptano, aumentando el UF.

La comparación estadística entre las medias de los UF en función al factor producto, muestra que al aumentar la concentración de CNSL en la mezcla con Diésel, también aumenta el UF de los asfaltenos en la muestra de petróleo crudo y que dicho aumento es significativo hasta la concentración de 80%, para luego mantenerse estable y constante hasta el 100% CNSL. Este resultado permite asegurar que el producto más indicado para el tratamiento de la muestra de petróleo, sería el P3, pues utiliza menos CNSL y si se utiliza más de este aceite, el resultado sería estadísticamente no significativo, además este producto fue el que produjo el mayor cambio en el UF, con el mayor porcentaje de eficiencia puntual de 43,6%.

Para la inhibición de la floculación de asfaltenos, se han investigado diferentes compuestos, en su mayoría químicos sintéticos, como alquiles de cadena larga que han demostrado efectividad al aplicarse a muestras de petróleo Maya Mexicano, a una concentración de 0,1 g/L (Chávez-Miyauchi *et al.*, 2013) lo que contrasta con el resultado obtenido en la presente investigación, donde la concentración más eficiente fue de 0,4 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (0,4 mL/L) que tomando en cuenta una densidad de P3 de 0,8453 g/mL, representa 0,33 g/l. En investigaciones con aceites vegetales, como el de coco y de andiroba, se reportaron resultados eficientes con mayores concentraciones 50 g/L al aplicarlo a un petróleo crudo ligero de Kuwait (Alrashidi *et al.*, 2019). Así mismo, el aceite de coco también mostró eficiencia máxima al ser aplicado a dos muestras de petróleo crudo mediano venezolano, específicamente del Estado Monagas, a una dosis de 0,8 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (Bello *et al.*, 2015) lo que indica que el aceite extraído de

la cáscara de la semilla de *A. occidentale* muestra eficiencia a una menor dosis sobre muestras similares. Un resultado coincidente, fue obtenido por Marín *et al.* (2016) con una muestra de petróleo crudo de la misma área de estudio (Campo El Furrial) y también de grado mediano, al aplicar aceite de *Jatropha curcas*, con un resultado de mayor ARP a una dosis de 0,4 $\mu\text{L}/\text{mL}$.

Otros aceites vegetales utilizados en investigaciones anteriores, como los de nabo, almendra negra y sésamo, demostraron ser eficientes como inhibidores de asfaltenos, pero con concentraciones más altas de 1 g/L, al ser aplicados a un petróleo crudo liviano iraní (Mardani *et al.*, 2018) por lo que al comparar con lo obtenido con el aceite de *A. occidentale*, se observa una mayor eficiencia de este último, sin embargo se debe tomar en cuenta que los aceites mencionados se aplicaron a muestras con diferentes características en cuanto a su composición, debido a sus distintos lugares de procedencia. La importancia de la composición del petróleo crudo sobre la eficiencia de los productos inhibidores de asfaltenos, fue observada por Bello *et al.* (2015). Así mismo, Gabrienko, Martyanov y Kazarian (2015) concluyeron que el efecto de la composición está en función de la relación porcentual de los componentes SARA del petróleo y en especial la relación entre las resinas y los asfaltenos. Igualmente, García y Carbognani (2001) mencionan que la relación entre los saturados y los asfaltenos, también es fundamental en el comportamiento y la eficiencia de los productos inhibidores de asfaltenos. Por otro lado, la influencia de la composición del petróleo crudo sobre los inhibidores de asfaltenos fue explicada por Wang y Buckley (2003) como una función de la composición de los mismos asfaltenos, así como, por el tipo de disolvente utilizado para obtener el UF, es decir, los asfaltenos floculados por parafinas de menor peso molecular, son más estables que las fracciones de distribución estrecha floculadas por parafinas de mayor peso molecular (Pereira *et al.*, 2011).

V. CONCLUSIONES

El efecto del CNSL en las mezclas se comprobó al comparar con el uso del Diésel puro, el cual no mostró eficiencia inhibidora. La mezcla con la que se determinó la mayor eficiencia inhibidora fue la

formada por 80% CNSL a una dosis de aplicación de 4 μ L en 10 mL de petróleo crudo, seguida por el CNSL al 100% aplicado a una dosis de 8 μ L en 10 mL de petróleo crudo, las cuales no mostraron diferencias significativas entre ellas. El análisis estadístico mostró que los dos factores experimentales evaluados (Producto y Dosis) son estadísticamente influyentes sobre los valores del umbral de floculación de los asfaltenos (UF), al igual que la interacción entre ambos con un nivel de confianza de 95%.

Se comprobó que el CNSL presenta actividad inhibidora sobre los asfaltenos de la muestra de petróleo crudo estudiada, lo que demuestra su potencial como componente activo en productos para el tratamiento de la precipitación de asfaltenos, lo que podría significar una alternativa en la minimización de este problema, que está presente en los procesos de producción petrolera.

VI. REFERENCIAS

Abrahamsen, E.L. (2012). *Organic flow assurance: Asphaltene dispersant/inhibitor formulation development through experimental design*. Stavanger: Schlumberger Limited.

Alimohammadi, S., Zendehboudi, S., & James, L. (2019). A comprehensive review of asphaltene deposition in petroleum reservoirs: Theory, challenges, and tips. *Fuel*, 252, 753-791. doi: 10.1016/j.fuel.2019.03.016

Alrashidi, H., Afra, S., & Nasr-El-Din, H.A. (2019). Application of natural fatty acids as asphaltene solvents with inhibition and dispersion effects: A mechanistic study. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 172, 724-730. doi: 10.1016/j.petrol.2018.08.066

Arriojas, D.D.J., & Marín, T.D. (2020). Análisis comparativo de la eficiencia estabilizadora de asfaltenos del aceite de cáscara de Anacardium occidentale y productos comerciales. *Enfoque UTE*, 11(3), 111-123. doi: 10.29019/enfoque.v11n3.643

ASTM D287. (2012). *Standard Test Method for API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method)*. USA: American Society of Testing Materials.

ASTM D2007. (2011). *Standard Test Method for Characteristic Groups in Rubber Extender and Processing Oils and Other Petroleum-Derived Oils by the Clay-Gel Absorption Chromatographic Method*. USA: American Society of Testing Materials.

ASTM D2196. (2018). *Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational Viscometer*. USA: American Society of Testing Materials.

ASTM D4007. (2016). *Standard Test Method for Water and Sediment in Crude Oil by the Centrifuge Method (Laboratory Procedure)*. USA: American Society of Testing Materials.

Ashoori, S., Sharifi, M., Masoumi, M., & Salehi, M.M. (2017). The relationship between SARA fractions and crude oil stability. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26, 209-213. doi: 10.1016/j.ejpe.2016.04.002

Bacha, J., Freel, J., Gibbs, A., Gibbs, L., Hemighaus, G., Hoekman, K., Horn, J., et al. (2007). *Diesel Fuels Technical Review*. USA: Chevron Corporation.

Bello, Y.B., Manzano, J.R., & Marín, T.D. (2015). Análisis comparativo de la eficiencia dispersora de asfaltenos de productos a base de aceite de coco (*Cocos nucifera*) como componente activo y dispersantes comerciales aplicados a muestras de petróleo del Campo el Furrial, Estado Monagas, Venezuela. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 28(2), 51-61.

Chávez-Miyauchi, T.E., Zamudio-Rivera, L.S., Barba-López, V., Buenrostro-Gonzalez, E., & Martínez-Magadán, J.M. (2013). N-aryl amino-alcohols as stabilizers of asphaltene. *Fuel*, 110, 302-309. doi: 10.1016/j.fuel.2012.10.044

Gabrienko, A.A., Martyanov, O.N., & Kazarian, S.G. (2015). Effect of Temperature and Composition on the Stability of Crude Oil Blends Studied with Chemical Imaging In Situ. *Energy & Fuels*, 29(11), 7114-7123. doi: 10.1021/acs.energyfuels.5b01880

García, M.D.C., & Carbognani, L. (2001). Asphaltene-Paraffin Structural Interactions. Effect on Crude Oil Stability. *Energy & Fuels*, 15(5), 1021-1027. doi: 10.1021/

ef0100303

García-James, C., Pino, F., Marín, T., & Maharaj, U. (2012). Influence of Resin/Asphaltene Ration on Paraffin Wax Deposition in Crude Oils from Barrackpore Oilfield in Trinidad. *SPE Journal*, 158106, 1-12. doi: 10.2118/158106-m

Ghosh, A.K., Chaudhuri, P., Kumar, B., & Panja, S.S. (2016). Review on aggregation of asphaltene vis-a-vis spectroscopic studies. *Fuel*, 185, 541-554. doi: 10.1016/j.fuel.2016.08.031

Ghosh, P. (2008). Predicting the Effect of Cetane Improvers on Diesel Fuels. *Energy & Fuels*, 22, 1073-1079. doi: 10.1021/ef0701079

Goual, L., Sedghi, M., Wang, X., & Zhu, Z. (2014). Asphaltene Aggregation and Impact of Alkylphenols. *Langmuir*, 30(19), 5394-5403. doi: 10.1021/la500615k

Guevara, S., Parra, M., Malavé, V., Castillo, L., & Márquez, I. (2018). Efecto de la implementación del método de levantamiento artificial por gas sobre la composición del crudo del campo El Furrial. *Revista Tecnológica ESPOL - RTE*, 31(1), 1-12.

Guzmán, R., Ancheyta, J., Trejo, F., & Rodríguez, S. (2017). Methods for determining asphaltene stability in crude oils. *Fuel*, 188, 530-543. doi: 10.1016/j.fuel.2016.10.012

Kraiwattanawong, K., Fogler, H.S., Gharfeh, S.G., Singh, P., Thomason, W.H., & Chavadej, S. (2009). Effect of Asphaltene Dispersants on Aggregate Size Distribution and Growth. *Energy & Fuels*, 23, 1575-1582. doi: 10.1021/ef800706c

Kuang, J., Yarbrough, J., Enayata, S., Edwarda, N., Wang, J., & Vargas, F.M. (2016). Evaluation of solvents for in-situ asphaltene deposition remediation. *Fuel*, 241, 1076-1084. doi: 10.1016/j.fuel.2018.12.080

Kuang, J., Melendez-Alvarez, A.A., Yarbrough, J., Garcia-Bermudes, M., Tavakkoli, M., Abdallah, D.S., Punnapala, S., & Vargas, F.M. (2019). Assessment of the performance of asphaltene inhibitors using a multi-section packed bed column. *Fuel*, 241, 247-254. doi:

10.1016/j.fuel.2018.11.059

Lafont, J.J., Páez, M.S., & Portacio, A.A. (2011). Extracción y Caracterización Fisicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale L*). *Información Tecnológica*, 22(1), 51-58. doi: 10.4067/S0718-07642011000100007

Li, X., Chia, P., Guoa, X., & Sun, Q. (2019). Effects of asphaltene concentration and asphaltene agglomeration on viscosity. *Fuel*, 255, 115825-115931. doi: 10.1016/j.fuel.2019.115825

Li, H., Zhang, J., Xu, Q., Hou, C., Sun, Y., Zhuang, Y., & Wu, C. (2020). Influence of asphaltene on wax deposition: Deposition inhibition and sloughing. *Fuel*, 266, 117047-117055. doi:10.1016/j.fuel.2020.117047

Machalowski, T., Wysokowski, M., Petrenko, L., Fursov, A., Rahimi-Nasrabadi, M., Amro, M.M., Meissner, H., Joseph, Y., Fazilov, B., Ehrlich, H., & Jesionowski, T. (2020). Naturally pre-designed biomaterials: Spider molting cuticle as a functional crude oil sorbent. *Journal of Environmental Management*, 261, 110218-110230. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110218

Mansoori, G.A. (1997). Modeling of asphaltene and other heavy organic depositions. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 17, 101-111. doi: 10.1016/S0920-4105(96)00059-9

Marín, T., Marcano, S., & Febres, M. (2016). Evaluación del aceite de *Jatropha curcas* como aditivo dispersante de asfaltenos en un crudo del campo el Furrial, Venezuela. *Ingeniería-Revista Académica de la Facultad de Ingeniería UNAY*, 20(2), 98-107.

Marín, T.D. (2019). El aceite de coco (*Cocos nucifera*) como estabilizante de asfaltenos en un crudo del Estado Monagas, Venezuela: efecto de la temperatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 290-305.

Nunes, M., Yuan, L.L., Weingart, D., Alves, V., Nazareth, A.L., Furtado, A.M., & Vasques, E.B.A. (2019). The Use of Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) in PP/HIPS Blends: Morphological, Thermal, Mechanical and Rheological Properties. *Materials*, 12, 1904-1928. doi: 10.3390/ma12121904

- Paridar, S., Solaimany, A.R., & Karimi, Y. (2018). Experimental evaluation of asphaltene dispersants performance using dynamic light scattering. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 163, 570-575. doi: 10.1016/j.petrol.2018.01.013
- Pereira, J.C., Delgado-Linares, J., Briones, A., Guevara, M., Scorzza, C., & Salager, J.-L. (2011). The Effect of Solvent Nature and Dispersant Performance on Asphaltene Precipitation from Diluted Solutions of Instable Crude Oil. *Petroleum Science and Technology*, 29(23), 2432-2440. doi: 10.1080/10916461003735061
- Romero, J.F., Feitosa, F.X., Ribeiro, F., & Batista, H. (2018). Paraffin effects on the stability and precipitation of crude oil asphaltenes: Experimental onset determination and phase behavior approach. *Fluid Phase Equilibria*, 474, 116-125. doi: 10.1016/j.fluid.2018.07.017
- Saat, M.A., Chin, L.H., & Wong, C.S. (2020). *Treatment of crude oil emulsion using coconut oil and its derivative as green demulsifiers*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.253>
- Salehi, B., Gültekin-Özgülven, M., Kırkın, C., Özçelik, B., Bezerra, M.F., Pereira, J.N., Fonseca, C., et al. (2019). Anacardium Plants: Chemical, Nutritional Composition and Biotechnological Applications. *Biomolecules*, 9(9), 465-499. doi: 10.3390/biom9090465
- Sánchez, L., Chávez, J., Ríos, L.A., & Cardona, S.M. (2015). Evaluación de un Antioxidante Natural extraído del Marañón (*Anacardium occidentale L.*) para mejorar la Estabilidad Oxidativa del Biodiesel de *Jatropha*. *Información Tecnológica*, 26(6), 19-30. doi: 10.4067/S0718-07642015000600004
- Soltani, B., Reisi, F., & Norouzi, F. (2019). Investigation into mechanisms and kinetics of asphaltene aggregation in toluene/n-hexane mixtures”, *Petroleum Science*, 2019. DOI: 10.1007/s12182-019-00383-3
- Taiwo, E.A. (2015). Cashew Nut Shell Oil — A Renewable and Reliable Petrochemical Feedstock. In *Advances in Petrochemicals*. doi: 10.5772/61096
- Vargas, F.M., Creek, J.L., & Chapman, W.G. (2010). On the Development of an Asphaltene Deposition Simulator. *Energy & Fuels*, 24, 2294-2299, 2010. doi: 10.1021/ef900951n
- Varjani, S.J. (2017). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons. *Bioresource Technology*, 223, 277-286. doi: 10.1016/j.biortech.2016.10.037
- Wang, J., & Buckley, J.S. (2003). Asphaltene Stability in Crude Oil and Aromatic Solvents The Influence of Oil Composition. *Energy & Fuels*, 17(6), 1445-1451. doi: 10.1021/ef030030y
- Zheng, C., Brunner, M., Li, H., Zhang, D., & Atkin, R. (2019). Dissolution and suspension of asphaltenes with ionic liquids. *Fuel*, 238, 129-138. doi: 10.1016/j.fuel.2018.10.070
- Zuo, P., Qu, S., & Shen, W. (2019). Asphaltenes: Separations, structural analysis and applications. *Journal of Energy Chemistry*, 34, 186-207. doi: 10.1016/j.jechem.2018.10.004

Farmacia verde: alternativa de vida con mirada al mundo de tecnologías limpias para nuestro ecosistema

Carolina, Mackliff-Jaramillo^{1*}; Ninoska, Gutiérrez-Peralta²;
Roger, Espinoza-Correa³; Marisela, Segura-Osorio⁴

Resumen

La naturaleza provee de elementos terapéuticos con beneficios incalculables para establecer una medicina segura, efectiva y a bajo costo. No obstante, la demanda en el uso, comercialización y fabricación de productos sintéticos actualmente va en aumento. Sin embargo, los medicamentos sintéticos no siempre brindan la seguridad y efectividad para los cuales son administrados, influyendo principalmente en los efectos contraproducentes por el uso irracional de los mismos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es describir la importancia de la Farmacia Verde o Fitofarmacia, como tecnología limpia para el cuidado del ecosistema y relacionar los factores asociados a la contaminación ambiental que resultan de la farmacia sintética. Se adopta una metodología investigativa y descriptiva con información científica confiable resaltando los beneficios de la fitofarmacia en relación al medio ambiente. Los fármacos de origen químico son considerados una clase de contaminantes emergentes para el medio ambiente, por lo que se concluye que los fitofármacos se estiman como la alternativa prioritaria con enfoque a nuevas miradas hacia un mundo limpio, proyectando soluciones amigables al ecosistema y su interrelación con los seres humanos.

Palabras clave: Fitofarmacia, medio ambiente, contaminación ambiental, medicamentos sintéticos, fitofármacos.

Green pharmacy: life alternative with a look at the world of clean technologies for our ecosystem

Abstract

Nature provides therapeutic elements with incalculable benefits to establish a safe, effective and low cost medicine. However, the demand in the use, commercialization and manufacture of synthetic products is currently increasing. However, synthetic medicines do not always provide the safety and effectiveness for which they are administered, mainly influencing the counterproductive effects of irrational use. Therefore, the objective of this research is to describe the importance of the Green Pharmacy or Phytopharmacy, as a clean technology for the care of the ecosystem and to relate the factors associated with environmental pollution resulting from synthetic pharmacy. A research and descriptive methodology is adopted with reliable scientific information highlighting the benefits of phytopharmacy in relation to the environment. Drugs of chemical origin are considered a class of emerging pollutants for the environment, so it is concluded that phytopharmaceuticals are considered as the priority alternative with a focus on new views towards a clean world, projecting friendly solutions to the ecosystem and its interrelationship with humans.

Keywords: Phytopharmacy, environment, environmental pollution, synthetic medicines, phytochemicals.

Recibido: 23 de enero de 2020

Aceptado: 02 de julio de 2020

¹ Dra. En Bioquímica y Farmacia; Docente de la Universidad Técnica de Machala. Ecuador; cmackliff@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-7096-1980>

² Bioq. Farmacéutica; Centro Infantil "ARCOIRIS". Ecuador; ninoskagutierrez@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4060-9462>

³ Dr. En Bioquímica y Farmacia; Docente de la Unidad Educativa Fiscal "ALFG Víctor Naranjo Fiallo". Ecuador; ropaesco@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4663-8301>

⁴ Bioq. Farmacéutica; Docente de la Universidad Técnica de Machala. Ecuador; msegura@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-1431-2529>

*Autor para correspondencia: cmackliff@utmachala.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

El mundo en su totalidad ha transcurrido por diversos procesos que lo obligan a crear un sistema más competitivo. Muchos de estos sistemas no solo los podemos observar en el ámbito social, sino también en el campo de la salud, en el cual la prioridad debería ser la calidad, seguridad y efectividad brindada al paciente (Fernández, 2018).

No obstante, hoy en día, algunas industrias farmacéuticas buscan saciar una necesidad económica, que en muchas ocasiones conlleva a un deterioro de la calidad del servicio que se dispone, incumpliendo lo descrito por la OMS acerca de buscar la calidad, seguridad, racionalidad, acceso del proceso y producto final, no solo por el problema causado por efectos secundarios en el ser humano sino también al medio ambiente (García *et al.*, 2016).

En la actualidad el consumo de medicamentos sintéticos es vasto alrededor del mundo. Las industrias focalizan sus objetivos en buscar estrategias, que permitan que sus productos sean mucho más comerciales (Escobar-Farfán *et al.*, 2017). Si bien generalmente, el uso de medicamentos comerciales ayuda a disminuir la gravedad de las patologías que se presentan en la actualidad, no siempre estos productos son seguros para contrarrestar los signos y síntomas de una enfermedad, causando efectos secundarios y reacciones adversas en la salud, principalmente, por el excesivo consumo de los mismos, lo que ha generado consecuencias en la salud ambiental por la inadecuada gestión de los residuos que se encuentran en el ecosistema, tornándose así un problema de impacto negativo para el ambiente (Cuñat & Ruiz, 2016).

La elaboración de medicamentos con gran cantidad de sustancias químicas, nos ha llevado a un ambiente con un alto índice de contaminación en el ecosistema en general, causando preocupaciones entre comunidades científicas y protecto-ambientales que buscan una solución al problema ocasionado desde hace años (Fernández, 2018).

Lo descrito, permite que se dé a conocer una nueva terminología, la “farmacia verde o química verde”, con el fin de reducir el grado de contaminación por el uso de productos sintéticos. La “Farmacia verde” se ha desarrollado desde tiempos antiguos, mediante estrategias que permitan minimizar los riesgos y consecuencias causadas por alteraciones químicas en

el ambiente (Rodríguez *et al.*, 2016).

Según Vargas-Rodríguez *et al.*, (2017), en 1991 nace el concepto de “química verde” con el objetivo de nombrar a elementos que permitan la reducción y empleo de sustancias tóxicas para el ser humano, así como para la vida ambiental; que no solo favorecerán el uso de productos naturales con grandes propiedades biológicas curativas, sino también a la protección del ecosistema en el que habitamos.

Razón por la cual, la importancia del cuidado ambiental permite plasmar este trabajo con la finalidad de evidenciar la contaminación y efectos tóxicos que se han manifestado a consecuencia de la química sintética a nivel mundial, así como discutir las ventajas y bondades que ofrece la “Farmacia Verde” como nueva alternativa para posible reducción de los impactos negativos que se generan en el medio ambiente.

II. METODOLOGÍA

Análisis descriptivo no experimental basado en temáticas de gran proyección e impacto mundial y nacional. Con el fin de obtener la información científica para concretar los objetivos establecidos, se procedió a la recolección de datos bibliográficos por medio de estudios e investigaciones plasmadas en revistas de alto y mediano impacto, además del uso de herramientas tecnológicas de gran aporte, como los buscadores de google académico, bases de revistas científicas como ELSEIVER, SCOPUS, SCIELO y SCIENCE DIRECT.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Efecto contraproducente de los medicamentos al medio ambiente: fauna y flora.

A nivel de terapéutica existe una gran preocupación por las reacciones adversas a medicamentos (RAM) que se presentan en los tratamientos farmacológicos bajo prescripción médica, se busca la eficacia y seguridad en la terapéutica del paciente y el control adecuado de sus patologías, mediante la detección y notificación oportuna de las RAM e interacciones medicamentosas que se puedan presentar. Las interacciones se puedan dar entre fármaco-paciente de forma directa. Sin embargo, aunque indirectamente, muchos medicamentos contribuyen al aumento de contaminación o problemas ambientales, los cuales

forman un ciclo que finalmente repercute en el ser humano (Castro et al., 2015; Ofori y Adom, 2016).

Durante mucho tiempo, el consumo excesivo de medicamentos a nivel mundial, ha conllevado principalmente a la generación de gran cantidad de residuos, los cuales son dispersos en el medio ambiente. Estos, en dependencia de su composición tienen la capacidad de degradarse o transformarse por la acción de diversos factores como por ejemplo, los microorganismos, lo que resultan nuevas conformaciones, o metabolitos que son tóxicos para el hábitat en general (Zuccato, 2006). Así mismo, muchos de los fármacos pueden involucrarse directamente con el ambiente, sobre todo en base de sus características y afinidad, por ende la repercusión de su impacto (Cuñat y Ruiz, 2016).

Investigaciones realizadas por Bent Halling-Sorensen en 1998, se reportaron la presencia de estas sustancias en animales, suelos, agua, tanto su interacción con el ser humano como en el modo de degradación según el tipo de medicamento, entre otros (Días-Fierros, 2015). Otros autores mencionan investigaciones sobre la bioacumulación de medicamentos veterinarios y aditivos empleados en el campo agrícola (Schmidt y Redshaw, 2015), así como Arnold et al., (2015), mencionan que muchos medicamentos presentan la capacidad de aglomerarse en distintos especímenes vivos.

En los últimos años, la comunidad internacional ha detectado un motivo de preocupación, debido a la presencia en el medio ambiente de residuos de todo tipo de medicamentos: antibióticos, analgésicos, anticancerosos, ansiolíticos, antiinflamatorios, antisépticos, hormonas, etc.; siendo los antibióticos, analgésicos y estrógenos los productos analizados con mayor frecuencia (Beek et al., 2016). Sin embargo, cada uno de ellos afecta de diferente manera en dependencia de su composición, concentración, sensibilidad y tiempo de exposición frente a un medio u organismo (Schmidt y Redshaw, 2015). Según Fabbri (2014), entre el uso de fármacos de empleo veterinario y humano, los de uso humano son altamente riesgosos, los cuales, incluso en concentraciones a niveles bajos, pueden resultar significativas. Por ello se debe dar el analizar el impacto de los mismos en el ambiente y la fauna (Osakidetza, 2016).

Los residuos de productos farmacéuticos se han hallado, sobre todo en ecosistemas acuáticos, como resultado de la falta de eliminación durante los procesos de tratamiento de aguas residuales, además de su solubilidad en agua y resistencia a la biodegradación (Brodin et al., 2014).

Existen investigaciones que demuestran el daño hacia la flora y fauna, y, la contaminación de ríos y océanos en todo el mundo. Publicaciones recientes indican que productos farmacéuticos han incrementado la desaparición de algunas especies que habitan en el medio acuático bajo los efectos de intoxicación producida por restos de medicamentos.

Según Cuñat y Ruiz (2016), la toxicidad de algunos fármacos como los analgésicos se presenta más en el hábitat acuático que en el terrestre. Algunos de ellos han sido reportados en efluentes y aguas superficiales, como el ibuprofeno y paracetamol, causando disminución de la reproducción de animales acuáticos e inmovilidad, así también, se ha evidenciado que estos fármacos persisten a la acción de la luz, la hidrólisis y degradación en el ambiente. (Cuñat y Ruiz, 2016). La fluoxetina puede producir efectos en el crecimiento de peces e inmovilidad de crustáceos según Minguez et al., (2014); Sander et al., (2014). En especies vegetales terrestres no se ha evidenciado gran cantidad de toxicidad, sin embargo, si en animales como el gusano de tierra (Carter et al., 2015).

Un fármaco ampliamente utilizado es el ácido acetilsalicílico, del cual se ha reportado índices de toxicidad en especies marinas como *D. subspicatus* (106,7 mg/L), *Scenedesmus subspicatus* (>100 mg/L), *B. reiro* o conocido como pez cebra (37 mg/L), con acción específica en la pérdida de motilidad y crecimiento (Cleuvers, 2004).

En ambiente terrestre, estos medicamentos pueden causar ciertas alteraciones en la germinación de las plantas debido a que según (Carter et al, 2015), indican que no ejercen efectos en la fotosíntesis pero son de ayuda para el incremento de la absorción de metabolitos.

Analgésicos no opiáceos

Datos obtenidos de la acción tóxica de analgésicos no opiáceos se revelan con mayor especificación en ambientes acuáticos. Se indica la presencia de ibuprofeno en especies *Hydra attenuata* y *Oryzias*

latipes con rangos de 22,36 mg/L y >100 mg/L, respectivamente; así también en especies terrestres (*E. foetida*) con concentraciones de 64,80 mg/L (Santos et al, 2010). Por otro lado, en el caso del fármaco Naproxeno, se observan concentraciones de 22,36 mg/L para especies de *Hydra attenuata* con efectos directos sobre la morfología (Pino, Val, Mainar, Zúñiga, & Langa, 2015).

El diclofenaco, antiinflamatorio ampliamente utilizado tanto para aplicaciones humanas como veterinarias, es la muestra farmacéutica del medio ambiente más frecuentemente detectada. Se estima una totalidad de 50 países, de entre los cuales se han hallado concentraciones de este fármaco en aguas superficiales, subterráneas, aguas de grifo, etc. Además de establecerse como el causante de la casi desaparición de buitres en la India (Beek et al., 2016). En España se han detectado problemas en buitres y quebrantahuesos tras ingerir restos de ovinos con sustancias antiparasitarias (Kidd et al., 2014).

Investigaciones sobre este medicamento en España, Suiza, Canadá, Brazil, Alemania, Estados Unidos, Taiwán, México, China, entre otros países han demostrado los efectos tóxicos en organismos de hábitad acuático, como en especies de crustáceos (*D. magna*), con concentraciones de 68 mg/L produciendo inmovilización (Schmitt-Jansen et al, 2007), así también en varias especies de peces, entre los más importantes, *Oncorhynchus mykiss* (1ug/L), *Salmo-trout t.* (0,5 ug/L), *D. reiro* (4000 ug/L), causando alteraciones histopatológicas (DeLorenzo & Fleming, 2008). Se ha evidenciado también toxicidad por este fármaco en algas y microorganismos acuáticos como *D. subspicatus* (72 mg/L), *Dunaliella tertiolecta* (185, 680 ug/L), bacterias como *V. fischeri* (11,45 ug/L) generando inhibición en el crecimiento (Santos et al, 2010).

Antiepilépticos

Diversas investigaciones se han realizado con respecto a este grupo de medicamentos, no obstante uno de los referentes es la carbamazepina. Este compuesto es uno de los mayormente consumidos, el cual presenta un mecanismo de eliminación de 10%. Se indica que por ello, este fármaco posee una distribución amplia en el ecosistema. Al ser un fármaco de baja solubilidad, uno de los principales ambientes en el que se presenta es el marino. Investigaciones identifican rangos entre 3,76

mg/L hasta > 100 mg/L en ciertas especies. En común, la carbamazepina causa reacciones sobre la reproducción, el crecimiento y morfología de especies de peces, por ejemplo: *Ceriodaphnia dubia* (77,7 mg/L), *Daphnia magna* (>100 mg/L), *Dreissena polymorpha* (6,8 mg/L), *Hydra attenuata* (29,4 mg/L), *Oryzias latipes* (35,4 mg/L).

En el caso de especies terrestres, se ha observado ciertos efectos no graves en gusanos de tierra, en plantas como la especie (*Cucurbita peto*) y especies de *Folsomia candida*. No obstante, no son significativas. (Carter L et al, 2015).

Antidepresivos

La presencia de la fluoxetina en el ecosistema, ha causado lesiones en codornices y la muerte en grullas siberianas. Así como también, se ha manifestado ciertos efectos en sepias y ostras. La fluoxetina, sobre las sepias, ejerce impacto sobre la exposición prenatal a niveles neuroquímicos, el desarrollo neurológico y comportamiento inmunológico, aunque en niveles bajos. Greaney et al., 2015).

A largo plazo, se ha observado que este fármaco puede causar alteraciones en el comportamiento complejo de la sepia juvenil, de esta manera incluso reducir su supervivencia (Halm y Gomez, 2016). Otros efectos del Prozac (Fluoxetina), se han encontrado en peces, donde este fármaco influye en el comportamiento de los mismos al actuar sobre la respuesta al estrés por reducción de niveles de cortisol en concentraciones de 30 y 100 ug/L, e incluso en concentraciones bajas de 0,3 ug/L. Además de efectos fisiológicos después de la exposición a 28 ng/L (Sumpter et al., 2014; Greaney et al., 2015).

La sertralina, como antidepresivo, también evidencia efectos negativos en la reproducción, motilidad y crecimiento para *D magna* (1,3 mg/L), *Hydra attenuata* (1,79 mg/L), así como en algunos casos la mortalidad de especies de peces como: *O mykiss*, *P. subcapitata* y *Tamnocephalus platyurus* en concentraciones de (0,38 mg/L), (12,19 mg/L) y (0,6 mg/L) Mínguez et al, 2014)

En general, especies que se encuentran en sedimentos tienden a efectuarse las mismas reacciones por el medicamento que una especie acuático. No obstante, la concentración del fármaco debe ser mayor que la registrada en las especies acuáticas. Por ejemplo, se indicaba que la

fluoxetina tenía capacidad de inhibición microbiana a concentraciones de 32 mg/Kg y en otros casos, a pesar de su absorción no se generan cambios por efectos tóxicos (Abreu et al, 2014).

Estrógenos

El estradiol, se considera uno de los estrógenos más importantes debido a su presencia significativa en el ecosistema. Se puede presentar en dos formas: como estradiol (E2) y su derivado. No obstante, a pesar de su similitud, la forma (EE2) presenta características polares, lo que lo hace mucho más resistente. Se han realizado estudios de análisis de aguas residuales, sedimentos por presencia de estrógenos, disruptores endocrinos, así como la presencia y reducción de sus efectos (Ramírez et al., 2015).

Varios son los efectos producidos por la presencia de este fármaco (Aris et al, 2014). En la fauna acuática sobre todo en especies como *D. rerio* (29 ng/L), *O. latipes* (85 ng/L) y *P. promelas* (> 100 ng/L) se genera toxicidad sobre los niveles de vitelogenina (transformación de género de especies macho) o reproducción sexual. Se han reportado casos de efectos letales en moluscos, mejillones y anfibios por malformaciones y metamorfosis en especies *L. stagnalis*, *Mytilus edulis* y *Xenopus laevis* (Giusti et al, 2014).

Antibióticos

Los antibióticos son del grupo de medicamentos con mayor consumo a nivel mundial, por su amplio uso en los diversos tratamientos de enfermedades de origen bacteriano. Si enfocamos a los antibióticos en el medio ambiente, en el hábitat acuático, se indican una gran persistencia. Sin embargo, al ser compuestos complejos, esta persistencia o dificultad de degradación se da en base a las características propias (físico-químicas) del fármaco. Uno de los ejemplos de antibióticos de mayor dificultad de degradación son las fluoroquinolonas, así mismo, se reporta la penicilina como una de las que son de menor persistencia (Finley, y otros, 2013)

Un aspecto importante de recalcar, es que los antibióticos al ser ampliamente utilizados pueden crear la llamada resistencia bacteriana. Es decir, que el fármaco, al estar en el ambiente, ciertas bacterias podrían captar la resistencia al estar expuesta a los

mismos. Estos aspectos podrían transformar ciertas especies aumentando o disminuyendo sus defensas (Finley, y otros, 2013).

Según (González-Pleiter et al, 2013), las especies de los sistemas acuáticos están mucho más expuestas a este tipo de medicamentos y causan toxicidad mayores en caso de presentarse exposición a una mezcla de antibióticos.

En el caso del grupo de betalactámicos, se han observado efectos de inhibición crecimiento de las especies acuáticas como *Anabaena* (53,6 mg/L) y *Synechococcus leopoliensis* (2,22 mg/L) por presencia de amoxicilina, así también por contaminación por bencilpenicilina en especies de *M. aeruginosa* en concentraciones de 6 ug/L (González-Pleiter et al, 2013).

Por otro lado dentro del grupo de las quinolonas se han evidenciado efectos tóxicos principalmente en la reproducción, el crecimiento y la movilización de las especies. Se han indicado entre los fármacos más dañinos la ciprofloxacina, en concentraciones de 18,7 mg/L para especies de peces *Lenna minor* y *M. aeruginosa* (103 ug/L). Así mismo la levofloxacina en especies *D magna* (340 ug/L), *P. subcapitata* (1,2 mg/L) y causante de mortalidad en especies como *Thamnocephalus platytus* (>100 mg/L). Estudios realizados en especies *B. calyciflorus*, *O. latipes* y *T. platyrus* indicaron que concentraciones de 27,53 mg/L, >100 mg/L y 17,68 mg/L, respectivamente causaron la muerte por presencia de eritromicina (González et al, 2013).

En especies de hábitat terrestre, estos fármacos podrían causar genotoxicidad lo que conlleva a una apoptosis del ADN o daños a nivel de cromosomas, sobre todo en especies de plantas (*V. faba*) y mamíferos (*Cricetulus barabensis*) (Cuñat y Ruiz, 2016).

Según Santos et al, (2010), las sulfamidas como, por ejemplo: sulfametoxazol, producían efectos tóxicos en algunas especies de algas verdes en la producción de clorofila. En especies *L. gibba* a concentraciones de 0,081 mg/L pueden causar inhibición del crecimiento, o en especies como *P. subcapitata* (1,9 mg/L) afectando la fotosíntesis. En especies *V. fischeri* (78,1 mg/L) producen inhibición de luminiscencia. En otros casos pueden causar la muerte como en especies *B. calyciflorus* a concentraciones de (26,27 mg/L) y efectos adversos

en la morfología en especies de peces *Hydra attenuata* (10 mg/L).

Finalmente, las tetraciclinas también presentan efectos tóxicos tanto en ambiente acuático como terrestre. Para el medio acuático se han evidenciado inhibición de la fotosíntesis en algas marinas, así como en la reproducción. Por otra parte, se indica que en concentraciones de 1 mg/L puede causar la muerte de ciertas especies de cangrejos, especialmente en *D. magna*. En ambiente terrestre, estos fármacos generan toxicidad genética, como en la especie de gusano (*E. foetida*) en concentraciones de 30 mg/Kg (Cuñat y Ruiz, 2016).

Todo ello nos lleva a la necesidad de conocer la importancia del cuidado ambiental por medio de la práctica del uso racional de medicamentos, los cuales, al ser desechados y tratados sin los protocolos adecuados, se convierten en contaminantes de gran impacto a la naturaleza, tanto en el suelo, agua y aire, como principalmente para los organismos vivos que son parte del mismo, como se ha evidenciado en muchos estudios. Por lo que es prioritario recurrir a alternativas que planteen estrategias que permitan minimizar los efectos tóxicos causados por los fármacos sintéticos. Una de las alternativas más convenientes es a través de la implementación de la Fitofarmacia (Osakidetza, 2016).

Farmacia verde

Nuestra sociedad está íntimamente asociada con los productos químicos y sus diferentes procesos, esto conlleva que al tener esta relación y por ende el conocimiento de los efectos contraproducentes los cuales la mayoría se producen en el ambiente, se interrelacione la química sintética con el medio ambiente y su sustentabilidad. Por ello, muchas asociaciones han tomado medidas para efectuar alternativas de ayuda que mitiguen los aspectos negativos entre ambos factores, entre ellos: Japón, España, Alemania, EEUU, que influyen en la promulgación y educación a la población sobre las estrategias a llevar a cabo para la reducción de las consecuencias causadas por el uso de compuestos químicos nocivos en la fabricación de medicamentos (Weber et al., 2014).

Es por ello que actualmente, se han formalizado conceptos sobre la llamada “Química Verde o Farmacia Verde”, principalmente como una opción

en el aspecto de la sustentabilidad del medio ambiente (Miñón, 2018).

La farmacia verde es una terminología que surge con la finalidad de aplicar procesos que permitan reducir y disminuir la producción o generación de sustancias peligrosas. En la mayoría de los casos involucra la reestructuración de los procesos usados (Miñón, 2018).

De acuerdo con lo expresado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de la población mundial depende de las plantas, para la prevención de las enfermedades a través de los programas de atención primaria en salud, constituyéndose en una alternativa de tecnologías limpias (Gallegos y Gallegos, 2017).

La Farmacia Verde se ha desarrollado como una posible alternativa a mediano o largo plazo para prácticas de procesos que sean eco amigables, así como también rentables económicamente. Por otro lado, esta estrategia no solo va en búsqueda de una química aceptable y sustentable para el ambiente, sino también pretende focalizarse en el aspecto social y ético. Presentan la filosofía con un objetivo principal: La prevención de la contaminación (Serrano, 2009).

Si bien es cierto, que la temática de contaminación sobre todo por productos sintéticos como fármacos es vasta y hasta cierto punto difícil de contrarrestar, las estrategias propuestas por la Farmacia Verde persiguen ser el punto alternativo de un cambio de procesos cotidianos. Es decir, en el caso del uso de medicamentos sintéticos, la realización de procesos y acciones que mejoren el manejo de residuos, el uso de procedimientos limpios tecnológicos, disminución de desperdicios farmacéuticos, así como la generación y diseño de procesos que permitan la reducción de fármacos en el ambiente sin el uso de mecanismos que atenten contra la integridad del medio (Gallegos y Gallegos, 2017).

Principios de la Farmacia Verde

La “Farmacia verde” tiene como objetivo disminuir la contaminación y crear productos que sean sustentables y amigables para el medio ambiente, para lo cual, se proponen 12 principios fundamentales que gobiernan los ideales de la llamada farmacia verde, entre ellos se proponen:

- Disminución de residuos o desechos

- Maximizar la economía atómica
- Elaboración de procesos que generen menor toxicidad
- Creación de productos menos nocivos
- Uso de sustancias auxiliares disminuyendo su toxicidad
- Minimización de energía en elaboración de productos
- Uso de ingredientes primarios renovables
- Erradicación de derivados químicos
- Uso de catalizadores reutilizables
- Elaboración de productos de fácil biodegradación.
- Monitoreo del proceso químico
- Reducción de accidentes y daños (Sierra et al., 2014).

Estos principios creados por John Warner y Paul Anastas, en 1990, son los referentes esenciales para un protocolo adecuado, criterios que fundamentan una base de seguridad en el proceso de prevención o disminución de la contaminación como principios de la sustentabilidad y sostenibilidad. Con ello se desea evitar gastos de tiempo, reducción de procesos para contrarrestar la contaminación en el medio ambiente sobre todo para productos sintéticos debido a su difícil degradación (De Marco et al., 2019).

Química verde y el medio ambiente

Antes de la aplicación de la farmacia verde como proceso vigente, existían leyes que procuraban el bienestar del medio ambiente, como la ley descrita en 1998 propuesta por la Agencia de protección ambiental (EPA) acerca de la prevención de la contaminación. Dichas leyes posteriormente fueron transformadas en lo que hoy se conoce como farmacia verde, conjunto de estrategias enfocadas en la disminución de riesgos causados por los procesos químicos, así como el producto final (Mascarell y Vilches, 2016).

En el año de 1991, diversas organizaciones: EPA, OECD (Organización para la cooperación y el desarrollo económico), como comités asesores de principales compuestos químicos ambientales y organismos gubernamentales: ONU (Organización de la Naciones Unidas) y UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura), establecieron rutas adecuadas para erradicar dichos riesgos, lo cual ha mejorado no

solo en forma innovadora del proceso químico sino también en la calidad del mismo, además del efecto positivo en cuanto a la reducción considerable de los residuos tóxicos expulsados al ambiente (Ritter, 2015).

Importancia de la Química Verde

Si tomamos en cuenta la terminología de “Química o Farmacia Verde” debemos plantearnos que no solo hablamos del aspecto químico, sino que también involucra aspectos que encierran factores sociales y económicos. Además, Farmacia Verde está adjunto al sistema científico que permite relacionar la química con el medio ambiente (Ingold et al., 2016). Incluso Marques y Machado (2018), en su apartado mencionan que la Farmacia Verde es parte de la educación para el mantenimiento del ecosistema.

Otros autores la relacionan con la química sostenible, es decir, que la Farmacia Verde pretende destacar el ámbito de reciclaje y reutilización de materiales, evitando la bioacumulación de sustancias nocivas utilizadas normalmente en medicamentos sintéticos (Mansilla et al., 2014).

Como se ha mencionado anteriormente, con esta filosofía se pretende integrar a la química como una práctica accesible mediante acciones que apliquen estrategias para reducción del impacto negativo, por lo que la Farmacia Verde se transformaría en una ruta “natural” en búsqueda de la sustentabilidad, es decir, prioritariamente en el enfoque sostenible ambiental, pero también con alcances en el equilibrio económico, social y aceptable éticamente (Sánchez, 2012).

En diversos países se ha llevado a cabo esta filosofía de la Farmacia o Química Verde mediante estrategias que aseguren un mejor tratamiento de residuos tóxicos en el ambiente. Por ejemplo, en México se han estipulado campañas para realizar procesos en el uso de sustancias químicas ecoamigables, e incluso sustitución de sustancias dañinas. De esta manera buscan reducir el nivel de desechos tóxicos generados, así como también economizar gastos de manejo y tratamiento de los mismos. No obstante, este apoyo no se genera a gran escala, por lo que se deberían inducir estrategias y concientización de los estados gubernamentales para mejorar la sostenibilidad del ambiente (Mansilla et al., 2014).

Muchas razones son las que llevan a fundamentar la práctica de la farmacia Verde como una tecnología limpia, amigable con el medio ambiente, existen varias corporaciones científicas como la ACS (Sociedad Americana de Química), el instituto de química Verde, la Unión Internacional de Química Pura y aplicada (IUPAC), que ayudan a promover el beneficio de estas estrategias sustentables al medio ambiente (Sánchez, 2012).

Ecuador y la Farmacia Verde

La sociedad actual se ha desvinculado de los conocimientos teórico-prácticos referentes al empleo de las plantas nativas, olvidando los beneficios en los ámbitos educativo, familiar y social.

En la naturaleza se tienen los elementos terapéuticos para iniciar una medicina segura, efectiva y a bajo costo. La Farmacia Verde como ciencia de la salud, está incursionando en el diseño, procesamiento y producción de medicamentos de origen natural; cuyo fin es la obtención de fármacos eficaces, seguros y a bajo costo para el control de las enfermedades en el campo de la salud humana y la disminución del daño ambiental a nuestro ecosistema (Gallegos y Gallegos, 2017).

La demanda de estos productos en la actualidad va en aumento, tanto en los países de la región como en el mundo entero, que tiende hacia la práctica de las medicinas alternativas y el consecuente consumo de fitofármacos (Gallegos-Zurita, 2016).

Ecuador es uno de los países que posee una vasta biodiversidad de especies en flora y fauna a nivel mundial. Principalmente, por ser un país con clima tropical. El consumo de hierbas medicinales y aromáticas en el Ecuador es tradicional y generalizado, es una costumbre que llega desde las tribus huaorani, que tuvieron un conocimiento amplio del uso y propiedades de las plantas nativas e hicieron de ello una práctica adecuada para la prevención y tratamiento de varias enfermedades que afectan al hombre (Gallegos y Gallegos, 2017).

No obstante, así como el uso inadecuado de fármacos sintéticos conlleva a efectos adversos graves, los fitofármacos también los pueden generar. El hecho de ser plantas medicinales no significa que no presenten ciertas reacciones negativas. Pueden considerarse una opción en el tratamiento patológico, no obstante también conllevar efectos

contraproducentes si es usado de forma inadecuada y sin el seguimiento respectivo (Medina et al, 2019).

El uso de plantas medicinales como tratamiento natural no solo se observa en países desarrollados, sino mucho más en países en vías de desarrollo como Ecuador, sobre todo como se mencionaba anteriormente por su diversidad exquisita. Según las especies de nuestro país mayormente estudiadas por su alta capacidad farmacológica son de tipo: *Artemisia absinthium*, *Parthenium hysterophorus*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Piper carpunya* y *Taraxacum officinale*. (Medina et al, 2019).

Muchas son las investigaciones realizadas en nuestro país, con el objetivo de conocer, descubrir y posteriormente implementar preferiblemente tratamientos con medicina tradicional a partir de fitofármacos. Como el estudio realizado para calidad bacteriológica obteniendo resultados favorables en especies de *Borago officinalis* (borraja), *Lippia citrodora* (cedrón), *Melissa officinalis* L. (toronjil) y *Taraxacum officinale* W. (diente de león) (Barros-Navarrete et al, 2018).

Se realizaron estudios también en Babahoyo, donde se aplicaron tratamientos con plantas medicinales, obteniéndose como la de mayor uso plantas de la familia *Lamiaceae*, y *Asterácea*. Otros estudios similares se efectuaron en Loja, obteniéndose resultados similares (Giovannini, 2015).

De otra manera, también se reportaron 44 enfermedades que pueden ser tratadas mediante fitofármacos como las de tipo digestivo, infecciosas, parasitarias, con especies de plantas *Melissa officinalis* (toronjil), *Glycyrrhiza* (Zaragoza), *Origanum vulgare* L. (orégano), *Chenopodium ambrooides* (paico) (Paredes et al, 2015).

Otros estudios evidenciaron la efectividad farmacológica de especies como *Aloe Vera* (sábila), *Scoparia dulcis* (teatina), *Chamaemelum nobile* (manzanilla) y *Melissa officinalis* (toronjil), principalmente aplicadas para enfermedades de la piel y tejidos entre ellos acné, quemaduras, sarpullidos e irritaciones. Así mismo se indicaron que el matico posee gran capacidad cicatrizante, además de ser antifúngico y desinfectante (García et al, 2015).

Enfermedades de tipo respiratorias también pueden ser tratados con fitomedicamentos como el llantén (*Plantago major*), eucalipto (*Eucalyptus*

urograndis), el ajo (*Allium sativum*) y el limón (*Citrus limon*), los cuales se han aplicado en infusiones o como jarabes. Se ha evidenciado también eficiencia de plantas que presentan capacidad para tratar patologías a nivel cardiovascular entre ellas el apio (*Apium graveolens*); orégano (*Origanum vulgare*) y menta (*Mentha spicata*) (Gallegos-Zurita, 2016)

Una de las patologías de gran demanda en nuestro país son las derivadas de colesterol o troglucéridos altos, para ello se han estudiado que especies de linaza (*Linum usitatissimum*), pepino (*Cucumis sativus*), apio (*Apium graveolens*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*), son las indicadas. Así mismo enfermedades osteomusculares o inmunológicas como diabetes pueden ser tratadas con almendra (*Terminalia catappa*) y caña agria (*Costus villosissimus*), respectivamente. Esta última actúa efectivamente en el mejoramiento del metabolismo de la glucosa, además de optimizar el perfil lipídico (García et al, 2015).

Uno de los aspectos que cabe resaltar es que, a pesar de una variada flora, la producción farmacéutica en nuestro país utilizando plantas medicinales es escasa. Investigaciones mencionan que los fitofármacos que se generan no poseen los protocolos y estándares establecidos que aseguren la calidad de los mismos, por lo que difícilmente estos productos obtendrán certificaciones de calidad a nivel internacional. Dada esta circunstancia los productos farmacéuticos de origen natural no pueden competir con los medicamentos sintéticos que se utilizan hasta la actualidad, incluso si con ello podemos tratar de igual manera las mismas patologías, pero con un mejor aseguramiento de la calidad de vida y disminución de efectos adversos en el ser humano y por ende el ecosistema (Paredes et al, 2015).

Así mismo, este aspecto podría ser un intermedio importante para la química verde, debido a que, los procesamientos y manufacturas de medicamentos sintéticos disminuirían, por lo que el abundante consumo y posterior desecho de residuos se reducirían favorablemente, evitando así mayor contaminación en el medio ambiente de la que ya se observa en estos días, con ello se promueve la prevención y sostenibilidad (García et al, 2015)

En el año 2012, en Quito se realizó un foro con los Ministerios de Ambiente de América Latina y Central, para respaldar la temática de la "Farmacia Verde", en

el enfoque de la protección al ambiente, destacando la promoción del sustento de los recursos naturales, el impulso del derecho que posee la naturaleza y su mantenimiento, prevención y erradicación de procesos que pongan en riesgo la preservación de las especies de flora y fauna, planteamiento de estrategias que eviten el uso inadecuado de los recursos naturales, entre otros (ONU, 2012).

Cabe resaltar que todas estas estrategias contribuyen al mejoramiento del ecosistema, añadiendo el uso de productos que reduzcan los riesgos por efectos adversos, de esta manera se promueve un ambiente sostenible en su totalidad (ONU, 2012).

IV. CONCLUSIONES

Las consecuencias del impacto negativo en el ecosistema son grandes. Si bien es cierto que la contaminación por productos farmacéuticos es de difícil erradicación por la complejidad estructuras de los fármacos, es necesario conocer que se pueden aplicar alternativas viables que mejoren el desarrollo sostenible del medio ambiente.

Al paso que se incrementan el porcentaje de eliminación y disminuye la remoción del fármaco, también se elevan con mayor riesgo los efectos contraproducentes por contaminación en el medio ambiente. Se han hallado diversas formas de tratamientos residuales para medicamentos en el ambiente, no obstante, muchas de ellos son con uso de productos químicos nocivos.

Este trabajo investigativo permitió evidenciar la contaminación y los vastos efectos contraproducentes en el medio ambiente y las especies habitantes como consecuencia de los fármacos sintéticos, así mismo se pudieron observar las bondades que ofrece la farmacia verde enfocada tanto en el ámbito de una alternativa medicinal para el consumo de fitofármacos, gracias a la variedad de flora en nuestro país, así como alternativa de tecnología limpia, sustentable y amigable con el medio ambiente.

La Química Verde como una alternativa de vida para un ambiente amigable presenta una nueva filosofía, no solo abre puertas para la utilización de los recursos abundantes en nuestro país, sino también aporta con los cambios pertinentes para tecnologías más estables, las mismas que dan un enfoque hacia la protección de la biodiversidad del ecosistema.

A través del impulso y aplicación de la Farmacia Verde se proponen opciones de cambio y solución hacia un ambiente sustentable coadyuvando a la erradicación de efectos dañinos, así como al mejoramiento, mantenimiento y protección de nuestro entorno, su relación con el ser humano y un estilo de vida saludable para los hábitat acuático y terrestre, lo que redundará en el mejoramiento de la interrelación de los actores biológicos con el medio ambiente.

V. REFERENCIA

- Aris, A. Z., Shamsuddin, A. S. & Praveena, S. M. (2014). Occurrence of 17 β -ethynylestradiol (EE2) in the environment and effect of exposed biota: a review. *Environ. Int.* 69, 104-119.
- Arnold, K., Brown, R., Ankley, G., & Sumpter, J. (2015). Medicating the environment: assessing risk of pharmaceuticals to wildlife and ecosystems. *Royal Society*, 1-11. doi: 10.1098/rstb.2013.0569
- Beek, T., Weber, F.-A., Bergmann, A., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A., & Kuster, A. (2016). Pharmaceuticals in the environment-global occurrences and perspectives. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 823-835. doi: 10.1002/etc.3339
- Brodin, T., Piovano, S., Fick, J., Klaminder, J., Heynen, M., & Jonsson, M. (2014). Ecological effects of pharmaceuticals in aquatic systems-impacts through behavioral alterations. *Philos Trans R Soc B*. doi: 10.1098/rstb.2013.0580
- Carter, L., Williams, M., Böttcher, C., & Kookana, R. (2015). Uptake of pharmaceutical influences plant development and affect nutrient and hormone homeostases. *Environmental Science & Technology*, A-J. doi: 10.1021/acs.est.5b03468
- Castro, L., Baños, M., López, M., & Torres, B. (2015). Ecofarmacovigilancia en México: perspectivas para su implementación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 16-40.
- Cuñat, Z., & Ruiz, M. (2016). Ensayos de ecotoxicidad de los fármacos y efectos tóxicos en el medio ambiente: Revisión. *Rev. Toxicol.*, 108-119.
- DeMarco, B., Rechelo, B., Tófoli, E., Kogawa, A., & Nunes, H. (2019). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 1-8. doi: 10.1016/j.jsps.2018.07.011
- Días-Fierros, F. (2015). Problems associated with the emission of pharmaceutical products to the environment. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 86-102.
- Escobar-Farfán, M., Cardoza, C. C., Vega, J., & Cañas, M. (2017). Propuesta de modelo: Personalidad de marca en cadenas de farmacias en Chile. *Suma de Negocios*, 47-56. doi: 10.1016/j.sumneg.2016.08.001
- Fabbri, E. (2014). Pharmaceuticals in the environment: expected and unexpected effects on aquatic fauna. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1-9. doi: 10.1111/nyas.12605
- Fernández, E. T. (2018). Efectos de los medicamentos en el medio ambiente. *MoleQla*, 43-47.
- Finley, R. L., Collignon, P., Joakim Lanson, D. G., McEwen, S. A., Li, X-Z., Gaze, W. H., Reid-Smith, R., Timinouni, M., Graham, D. W. & Topp, E. (2013). The scourge of antibiotic resistance: The important role of the environment. *Clin. Infect. Dis.* 57, 704-710.
- Gallegos, M., & Gallegos, D. (2017). Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel en comunidades rurales de la provincia de los Ríos- Ecuador. *Anales de la Facultad de Medicina*, 315-321. doi: 10.15381/anales.v78i3.13767
- García, A., López, L., Pría, M. d., & Cabrera, P. (2016). Consumo de medicamentos y condiciones de vida. *Revista Cubana de Salud Pública*, 442-450.
- Greaney, N., Mannion, K., & Dzieweczynski, T. (2015). Signaling on Prozac: altered audience effects on male-male interactions after fluoxetine exposure in Siamese fighting fish. *Behav Ecol Sociobiol*, 1925-1932. doi: 10.1007/s00265-015-2005-y
- Giusti, A., Lagadic, L., Barsi, A., Thomé, J. P., Joaquim- Justo, C. & Ducrot, V. (2014). Investigating

- apical adverse effects of four endocrine active substances in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*. *Sci. Total Environ.* 493, 147-155.
- González- Pleiter, M., Gonzalo, S., Rodea-Palomares, I., Leganés, F., Rosal, R., Boltes, K., Marco, E. & Fernandez-Piñas, F. (2013). Toxicity of five antibiotics and their mixtures towards photosynthetic aquatic organisms: Implications for environmental risk assessment. *Water Res.* 47, 2050-2064.
- Halm, M.-P., & Gomez, E. (2016). Pharmaceuticals in the environment. *Environ Sci Pollut Res*, 4961-4963. doi: 10.1098/rstb.2013.0587
- Ingold, M., Dapuesto, R., Lopez, G., & Porcal, W. (2016). Una reacción multicomponente verde en el laboratorio de química orgánica. *Educación Química*, 15-20. doi: 10.1016/j.eq.2015.09.008
-] M.E. DeLorenzo, J. Fleming, Individual and mixture effects of selected pharmaceuticals and personal care products on the marine phytoplankton species *Dunaliella tertiolecta*, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 54 (2008) 203–210
- Kidd, K. A., Paterson, M. J., Rennie, M. D., Podemski, C. L., Findlay, D. L., Blanchfield, P. J., & Liber, K. (2014). Direct and indirect responses of a freshwater food web to a potent synthetic oestrogen. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 1-11. doi: 10.1098/rstb.2013.0578
- Mansilla, D., Muscia, G., & Ugliarolo, E. (2014). Una fundamentación para la incorporación de la química verde en los currículos de química orgánica. *Educación Química*, 56-59. doi: 10.1016/S0187-893X(14)70524-5
- Marques, C., & Machado, A. (2018). Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19-43.
- Mascarell, L., & Vilches, A. (2016). Química verde y sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 25-42. doi: 10.5565/rev/ensciencias.1688
- Minguez, L., DiPoi, C., Farcy, E., Ballandonne, C., Benchouala, A., Bojic, C., . . . Halm-Lemeille, M.-P. (2014). Comparison of the sensitivity of seven marine and freshwater bioassays as regard antidepressant toxicity assessment. *Ecotoxicology*, 1744-1754. doi: 10.1007/s10646-014-1339-y
- Miñón, J. P. (2018). Agar como alternativa al plástico. *MoleQlas*, 4-6.
- M. Schmitt-Jansen, P. Bartels, N. Adler, R. Altenburger, Phytotoxicity assessment of diclofenac and its phototransformation products, *Anal. Bioanal. Chem.* 387 (2007) 1389–1396.
- M. Cleuvers, Mixture toxicity of anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 59 (2004) 309–315
- Ofori, R., & Adom, A. (2016). Irrational Use of Medicines - A summary of key concepts. *Pharmacy*, 1-13. doi: 10.3390/pharmacy4040035
- ONU. (2012). XIX Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. *XVIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*, (p. 71). Quito, Ecuador.
- Osakidetza, I. (2016). Farmacontaminación. Impacto ambiental de los medicamentos. *INFAC*, 1-6.
- Pino, M. R., Val, J., Mainar, A. M., Zuriaga, E., Español, C & Langa, E (2015). Acute toxicological effects on the earthworm *Eisenia foetida* of 18 common pharmaceuticals in artificial soil. *Sci. Total Environ.* 518-519, 225-337
- Ramírez, I., Martínez, P., Quiroz, M., & Bandala, E. (2015). Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 31-42.
- Reinoso, J., Serrano, C., & Orellana, D. (2017). Contaminantes emergentes y su impacto en la salud. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 55-59.
- Ritter, S. (2015). Certamen Presidencial sobre Química Verde 2015. *Chemical & Engineering News*, 5.

Rodríguez, Y. V., Obaya, A., Vargas, S., Hernández, A., Miranda, R., & Vargas, G. (2016). El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio. *Educación Química*, 30-36. doi: 10.1016/j.eq.2015.04.013

Rozo, N., Guevara, E., & Franco, R. (2016). El Semillero- club de investigación sobre educación en química verde y sustentabilidad ambiental - Eduqversa. Una propuesta en construcción. *Bio-grafía*, 65-75.

Sander, M., Koakoski, G., Ferreira, D., Acosta, T., Santos, J., Gusso, D., . . . Gil, L. (2014). Diazepam and Fluoxetine decrease the stress response in Zebrafish. *PLOS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0103232

Santos, H. L., Araujo, A. N., Fachini, A., Pena, A., Delerue-Matos, C. & Montenegro, M. C. (2010). Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. *J. Hazard. Mater.* 175, 45-49.

Schmidt, W., & Redshaw, C. (2015). Evaluation of biological endpoints in crop plants after exposure to non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs): Implications for phytotoxicological assessment of novel contaminants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 212-222. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.11.008

Sierra, A., Méndez, L., Ramírez-Monrroy, A., & Arroyo, M. (2014). La química verde y el desarrollo sustentable. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*.

Sumpter, J. P., Donnachie, R. L., & Johnson, A. C. (2014). The apparently very variable potency of the antidepressant fluoxetine. *Aquatic Toxicology*, 57-60. doi: 10.1016/j.aquatox.2013.12.010

Vargas-Rodríguez, G., Obaya, A., Miranda, R., Gómez-Pliego, R., Flores, J. M., & Vargas-Rodríguez, Y. (2017). Hidrólisis básica del ácido acetilsalicílico en medio no amortiguado: Un experimento de laboratorio con un acercamiento verde. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 47-58.

Weber, F., Beek, T., Bergmann, A., Carius, A., Gruttner, G., Hickmann, S., . . . Stolzen, C. (2014). Fármacos en el medio ambiente- la perspectiva global: Incidencia, efectos y acción cooperativa potencial bajo el SAICM. *German Environment Agency*, 3-12.

Zucatto, E., Castiglioni, S., Fanelli, R., Reitano, G., Bagnati, R., Chiabrando, C., Pomati, F., Rossetti, C. & Calamari, D. (2006). Pharmaceuticals in the environment in Italy: Causes, Occurrence, Effects and Control- A review. *Environ. Sci. Poll. Res.* 13, 15- 21

Violencia y acoso escolar: diferencias por sexo y edad en estudiantes universitarios mexicanos

Irma, Ramos-Rodríguez^{1*}; Carolina, Aranda-Beltrán²

Resumen

La violencia y el acoso escolar son dos graves problemas que enfrentan millones de estudiantes a nivel mundial, se realizó un estudio descriptivo, transversal, analítico en estudiantes universitarios de primer semestre de un Centro Universitario de Ciencias de la Salud. El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre violencia y acoso escolar con el sexo y edad de los estudiantes de una universidad pública de México. Se aplicó un cuestionario de Datos Socio-demográficos y el Cuestionario sobre Violencia Escolar del Defensor del Pueblo (2000). En los resultados se encontró que 47.9% de los estudiantes habían experimentado alguna forma de violencia y 16.1% de acoso escolar, los principales tipos de violencia y acoso fueron las agresiones verbales y la exclusión social. Los participantes de género masculino y de más de 20 años de edad padecen en mayor medida de violencia escolar, mientras que alumnos varones y con menos de 20 años de edad exhiben mayores cifras de acoso escolar. En conclusión, la mitad de los participantes padece violencia escolar y uno de cada seis estudiantes padece de acoso escolar, estos resultados son similares a los reportados por otros autores en poblaciones semejantes, el maltrato verbal y la exclusión social son prácticas cotidianas entre los estudiantes universitarios.

Palabras clave: Violencia, acoso escolar, estudiantes universitarios

Violence and bullying: differences by sex and age in mexican university students

Abstract

Violence and bullying are two serious problems facing millions of students worldwide. A descriptive, cross-sectional, analytical study was conducted on first semester university students at a University Health Science Centre. The aim of this study was to analyse the relationship between violence and bullying with the gender and age of students at a public university in Mexico. A Socio-demographic Data questionnaire and the Ombudsman's Questionnaire on School Violence (2000) were applied. The results found that 47.9% of the students had experienced some form of violence and 16.1% of school bullying, the main types of violence and bullying being verbal aggression and social exclusion. Male participants and those over 20 years of age suffered more from school violence, while male students and those under 20 years of age exhibited higher figures of school bullying. In conclusion, half of the participants suffer from school violence and one out of six students suffers from school bullying. These results are similar to those reported by other authors in similar populations; verbal abuse and social exclusion are common practices among university students.

Keywords: violence, bullying, university students

Recibido: 08 de abril de 2020
Aceptado: 06 de agosto de 2020

¹ Doctor en Ciencias de la Salud en el Trabajo; Docente de la Universidad de Guadalajara, Jalisco- México; irmainss8@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3169-5522>

² Doctor en Ciencias; Docente investigador del SNI (Sistema Nacional de Investigadores) nivel II. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Guadalajara, Jalisco-México; caranda2000@yahoo.com.mx; <https://orcid.org/0000-0003-1388-8849>

*Autor para correspondencia: irmainss8@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La agresividad forma parte del ser humano, desde tiempos remotos este comportamiento era utilizado por los individuos de forma instintiva, para enfrentar diferentes situaciones que se les presentaban y ponían en peligro su vida, con el tiempo la agresividad se transformó y paso de ser un instinto útil para la supervivencia en un comportamiento hostil, utilizado para dañar a otros individuos (Sanmartín, 2000). De acuerdo con Trujillo (2013), la cultura tiene un papel principal en este proceso, debido a que transforma la agresividad en violencia.

La violencia ha alcanzado cifras alarmantes en todo el mundo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2002), cada año mueren de forma violenta más de 1,6 millones de personas, principalmente varones (14%), vs mujeres (7%), con edad entre 15 a 44 años. Este problema se presenta en diferentes contextos, incluyendo el ámbito educativo en donde se han reportado prevalencias de 39.8 a 43.2% (Guevara, 2011; Silva, 2013; Treviño, 2014). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2002), la violencia es definida como el “uso intencional de la fuerza o el poder físico de hecho o como amenaza, contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones”. En el ámbito universitario se considera como violencia a todo tipo de agresión, dirigido en contra de uno o varios estudiantes con la intención de producirles daño (Carrillo, 2016).

En la educación básica la violencia es principalmente de tipo físico, mientras que en la educación superior esta adquiere una amplia gama de matices y se presenta en forma sutil y sofisticada (Adams y Lawrence, 2011), esta forma de agresión no deja huellas visibles y no puede ser demostrada, sin embargo sus efectos resultan en ocasiones más graves que los producidos por la agresión física (Carrillo, 2016).

Las manifestaciones de violencia en la universidad pueden ser de tipo psicológico, físico, sexual, virtual, patrimonial, económico (Tlalolin, 2017) y social, entendido este último como una forma de exclusión, que tiene como objetivo aislar a una persona de ciertas actividades (Treviño, Cruz y González-Salazar, 2014), en este lugar los actores involucrados son los

alumnos, docentes, administrativos y trabajadores de la institución, sin embargo en este estudio sólo nos centraremos en la violencia producida entre compañeros de clase.

El acoso escolar por su parte es un tipo de violencia caracterizado por comportamientos intencionales, hostiles y poco éticos dirigidos hacia una persona, con la intención deliberada de hacerle daño (Ortega, 2010). De acuerdo con Azzollini (2005), el acoso escolar posee características propias que lo definen como tal, entre estas se encuentran: a) la intencionalidad: las agresiones no se producen de forma casual, son planeadas cuidadosamente y ejecutadas pensando en dañar a la víctima; b) la repetición de la agresión: los ataques se producen de forma repetida y sistemática; c) la longevidad de la agresión: las agresiones se mantienen por largos periodos de tiempo (meses, años); d) la asimetría de poder: una persona ataca y la otra es atacada sin tener la posibilidad de defenderse; e) el fin último de la agresión, es eliminar a la víctima, provocar su alejamiento de la institución

La prevalencia de acoso escolar oscila entre 11.1 a 28% (Alzahrani, 2012; Treviño, 2014; Martínez, 2016; Vergel, 2016). En el acoso escolar se han identificado diferentes roles: víctima, agresor y testigos, además de algunos perfiles mixtos (agresores que han sido agredidos o víctimas agresoras). La víctima puede ser un joven introvertido, con dificultad para relacionarse con sus compañeros o puede tratarse de un alumno sobresaliente, que ha alcanzado reconocimientos por méritos propios y acapara la atención del grupo lo que puede provocar la ira o envidia del agresor (Avilés Martínez et al., 2008). Algunas víctimas después de ser agredidas, pueden desarrollar actitudes tan negativas como las de sus agresores (víctima provocativa o agresiva) (dramático (Smith, 2011), otras por el contrario perciben las agresiones como una experiencia muy traumática, que desencadena en ellos la aparición de diferentes síntomas o puede llevarlos a la depresión (víctima pasiva o sumisa) (Ramos, 2008).

El agresor por lo regular es impulsivo, provocador, manipulador, con dificultad para cumplir las reglas, disfruta del sufrimiento ajeno y busca la aprobación de los demás (Sevilla Romero y Hernández Prados, 2006; Torres Mora, 2010). En ocasiones el agresor puede culpar a la víctima por provocar su ira,

asimismo algunos testigos y aun la propia víctima puede culparse a sí misma por encontrarse en esta situación (Puglisi, 2012).

Algunos testigos se limitan a contemplar la escena, otros intervienen para detener las agresiones, un tercer grupo puede unirse al agresor para dañar a las víctimas (secuaces). Lo cierto es que todos los involucrados en la violencia y el acoso escolar resultan de cierta forma afectados, en el plano educativo se observa un deterioro en el clima en el aula, el ambiente de aprendizaje se daña, se incrementa el ausentismo y la deserción escolar, disminuye la creatividad, el trabajo en equipo y el desempeño académico (Swearer et al., 2009; León, Gonzalo, & Polo, 2012), las secuelas ocasionadas por estos trastornos son múltiples e incluyen la aparición de una variada sintomatología física, trastornos mentales como ansiedad, depresión, ideación suicida, entre otros.

La escasez de estudios sobre violencia y acoso escolar en estudiantes universitarios, las graves secuelas provocadas en la salud física y mental de las víctimas, así como el bajo desempeño académico, el ausentismo y la deserción escolar que podrían generar estos problemas motivaron la realización del presente estudio, el cual tuvo como objetivo analizar la relación entre violencia y el acoso escolar con el sexo y edad de los estudiantes de una universidad pública de México. Los resultados de esta investigación proporcionarán información sobre la temática de estudio, la cual permitirá elaborar medidas preventivas eficaces que ayuden a disminuir la incidencia de violencia y acoso escolar en estudiantes de nivel superior.

II. MATERIALES Y METODOS

Estudio descriptivo, transversal, analítico, en el cual se realizó un censo de los estudiantes que cursaban el primer semestre de licenciatura y de carreras técnicas en una universidad pública de México.

Procedimiento:

El primer paso fue hablar con las autoridades de la institución para obtener su permiso y poder realizar la investigación, el siguiente paso fue visitar las aulas de clase darles a conocer a los estudiantes el objetivo del estudio y explicarles aspectos relacionados con su

participación, se les aclaró que su participación era voluntaria que los datos que ellos proporcionarían serían manejados de forma anónima y confidencial, se esclarecieron aclararon las dudas que surgieron respecto al estudio, quienes decidieron participar firmaron un consentimiento informado.

Instrumentos:

Los datos se obtuvieron con la aplicación de dos cuestionarios, un Cuestionario sobre Datos Socio-demográficos que incluía variables como la edad, sexo, estado civil, carrera, si contaban con un empleo, con quien vivían, entre otros datos, el otro cuestionario fue un instrumento validado que trata sobre violencia escolar, elaborado en el año 2000 por la Universidad Autónoma de Madrid, para el Informe Nacional del Defensor del Pueblo.

El cuestionario sobre violencia escolar consta de 19 ítems, mismos que son contestados por los participantes en tres secciones, en la primera se identifica a los *testigos* indagando sobre si han presenciado conductas violentas hacia alguno de sus compañeros, en la segunda se les cuestiona a las *víctimas* sobre las posibles agresiones que pudiera haber padecido en su persona, en la tercera sección se les pregunta sobre su participación como produciendo daño a sus compañeros (Del Barrio, Martín, Almeida y Barrios, 2003).

El cuestionario fue adaptado por Hoyos, Romero, Valega y Molineros (2009) al contexto escolar colombiano empleando la técnica de grupos focales, realizando adecuaciones con respecto al lenguaje determinando la fiabilidad de la escala, encontrando un alfa de Cronbach de 0.801, dicha cifra es considerada como con un alto nivel de confiabilidad en el conjunto de ítems que la conforman.

La violencia escolar se determinó con la presencia de al menos una forma de agresión ejercida en contra de los jóvenes universitarios, mientras que el acoso escolar se identificó con la existencia de una forma de agresión siempre y cuando esta se hubiera presentado “frecuentemente” o “siempre”. De acuerdo con las estrategias utilizadas por los agresores para dañar a sus víctimas, la violencia y el acoso escolar se clasificaron en seis tipos: maltrato verbal (hablan mal de ti, te insultan, te ponen apodos), exclusión social (te ignoran, no te dejan participar), abuso en contra la propiedad (te esconden, roban o destruyen

tus cosas), agresión física (te golpean o amenazan sólo para meterte miedo), intimidación (te obligan a hacer cosas que no quieres mediante amenazas, te amenazan con armas u otros objetos) y el acoso sexual.

Análisis de datos

El análisis de los datos incluyó estadística descriptiva, se calcularon frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas, medidas de tendencia central y medidas de dispersión para las variables numéricas, las asociaciones entre variables se realizaron con tablas de contingencia, se calculó Chi-cuadrada, razón de momios (Odds Ratio) y sus intervalos de confianza (IC) al 95%, con el programa estadístico SPSS para Ciencias Sociales versión 20.

Aspectos éticos

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud, en materia de investigación para la salud artículo 17, esta investigación se clasifica como categoría 1 sin riesgo alguno, la participación de los alumnos fue voluntaria, previa firma de un consentimiento informado, la información recabada

fue manejada de forma confidencial y anónima.

III. RESULTADOS

La población de estudio quedó conformada por 1149 estudiantes de primer semestre de diferentes carreras que se imparten en un Centro Universitario de Ciencias de la Salud, 734 (63.9%) fueron mujeres y 415 (36.1%) hombres, la edad promedio de los participantes fue de 19.64±3.35 años, en cuanto al estado civil 1122 (97.6%) alumnos se encontraban solteros y 27 (2.4%) casados, 895 (77.9%) vivían con sus padres y 227 (19.7%) contaban con un empleo.

Las estrategias más frecuentemente utilizadas por los agresores para dañar a sus víctimas fueron: ignorarlas, hablar mal de ellas, insultarlas, ponerles apodos, no dejarlas participar y acosarlas sexualmente. Los varones obtuvieron mayores puntajes en que se les insulte, les pongan apodos, les escondan o roben sus cosas y los golpeen, mientras que en las mujeres fue más común que se hablara mal de ellas. Respecto a la edad, los estudiantes de más de 20 años puntuaron más alto en todas las estrategias utilizadas por los agresores, comparado con los de menos de 20 años (Tabla 1).

Tabla 1. Estrategias utilizadas por los agresores para dañar a las víctimas de acuerdo con su género y edad

Estrategias	Según género			Según edad		
	Hombre n (%)	Mujer n (%)	Total n (%)	>20 años n (%)	<20 años n (%)	Total n (%)
Te ignoran	85 (20.5)	152 (20.7)	237 (20.6)	42 (24.0)	195 (20.0)	237 (20.7)
Hablan mal de ti	58 (14.0)	145 (19.8)	203 (17.7)	37 (21.1)	166 (17.0)	203 (17.7)
Te insultan	83 (20)	70 (9.5)	153 (13.3)	28 (16.0)	125 (12.8)	153 (13.3)
Te ponen apodos	60 (14.5)	63 (8.6)	123 (10.7)	23 (13.1)	100 (10.3)	123 (10.7)
No te dejan participar	33 (8.0)	58 (7.9)	91 (7.9)	19 (10.9)	72 (7.4)	91 (7.9)
Te acosan sexualmente	25 (6.0)	43 (5.9)	68 (5.9)	11 (6.3)	57 (5.9)	68 (5.9)
Te esconden las cosas	23 (5.5)	28 (3.8)	51 (4.4)	12 (6.9)	39 (4.0)	51 (4.4)
Te golpean	17 (4.1)	6 (0.8)	23 (2.0)	5 (2.9)	18 (1.8)	23 (2.0)
Roban tus cosas	11 (2.7)	6 (0.8)	17 (1.5)	8 (4.6)	24 (2.5)	17 (1.5)
Te amenazan	6 (1.4)	9 (1.2)	15 (1.3)	3 (1.7)	12 (1.2)	15 (1.3)
Te obligan a hacer cosas	6 (1.4)	4 (0.5)	10 (0.9)	5 (2.9)	5 (0.5)	10 (0.9)
Te rompen tus cosas	2 (0.5)	4 (0.5)	6 (0.5)	2 (1.1)	4 (0.4)	6 (0.5)
Te amenazan con armas	3 (0.7)	3 (0.4)	6 (0.5)	1 (0.6)	5 (0.5)	6 (0.5)

Fuente: elaboración propia

La prevalencia de violencia en general fue de 47.9%, los tipos de violencia más frecuentes entre los alumnos fueron el maltrato verbal, seguido por

la exclusión social, daños a la propiedad y agresión sexual. Los varones mostraron mayores puntajes en violencia verbal, física, intimidación y daños a la

propiedad. Asimismo, los varones puntuaron más alto en comportamientos como víctima, agresor y víctima/agresor en comparación con las mujeres (Tabla 2).

Respecto a la presencia de violencia y la edad de los participantes se observó que los estudiantes con más de 20 años de edad, presentaron mayores puntajes

en violencia verbal, física, sexual, exclusión social, intimidación y daños a la propiedad, comparado con los participantes de menos de 20 años. En el mismo tenor los estudiantes con más de 20 años de edad, presentaron cifras más elevadas en comportamientos como víctima, agresor y víctima/agresor, comparado con los de menos de 20 años de edad (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de violencia en universitarios de acuerdo con el género y edad de las víctimas

Tipo de violencia	Según género			Según edad		
	Hombre n (%)	Mujer n (%)	Total n (%)	Mujer n (%)	Hombre n (%)	Total n (%)
General	214 (51.6)	337 (45.9)	551 (47.9)	157 (52.7)	394 (46.4)	551 (47.9)
Verbal	124 (29.9)	186 (25.3)	310 (26.9)	91 (30.4)	219 (25.8)	310 (26.9)
Exclusión	92 (22.2)	168 (22.9)	260 (22.6)	75 (25.1)	185 (21.8)	260 (22.6)
Física	22 (5.3)	14 (1.9)	36 (3.1)	11 (3.7)	25 (2.9)	36 (3.1)
Intimidación	8 (1.9)	6 (1.0)	14 (1.2)	7 (2.3)	7 (0.8)	14 (1.2)
Sexual	25 (6.0)	42 (5.7)	67 (5.8)	19 (6.4)	48 (5.6)	67 (5.8)
Propiedad	31 (7.5)	43 (5.9)	74 (6.4)	20 (6.7)	54 (6.4)	74 (6.4)
Víctima	170 (41)	246 (33.5)	416 (36.2)	125 (41.8)	291 (34.2)	416 (36.2)
Agresor	114 (27.5)	154 (21.0)	268 (23.3)	72 (24.1)	196 (23.1)	268 (23.3)
Mixto	107 (25.8)	131 (17.8)	238 (20.7)	71 (23.7)	167 (19.6)	238 (20.7)

Fuente: elaboración propia

Relativo a la presencia de acoso escolar y la edad de los alumnos, se encontró que los participantes con menos de 20 años de edad exhibieron mayores puntajes en acoso verbal, exclusión social, intimidación y acoso sexual, comparado con los participantes de más de 20 años. En el mismo sentido, los estudiantes con menos de 20 años de edad, presentaron cifras más elevadas en comportamientos como víctima y como agresor, mientras que los de más de 20 años puntuaron más alto como víctima/

agresor (Tabla 3).

La prevalencia de acoso escolar en general fue de 16.1%, los varones presentaron cifras más elevadas en acoso físico, sexual, intimidación y daños en contra de la propiedad, por el contrario, las mujeres puntuaron más alto en exclusión social. Los comportamientos como víctima, agresor y víctima/agresor, se observaron en mayor medida en estudiantes de género masculino, en comparación con las mujeres (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de acoso escolar en universitarios de acuerdo con el género y edad de las víctimas

Tipo de acoso	Según género			Según edad		
	Técnicos n (%)	Licenciatura n (%)	Total n (%)	>20 años n (%)	<20 años n (%)	Total n (%)
General	73 (17.6)	112 (15.3)	185 (16.1)	132 (15.5)	53 (17.7)	185 (16.1)
Verbal	50 (12.0)	84 (11.4)	134 (11.7)	95 (11.2)	39 (13.0)	134 (11.7)
Exclusión	30 (7.2)	63 (8.6)	93 (8.1)	68 (8.0)	25 (8.4)	93 (8.1)
Física	9 (2.2)	7 (1.0)	16 (1.4)	12 (1.4)	4 (1.3)	16 (1.4)
Intimidación	5 (1.2)	5 (0.7)	10 (0.9)	3 (0.4)	7 (2.3)	10 (0.9)
Sexual	15 (3.6)	18 (2.5)	33 (2.9)	24 (2.8)	9 (3.0)	33 (2.9)
Propiedad	16 (3.9)	16 (2.2)	32 (2.8)	25 (2.9)	7 (2.3)	32 (2.8)
Víctima	75 (18.3)	121 (13.9)	185 (16.1)	132 (15.5)	53 (17.7)	185 (16.1)
Agresor	63 (15.1)	81 (11.1)	157 (13.6)	112 (13.2)	45 (15.1)	157 (13.6)
Mixto	45 (10.8)	52 (6.8)	99 (8.6)	74 (8.7)	25 (8.4)	99 (8.6)

Fuente: elaboración propia

Los estudiantes varones tienen mayor riesgo de ser insultados, golpeados, se les ponga apodosos, se les agrede físicamente y en tener comportamientos como víctima, agresor y víctima/agresor en comparación

con las mujeres. Los alumnos de más de 20 años de edad tienen mayor riesgo de ser insultados, intimidados y convertirse en víctimas de violencia, comparado con los de menos de 20 años de edad (Tabla 4).

Tabla 4. Factores de riesgo asociados a la violencia y acoso escolar según género y edad de las víctimas

Género (hombre)	Violencia		Acoso escolar	
	p	OR (al 95%)	p	OR (al 95%)
Te insultan	0.000	2.37 (1.68-3.34)	0.007	2.03 (1.20-3.44)
Te golpean	0.000	5.18 (2.02-13.25)	0.009	6.27 (1.29-30.36)
Te ponen apodosos	0.002	1.80 (1.23-2.62)	***	***
Te esconden sus cosas	***	***	0.024	2.60 (1.10-6.14)
Violencia física	0.002	2.87 (1.45-5.69)	***	***
Víctima	0.012	1.37 (1.07-1.76)	0.043	1.42 (1.01-1.99)
Agresor	0.012	1.42 (1.08-1.88)	0.043	1.53 (1.01-2.32)
Víctima/Agresor	0.001	1.59 (1.19-2.13)	0.028	1.59 (1.05-2.42)
Edad (>20 años)	p	OR (al 95%)	p	OR (al 95%)
Te insultan	0.027	1.51 (1.04-2.17)	***	***
Intimidación	0.040	2.88 (1.00-8.30)	***	***
Victima	0.019	1.38 (1.05-1.80)	***	***

Fuente: Elaboración propia *** Sólo se muestran los valores significativos

IV. DISCUSIÓN

Actualmente la violencia escolar constituye un problema de salud pública y un factor importante de riesgo psicosocial, con múltiples secuelas en el plano social, psicológico y biológico del individuo que la padece (Orte, 2003; Sanders y Phye, 2004). La violencia afecta a millones de personas a nivel mundial, en el contexto universitario este problema contamina la interacción en los espacios escolares, en los que conviven los alumnos e impacta de forma negativa en las acciones educativas (Prieto y Carrillo, 2009). La prevalencia de violencia en este estudio fue de 47.9%, semejante a la encontrada por Guevara (2011) de 40.6%, Treviño (2014) de 43.2%, Silva (2013) de 39.8% y el acoso escolar se presentó en el 16.1% de los participantes, esta cifra es semejante a la encontrada por Martínez, Henao y Velasco (2016) de 16.8%, aunque mayor a la reportada por Treviño (2014) de 14.9% y por Vergel, Martínez y Zafra (2016) de 11.1%.

De acuerdo con Abeijón (2011), la agresividad para ser considerada como violencia, debe causar daño y dejar una huella dolorosa en quien la padece. En

nuestro estudio las estrategias más frecuentemente utilizadas por los agresores para dañar a sus víctimas fueron ignorarlas, hablar mal de ellas, insultarlas, ponerles apodosos y no dejarlas participar, estas formas de agresión como se puede observar no dejan huellas, no se pueden demostrar y en la mayoría de los casos no son consideradas como manifestaciones de violencia. Por otro lado, el hecho de que no existan huellas del maltrato, imposibilita a las autoridades para que puedan intervenir y castigar a los culpables (Carrillo, 2016; Montesinos, 2011), por lo que estos pueden continuar dañando impunemente a sus víctimas.

Carrillo (2015), señala que en el nivel superior se reproducen casi todas las formas de violencia, aunque predominan algunas de ellas principalmente las manifestaciones simbólicas que pasan inadvertidas para los docentes, compañeros de clase y aún para las propias víctimas. Estos comportamientos algunas veces son considerados como un comportamiento normal entre estudiantes, un rito de paso al cual se enfrentan la mayoría de ellos, sin que esto les genere mayor problema, sin embargo, estas conductas

pueden convertirse en actos intensionales, que se prolongan por largos periodos de tiempo y ocasionan graves daños entre quienes las padecen.

En nuestro estudio el acoso verbal fue el tipo de maltrato más frecuentemente utilizado por los agresores para dañar a los estudiantes, este resultado concuerda con lo reportado por otros autores (Trujillo, 2016; Millán, 2015; Oliveros, 2016; Munayco, 2016; Martínez, 2016; Vergel, 2016; Prieto, 2015). La exclusión social fue la segunda forma de maltrato en concordancia con lo encontrado en otras investigaciones (Hoyos, 2011; Silva, 2013; Oliveros, 2016; Prieto, 2015; Castillo, 2013), realizadas en poblaciones similares.

Por el contrario, el acoso físico fue una de las formas de agresión menos comunes entre los estudiantes, con una prevalencia de 1.4% dicha cifra es menor a la reportada por Millán (2015) de 14.1%, Martínez (2016) de 23%, Prieto (2015) de 5.8%, López (2017) de 3.9% y Vergel (2016) de 2.2%. Las agresiones físicas se presentan principalmente en alumnos de educación básica (Carrillo, 2015; Treviño, 2014), sus efectos son fácilmente detectados (moretones, inflamación, enrojecimiento de las partes afectadas), probablemente por esta razón son poco usados por los jóvenes de nivel superior.

La agresividad se encuentra presente en todos los animales, sus manifestaciones se hacen visibles cuando estos quieren conseguir alimento, en temporada de apareamiento, para defender su territorio o su vida. El ser humano a diferencia de los animales hace uso de la agresión sin motivos justificados, algunas víctimas de estos comportamientos pueden responder de forma dramática ante ellos, por el contrario, otras pueden desarrollar conductas semejantes a las observadas en los agresores (Smith, 2011). En nuestro estudio la proporción de víctimas de acoso fue de 16.1% dicha cifra es menor a la reportada por Millán (2015) de 18.7%, Trujillo (2016) de 25%, Vergel (2016) de 25.4% y López (2017) de 22.4%, mientras que la proporción de víctima/agresor fue de 8.6% menor a la reportada por Silva (2013) de 18.2% y Vergel (2016) de 20.5%.

Algunos países de América Latina todavía tienen arraigados, ciertos comportamientos que forman parte de una cultura machista. De hecho, el primer contacto que tienen algunos niños con la violencia, ocurre en el hogar (Domènech y Íñiguez, 2002), la

observación de este tipo de escenas genera en los niños cierta habituación a ellas, tanto que pueden confundirlas con un comportamiento normal, que luego reproducen en las aulas de clase (Castillo y Pacheco, 2008). Por otro lado, estas conductas no son propias del hogar o de la escuela, sino que se extienden a otros contextos en donde puede ser bien visto por otras personas el que los varones hagan uso de la violencia como un medio para obtener lo que desean, imponer su voluntad o defenderse de las agresiones. En nuestro estudio la proporción de víctimas, agresores y víctimas/agresor, fue mayor en varones comparado con las mujeres, esto en concordancia con otros autores (Silva, 2013; Millán, 2015; Treviño, 2014; López, 2017; Martínez, 2016).

Los niños y adolescentes expuestos a la violencia y acoso escolar, tienen mayor riesgo de presentar conductas violentas y antisociales en la edad adulta. Los agresores por lo regular presentan serias dificultades para controlar la ira y perciben las relaciones interpersonales como fuente de conflicto y agresión (Rigby, 2003). La violencia está presente en diferentes momentos de la vida del ser humano, inicia en el hogar, continua en la educación básica, nivel medio superior, superior y en los espacios laborales, en donde se manifiesta con actitudes negativas hacia el trabajo, irritabilidad, temor, desconfianza, desmotivación, depresión y ansiedad. En nuestro trabajo la proporción de agresores fue de 13.6%, dicho valor es mayor al reportado por Silva (2013) de 6.6%, Vergel (2016) de 7.9% y Millán (2015) de 12.3%, aunque semejante a la obtenida por Treviño (2014) de 13.8%.

Respecto a la edad y la presencia de acoso no existe un consenso entre los investigadores, algunos (Hoyos, 2009; López, 2017; Martínez, 2016), señalan que en la universidad este problema se presenta en todas las edades, otros (Ríos, Romero y Olivo, 2013; Vergel, 2016; Castillo, 2013; Treviño, 2014) reportan mayores cifras en jóvenes de menos de 20 años, mientras que un tercer grupo (Hoyos, 2011; Millán 2015), asegura que los alumnos de más de 20 años son los más acosados, en nuestro estudio los participantes de más de 20 años presentaron mayores puntajes en violencia, mientras que los de menos de 20 años mostraron cifras más elevadas en acoso escolar.

Los factores de riesgo asociados a la violencia

escolar fueron ser hombre y tener una edad mayor a 20 años, mientras que los factores de riesgo asociados al acoso escolar fueron ser hombre y tener una edad menor a 20 años.

V. CONCLUSIONES

La mitad de los estudiantes en la universidad padece violencia y uno de cada seis participantes sufre de acoso escolar, las estrategias comúnmente utilizadas por los agresores para dañar a sus víctimas fueron: ignorarlas, hablar mal de ellas, insultarlas, ponerles apodos, no dejarlas participar y acosarlas sexualmente. Los varones puntuaron más alto en acoso físico, acoso sexual, intimidación y daños en contra de la propiedad, mientras que las mujeres obtuvieron cifras más elevadas en exclusión social, los alumnos de más de 20 años de edad presentaron mayores puntajes en los diferentes tipos de violencia y en comportamientos como víctima, agresor y víctima/agresor, comparado con los de menos de 20 años. Los factores de riesgo asociados a la violencia escolar fueron ser hombre y tener más de 20 años de edad, mientras que los factores de riesgo asociados al acoso escolar fueron ser hombre y tener menos de 20 años de edad.

Una de las limitaciones del estudio, es que sólo se incluyó en él, a estudiantes que cursaban el primer semestre de la licenciatura, en futuras investigaciones podrían incluirse alumnos de otros semestres, otras variables relacionadas como el motivo por lo que son agredidos los jóvenes, las consecuencias generadas por la violencia y el acoso escolar a nivel físico, mental, social y educativo. La violencia y el acoso escolar son problemas a los que se enfrentan un número considerable de estudiantes a nivel mundial, afectan el bienestar físico y mental de los jóvenes, provocan bajo desempeño académico, ausentismo y deserción escolar. Los resultados del presente estudio contribuirán a ampliar el conocimiento con respecto a esta problemática, en base a esto las autoridades educativas podrán implementar estrategias que ayuden a prevenir o disminuir la incidencia de violencia y acoso escolar a nivel de educación superior.

VI. REFERENCIAS

Abeijón, J. A. (2011). La violencia en su contexto. En Pereira, R. (Coord.): Psicoterapia de la violencia

filio-parental. Entre el secreto y la vergüenza. Madrid: Morata.

Adams F. D., y Lawrence G. J. (2011). "Bullying Victims: The Effects Last Into College", *American Secondary Education*, 40(1), 4-11.

Azzollini, S., Vera, B. P., y Miramón, V. (2004). El acoso psicológico en los quirófanos. Facultad de Psicología - UBA / Secretaría de Investigaciones / XII Anuario de Investigaciones, 125-136

Avilés, J. M., Torres, N., y Vian, M. V. (2008). Equipos de ayuda, maltrato entre iguales y convivencia escolar. *Revista de Investigación Psicoeducativa*, 6, 357-376 doi: 10.25115/ejrep.v6i16.1307

Castillo, C., y Pacheco, M. M. (2008). Perfil del maltrato (bullying) entre estudiantes de secundaria en la ciudad de Mérida, Yucatán. *Revista mexicana de investigación educativa*, 13(38), 825-842.

Castillo, M. (2013). Manifestaciones de la Conducta de Agresión en el Contexto Universitario. *Archivos*, 11(1). doi: <https://doi.org/10.15665/esc.v11i1.188>

Carrillo, R. (2015). Violencia en las universidades públicas. El caso de la Universidad Autónoma Metropolitana. México: UAM. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332016000200183

Carrillo, R. (2016). Entre la simulación y la práctica institucional. Primer diagnóstico sobre violencia en la UAM. *El Cotidiano*, 200, 169-180.

Defensor del Pueblo. (2000). Informe sobre violencia escolar: el maltrato entre iguales en la educación secundaria obligatoria, Madrid: Publicaciones de la Oficina del Defensor del Pueblo.

Del Barrio, C., Martín, E., Almeida, A., y Barrios, A. (2003). Del maltrato y otros conceptos relacionados con la agresión entre escolares y su estudio psicológico. *Infancia y Aprendizaje*, 26, 1, 9-24.

Domènech, I. A., y Íñiguez L. (2002). La construcción social de la violencia. *Athenea Digital*, 2, 1-10.

Hoyos, O. L., Romero, L. M., Valega, S. J., y Molinares, C. (2009). "El maltrato entre iguales por abuso de poder y exclusión social en estudiantes de una universidad privada de la ciudad de Barranquilla", *Pensamiento Psicológico*, 6, 109-126.

Hoyos, O. L., Llanos, M., y Valega, S. J. (2011). El maltrato entre iguales por abuso de poder en el contexto universitario: incidencia, manifestaciones y estrategias de solución. *Universitas Psychologica*, 11(3), 793-802.

León, B., Gozalo, M., y Polo, M. I. (2012). Aprendizaje cooperativo y acoso entre iguales. *Infancia y Aprendizaje*, 35(1), 23-35 doi.org/10.1174/021037012798977494

López, M. (2017). Acoso escolar y cibernético en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación en Educación*, 15(1), 11- 26.

Martínez C., Henao, D.A., y Velasco, C.A. (2016). Bullying en estudiantes de medicina de una universidad pública de Cali, Colombia 2012-2013. *Rev Gastrohnap*, 18(3), 1-13. doi: 10.13140/RG.2.1.1142.2566

Millán, L. C., Barrera, L. F., y Ospina, J. M. (2015). Caracterización del bullying en estudiantes de medicina de Tunja, Boyacá. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 45, 101-112.

Montesinos, R. y Carrillo, R. (2011). El crisol de la violencia en las universidades públicas. *El Cotidiano*, 49-56.

Munayco, F., Cámara, A., Muñoz, J., Arroyo, H., Mejía, C.R., Lem, F., y Miranda, U. (2016). Características del maltrato hacia estudiantes de medicina de una universidad pública del Perú. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*, 33 (1), 58-66 doi.org/10.17843/rpmesp.2016.331.2008

Oliveros M., Perales A., Zavala S., Amemiya, I. Pinto, M.A., y Jazet, A., (2016). Percepción de bullying en alumnos de sexto año de la escuela de medicina de una universidad pública de Lima 2015. *An Fac Med*, 77(3), 231-236.

Organización Mundial de la Salud (2002). Informe mundial sobre la violencia y la salud. Sinopsis, pp. 1-11.

Ginebra, Suiza.

Organización Mundial de la Salud. (2003). *Informe Mundial sobre la Violencia y la Salud*, publicación científica y técnica núm. 588, Washington, D.C, Organización Panamericana de la Salud- Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/725/9275315884.pdf>

Orte, C. (2003). Los problemas de convivencia en las aulas. Análisis del bullying. *Rev Elect Interuniv Form Profr*, 6(2), 1-7.

Ortega, R. (2010). Treinta años de investigación y prevención del bullying y la violencia escolar. En R. Ortega (Coord.), *Agresividad injustificada, bullying y violencia escolar* (pp. 15-30). Madrid: Alianza.

Prieto, Q., y Carrillo, N. (2009). Fracaso escolar y su vínculo con el maltrato entre alumnos: el aula como escenario de la vida afectiva. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(5), 1-8.

Prieto, M.T., Carrillo, J.C., y Lucio, L. A. (2015). "Violencia virtual y acoso escolar entre estudiantes universitarios: el lado oscuro de las redes sociales", *Innovación Educativa*, 15(68), 33-47.

Puglisi, B. (2012). Las escuelas como escenarios en los que se producen y reproducen violencias contra niños, niñas y adolescentes. Caracas: ILDIS.

Ramos, M. J. (2008). *Violencia y victimización en adolescentes esco-lares*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (1984). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html> [44].

Rigby, K. (2003). *Addressing bullying in schools: Theory and practice* (Trends & Issues in Crime and Criminal Justice N° 259). Canberra, Australia: Australian Institute of Criminology. Recuperado de <https://aic.gov.au/publications/tandi/tandi259>

Ríos, B., Romero, S. L., y Olivo, J. R. (2013). “La percepción del maltrato de las y los estudiantes nayaritas en las carreras universitarias de medicina y enfermería. Un primer acercamiento”. *Waxapa*, 9, 20-30.

Sanders, C., y Phye, G. (2004). *Bullying Implications for the classroom*, Oxford: Elsevier.

Sanmartín, J. (2000): *la violencia y sus claves*. Barcelona: Ariel

Sevilla, C. M., y Hernández, M. A. (2006). El perfil del alumno agresor en la escuela. VI Congreso Internacional Virtual de Educación. Universidad de Murcia.

Silva, S.A., Castillo, S., Eskildsen, E., Vidal, P., Mitre, J., y Quintero, J. (2013). Prevalencia de Bullying en los estudiantes de ciclos básicos y preclínicos de la carrera de medicina de la Universidad de Panamá. *Archivos de Medicina*, 9(4), 1-8. doi: 10.3823/1205

Smith, P. K. (2011). Bullying in schools: Thirty years of research. In C. Monks and I. Coyne (Eds.), “*Bullying in different contexts: Commonalities, differences and the role of theory*”, (pp 36–60). Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Swearer, S., Espegale, D., y Napolitano, S. (2009). *Bullying. Prevention & Intervention. Realistic Strategies for Schools*. New York: The Guilford Press.

Tlalolin, B.F. (2017). ¿Violencia o violencias en la universidad pública? Una aproximación desde una perspectiva sistémica. *El Cotidiano*, 206, 39-50.

Torres, M.T. (2010). El problema de la violencia entre universitarios abordado desde el enfoque de la *Investigación- Participación-Acción*. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 9, 27-36.

Trujillo, J. J. and Romero-Acosta, K. (2016). “Variables que evidencian el bullying en un contexto universitario. *Revista Encuentros, Universidad Autónoma del Caribe*, 14(1), 41-54. doi: <http://dx.doi.org/10.15665/re.v14i1.668>

Treviño, E. (2014). Elementos conceptuales para el estudio de la violencia en las escuelas. En Zavaleta, J.A., Treviño, E. y Jiménez, M. Elementos conceptuales y metodológicos para el estudio de la violencia en las escuelas, 131–146.

Vergel, M., Martínez, J., y Zafra, S. (2016). “Factores asociados al *bullying* en instituciones de educación superior”, *Revista Criminalidad*, 58(2), 197-208. Recuperado de

Marketing ecológico y comportamiento proambiental en estudiantes de un instituto privado de Lima (Perú), 2019

Hugo, Salas-Canales¹

Resumen

El propósito de la investigación fue determinar la relación entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental en los estudiantes de un instituto superior tecnológico privado de Lima Metropolitana (Perú) durante el año 2019. Para una mejor evaluación, la variable estrategias de marketing ecológico fue subdividida en producto ecológico, precio ecológico, plaza ecológica y promoción ecológica; por su parte la variable comportamiento proambiental fue subdividida en gestión de recursos, gestión de residuos y consumo ecológico. Metodológicamente, la investigación se efectuó bajo el enfoque cuantitativo, tuvo un alcance correlacional y empleó el diseño no experimental transeccional correlacional-causal. Los participantes del estudio fueron 192 estudiantes de la especialidad de Enfermería Técnica. Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron dos escalas desarrolladas por otros autores (una por cada variable), para poder indagar sobre las variables de estudio; además, para el análisis estadístico se utilizaron programas de código abierto como el JASP versión 0.11.1 y FACTOR versión 10.9.02. Con los datos recolectados y analizados, se pudo concluir la existencia de una correlación fuerte y significativa entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental ($p < 0.05$), debido a que se halló un coeficiente de correlación de Spearman de 0.815.

Palabras clave: estrategias de marketing ecológico, comportamiento proambiental, coeficiente de correlación de Spearman.

Green marketing and proenvironmental behavior in students of a private institute in Lima (Peru), 2019

Abstract

The purpose of the research was to determine the relationship between ecological marketing strategies and pro-environmental behavior in students at a private technological institute in Lima Metropolitan Area (Perú) during 2019. For a better evaluation, the variable ecological marketing strategies was subdivided into ecological product, ecological price, ecological plaza and ecological promotion; the variable pro environmental behavior was subdivided into resource management, waste management and green consumption. Methodologically, the research was carried out under the quantitative approach, had a correlational scope and used the non-experimental transeccional correlational-causal design. The participants of the study were 192 students of the specialty of Technical Nursing. Two scales developed by other authors were used as data collection instruments (one for each variable), in order to investigate the study variables; in addition, open source programs such as JASP version 0.11 and FACTOR version 10.9.02 were used for statistical analysis. With the data collected and analyzed, it was possible to conclude the existence of a strong and significant correlation between the ecological marketing strategies and the pro-environmental behavior ($p < 0.05$), because a Spearman correlation coefficient of 0.815 was found.

Keywords: green marketing strategies, proenvironmental behavior, Spearman's rank correlation coefficient.

Recibido: 06 de marzo de 2020

Aceptado: 02 de julio de 2020

¹ Magister en Administración con mención en Gestión Empresarial; Docente de Universidad Científica del Sur, Lima-Perú; hugo.salas.canales@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2754-9514>

I. INTRODUCCIÓN

El marketing, desde sus inicios, fue calificado exclusivamente como una de las áreas primordiales para el funcionamiento de toda organización (junto con las áreas de Finanzas, Operaciones y Recursos Humanos), enfocándose básicamente en la comercialización y procurando despertar el interés de los consumidores. No obstante, con el transcurrir de los años, el marketing desarrolló una función social a través de la cual, se considera que debe permitir que la sociedad satisfaga sus necesidades y generar un impacto positivo en la vida de los seres humanos (Kotler y Levy, 1969). De acuerdo con Pérez (2004), el uso eficiente de los recursos no renovables, el cuidado y protección ambiental, la preocupación por las especies en peligro de extinción y el desarrollo sostenible se han constituido en un foco de interés para diversas instancias; dicha situación ha ocasionado que el consumidor del siglo XXI refleje una mayor preocupación por el cuidado del ecosistema y se incline por la adquisición de productos ecoamigables (Lewandowska, Witczak y Kurczewski, 2017).

Según Goel y Sharma (2017) y Bailey, Mishra y Tiarniyu (2018), el cuidado y protección ambiental se ha convertido en una línea de investigación bastante interesante, dada la relevancia que tiene en la calidad de vida de las personas; además, dicho interés inició en la década de 1970 con la conformación de los primeros movimientos proambientalistas (incluyendo a los hippies). Bajo dicho contexto es que surge el marketing ecológico como una manifestación de las organizaciones frente al deterioro del ecosistema; cuya aplicación les ha permitido lograr mejoras sustanciales en la rentabilidad, crecimiento y ahorro de costos (Mishra y Sharma, 2012; Kardos, Gabor y Cristache, 2019). Por su parte, Porter y Van der Linde (1995), refieren que el interés de las organizaciones por la problemática ambiental radica en que la contaminación es sinónimo de ineficiencia, la cual ocasiona costos que no son registrados por la

contabilidad empresarial.

Donikini (2013) considera que la preocupación del público consumidor por el cuidado y protección ambiental ha provocado que las organizaciones deban replantear sus estrategias de negocios, impulsando el desarrollo del marketing ecológico. De acuerdo con los planteamientos de Esteban, Mondéjar y Cordente (2012) y Santesmases (2012), dicha tendencia de marketing adquiere múltiples denominaciones alrededor del mundo; en inglés se le conoce como “green marketing”; mientras que en lengua española, se le conoce también como marketing verde, ecomarketing, marketing medioambiental o marketing sostenible. Goel y Sharma (2017) mencionan que el marketing ecológico nace formalmente en 1975; no obstante, su crecimiento inició en la década de 1980, cuando los académicos se percataron de cambios en los gustos y preferencias de los consumidores, los cuales comenzaron a adquirir bienes que ocasionaban el menor impacto negativo sobre el ambiente (Peattie y Crane, 2005; Chahal, Dangwal y Raina, 2014).

Calomarde (2000) declara que el marketing ecológico es la aplicación de las variables tradicionales del marketing (producto, precio, plaza y promoción) a la cuestión ambiental. Para Kotler y Armstrong (2018), el marketing ecológico se diferencia del marketing tradicional porque el primero fomenta la responsabilidad social y ambiental de las organizaciones, con el propósito de cumplir con las necesidades actuales y potenciales de la sociedad en su conjunto; y para su adecuado funcionamiento, requiere del trabajo coordinado entre el sector público y privado (Dahlstrom, 2011), dado que el marketing ecológico se caracteriza por ser intuitivo, integrador, innovador, atractivo e informativo (Grant, 2009). Con respecto a los productos ecológicos ofertados, existe un gran desconocimiento sobre los distintos tipos que existen, detallándose dicha situación en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Tipos de productos ecológicos

Tipos		Características
1.	Orgánico	Composición mínima: 95% plantas y minerales
2.	Natural	Proviene de la naturaleza, pero ello no garantiza la seguridad ambiental.
3.	Amigable con la naturaleza	Biodegradable y presenta bajos niveles de sustancias tóxicas.
4.	Ecológico propiamente dicho	Productos cuyo envasado y embalado tienen un impacto mínimo en el ambiente.

Nota: Elaborado por Salas (2018b) con base en la información que ofrecen Capatina y Stoenescu (2015).

Con respecto al precio que debe pagarse por la adquisición de productos ecológicos, muchos consumidores lo califican como demasiado elevado, a pesar de ser conscientes de sus múltiples beneficios para la salud; sin embargo, sí existe un nicho de mercado que tiene la capacidad adquisitiva para poder comprar bienes ecoamigables (Alonso, Fernández e Ibáñez, 2014; Kesharao, 2014). En lo concerniente a la plaza ecológica, esta es conocida también como distribución ecológica; a través de ella, se busca que las acciones de todos los agentes que participan en la cadena de suministro generen el menor daño posible sobre el ambiente, considerándose al transporte como una función crítica dentro de dicha cadena (Eneizan, Abd, Zainon y Obaid, 2016; Ozturkoglul, 2016).

Sobre la promoción ecológica, Dahlstrom (2011) argumenta que el etiquetado ecológico o ecoetiquetado favorece la comunicación a los clientes con respecto a las propiedades ecoamigables de los productos. Taufique, Vocino y Polonsky (2017) destacan el rol educativo del ecoetiquetado, dado que permite que las organizaciones instruyan a los clientes sobre los productos ecológicos y mejoren sus actitudes hacia el ambiente. No obstante, las organizaciones deben ser muy cuidadosas al promocionar sus productos ecológicos para evitar caer en prácticas de greenwashing (falso marketing ecológico), las mismas que constituyen una grave amenaza al desarrollo de esta tendencia de marketing y ocasionan que el cliente pierda confianza en dichos productos (Salas, 2018a).

Rivera-Torres y Garcés-Ayerbe (2018) refieren que existen tres componentes que inciden en el comportamiento proambiental de todo individuo: afectivos (emociones que experimentan los

seres humanos respecto al ambiente), cognitivos (propuestas para resolver problemas ambientales) y disposicionales (voluntad para contribuir a la preservación del planeta). Para la presente investigación, el comportamiento proambiental ha sido analizado desde tres perspectivas:

- *Gestión de recursos:* Sarabia-Sánchez y Rodríguez-Sánchez (2013) sostienen que el agua es un recurso que poco a poco se está volviendo escaso en diversas partes del mundo debido a que no es utilizado eficientemente. Además, dichos autores recalcan que otro grave problema es el uso energético; no obstante, los consumidores en los últimos tiempos se han comenzado a inclinar por la adquisición de artefactos para el hogar de tipo ecoeficiente.
- *Gestión de residuos:* Según Porter y Van der Linde (1995) y Boada, Rocchi y Kuhndt (2005), se debe optar por el reciclaje para el adecuado tratamiento de los residuos, los mismos que constituyen un símbolo de ineficiencia organizacional, puesto que se trata de materias primas que no pudieron volverse productos y tuvieron que ser desechados de la línea de producción (originando costos ocultos para las empresas).
- *Consumo ecológico:* Teniendo en cuenta a Weiner (2017) y Dabija, Bejan y Grant (2018), el consumo ecológico está conformado por una serie de prácticas y hábitos, a través de los cuales, el consumidor procura que sus acciones no dañen ni al ecosistema ni a sus semejantes.

El objetivo general de la presente investigación fue determinar la existencia de una relación entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental en los estudiantes de un instituto superior tecnológico privado de Lima Metropolitana (Perú) durante el 2019. Para un mejor análisis, la variable estrategias de marketing ecológico fue desglosada en cuatro indicadores (las variables tradicionales del marketing adaptadas a la problemática ambiental), relacionándose cada una de ellas con la variable comportamiento proambiental.

II. MÉTODO

De acuerdo con los planteamientos de Hernández, Fernández y Baptista (2014), se ha considerado el enfoque, alcance y diseño de la investigación:

- *Enfoque*: cuantitativo, dado que se trabajó con información numérica y se aplicó la estadística descriptiva e inferencial.
- *Alcance*: correlacional, puesto que se procuró determinar la existencia de una relación entre

las variables de la investigación (marketing ecológico y comportamiento proambiental).

- *Diseño*: no experimental transeccional correlacional-causal. No experimental, porque las variables de estudio no sufrieron ninguna manipulación. Transeccional correlacional-causal, debido a que las variables fueron abordadas en un solo intervalo de tiempo.

Para la aplicación del estudio, se trabajó con 192 estudiantes (167 mujeres y 25 varones) de la especialidad de Enfermería Técnica de un instituto superior tecnológico privado de Lima Metropolitana durante el año 2019. Geográficamente, los participantes del estudio se distribuyeron en 18 distritos; de los cuales, el 55.73% vivía en Villa María del Triunfo, Villa El Salvador, Chorrillos, San Bartolo y San Juan de Miraflores. Dicha información se presenta de manera detallada en la siguiente tabla 2:

Tabla 2. Distribución de los participantes por distrito de residencia

Distrito	Frecuencia	Porcentaje
Lima	10	5.21
Barranco	2	1.04
Chorrillos	18	9.38
El Agustino	4	2.08
La Victoria	10	5.21
Lurín	11	5.73
Pachacámac	8	4.17
Pucusana	7	3.65
Punta Hermosa	8	4.17
Punta Negra	2	1.04
San Bartolo	15	7.81
San Juan de Lurigancho	1	0.52
San Juan de Miraflores	15	7.81
San Luis	4	2.08
Santa María del Mar	8	4.17
Santiago de Surco	10	5.21
Villa El Salvador	17	8.85
Villa María del Triunfo	42	21.88
Total	192	100.00

Nota: Elaboración propia.

La recolección de datos se realizó a través de dos escalas (una para cada variable de la investigación):

- *Estrategias de marketing ecológico*

(variable a): Se utilizó nueve de los 41 ítems de la escala propuesta por Izagirre-Olaizola, Fernández-Sainz y Vicente-Molina

(2013), los mismos que buscan medir las actitudes que tienen los consumidores hacia las estrategias de marketing ecológico implementadas por las organizaciones.

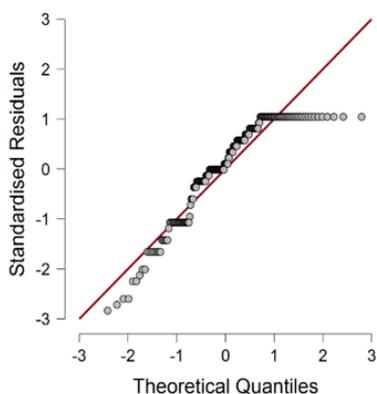
- *Comportamiento proambiental (variable b)*: Se han tomado nueve de los 29 ítems de la escala original desarrollada por Amérigo, García y Côrtes (2017), los mismos que abordan ciertas actitudes de comportamiento proambiental en los individuos.

Los ítems de dichas escalas utilizadas tuvieron las siguientes opciones de respuesta con su respectiva valoración (tipo Likert):

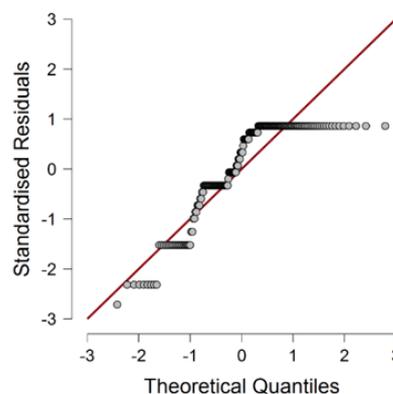
- (5) Totalmente de acuerdo
- (4) De acuerdo
- (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo

- (2) En desacuerdo
- (1) Totalmente en desacuerdo

Con respecto al contraste de las hipótesis y considerando el planteamiento de Hernández et al. (2014), la escala de Likert es una medición ordinal y por dicho motivo debe utilizarse una prueba estadística no paramétrica (ya que se afirma que los datos no siguen una distribución normal). Sin embargo, para el sustento estadístico, se ha realizado el análisis por medio de los gráficos de probabilidad normal (también conocidos como Q-Q plots); en la siguiente figura 1 se puede apreciar que los datos de la variable estrategias de marketing ecológico y comportamiento proambiental no son rectilíneos (la distribución leptocúrtica que se puede visualizar permite afirmar que los datos no son normales):



Estrategias de marketing ecológico



Comportamiento proambiental

Figura 1. Distribución no normal de las variables del estudio
Nota. Elaboración propia.

Dado que se pretendía corroborar la asociación entre dos variables, la prueba elegida fue el coeficiente de correlación (Rho) de Spearman. Para la interpretación de los coeficientes obtenidos, se empleó la escala de interpretación de correlaciones planteada por Schober, Boer y Schwarte (2018), quienes consideraron cinco niveles, los cuales van desde las correlaciones insignificantes hasta las muy fuertes.

III. RESULTADOS

Los datos recolectados, en esta investigación, fueron cargados al programa de código abierto JASP versión 0.11.1 (JASP Team, 2019) y sometidos a los respectivos análisis psicométricos de validez y confiabilidad. Para la validez, se optó por la validez de constructo por medio del análisis factorial exploratorio y se utilizó el programa FACTOR versión 10.9.02 (Lorenzo-Seva y Ferrando, 2006). En la siguiente tabla 3, se presenta la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Bartlett por cada una de las escalas utilizadas, previa al análisis factorial:

Tabla 3. Prueba de KMO y Bartlett para las escalas utilizadas

Pruebas	Escala	
	Estrategias de marketing ecológico	Comportamiento proambiental
Determinante de la matriz	0.000004481199922	-0.000001028413984
Esfericidad de Bartlett	2305.1 (df = 36; p = 0.000010)	2580.6 (df = 36; p = 0.250000)
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0.88666 (bueno)	0.90350 (muy bueno)

Nota: Elaboración propia.

Además, en la siguiente tabla 4 se presenta el análisis factorial exploratorio por medio de la varianza explicada basada en autovalores para la variable estrategias de marketing ecológico, en dicha tabla se visualiza que un solo factor extraído permite explicar el 75.20% de la varianza de las puntuaciones para la escala empleada. En síntesis, se sostiene que el constructo puede ser explicado con un único factor.

Tabla 4. Análisis factorial para la variable estrategias de marketing ecológico

Variables	Autovalores	Proporción de varianza	Proporción acumulada de varianza
1	6.76761	0.75196	0.75196
2	0.99543	0.11060	
3	0.44915	0.04991	
4	0.29990	0.03332	
5	0.15967	0.01774	
6	0.12757	0.01417	
7	0.09545	0.01061	
8	0.06771	0.00752	
9	0.03751	0.00417	

Nota: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la siguiente tabla 5 se expone el análisis factorial exploratorio por medio de la varianza explicada basada en autovalores para la variable comportamiento proambiental, en dicha tabla se aprecia que un solo factor extraído permite explicar el 81.28% de la varianza de las puntuaciones para la escala utilizada. Por consiguiente, se manifiesta que el constructo se puede sustentar en un solo factor.

Tabla 5. Análisis factorial para la variable comportamiento proambiental

Variables	Autovalores	Proporción de varianza	Proporción acumulada de varianza
1	7.31527	0.81281	0.81281
2	0.66324	0.07369	
3	0.37878	0.04209	
4	0.22364	0.02485	
5	0.13661	0.01518	
6	0.10931	0.01215	
7	0.07730	0.00859	
8	0.05929	0.00659	
9	0.03656	0.00406	

Nota: Elaboración propia.

En el caso de la confiabilidad, esta se calculó con el coeficiente omega (también conocido como omega de McDonald), puesto que citando a Ventura-León y Caycho-Rodríguez (2017), dicho coeficiente es mucho

más estable y preciso porque trabaja con las cargas factoriales y no depende de la cantidad de ítems de los instrumentos empleados. Para ambas escalas (y

subescalas) utilizadas, los coeficientes obtenidos han sido elevados, garantizando la precisión de los resultados obtenidos (véase tabla 6).

Tabla 6. Análisis de confiabilidad para las escalas utilizadas

Escalas	Subescalas	Ítems	Omega de McDonald (ω)
Estrategias de marketing ecológico	Producto ecológico	2	0.961
	Precio ecológico	2	0.959
	Plaza ecológica	2	0.910
	Promoción ecológica	3	0.860
	<i>Escala general</i>	9	0.959
Comportamiento proambiental	Gestión de recursos	3	0.933
	Gestión de residuos	3	0.895
	Consumo ecológico	3	0.955
	<i>Escala general</i>	9	0.965

Nota: Elaboración propia.

Tal como se mencionó con anterioridad, el contraste de las hipótesis de la investigación se

realizó mediante el coeficiente de correlación de Spearman, obteniéndose relaciones significativas (véase tabla 7).

Tabla 7. Contraste de hipótesis general y específicas

Tipo de hipótesis	Variable a	Variable b	Rho de Spearman	Interpretación
Hipótesis general	Estrategias de marketing ecológico	Comportamiento proambiental	0.815	Correlación fuerte
Hipótesis específicas	Indicadores	Variable b	Rho de Spearman	Interpretación
	Producto ecológico	Comportamiento proambiental	0.531	Correlación moderada
	Precio ecológico		0.802	Correlación fuerte
	Plaza ecológica		0.816	Correlación fuerte
Promoción ecológica	0.870		Correlación fuerte	

Nota: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental en los estudiantes de un instituto superior tecnológico privado de Lima (Perú) durante el período de tiempo comprendido entre el 01 de agosto hasta el 01 de setiembre del 2019 (hipótesis general) y de las cuatro hipótesis específicas planteadas. Por tal motivo, para la recolección de datos se trabajó con las escalas desarrolladas por Izagirre-Olaizola et al. (2013) y Américo et al. (2017). Posteriormente, el análisis de datos permitió establecer el nivel de asociación entre las variables de estudio. Para la investigación, se tomó en cuenta a

las 4P's (producto, precio, plaza y promoción) como una manera de estudiar las estrategias de marketing ecológico; dicho planteamiento fue avalado por los trabajos realizados previamente por Calomarde (2000), Castro (2016) y Berrios, Iturrizaga y Pardavé (2017).

En los resultados que se obtuvieron, se logró determinar la existencia de una fuerte correlación entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental. Es decir, la manera cómo los estudiantes del instituto privado perciben las estrategias de marketing ecológico emprendidas por las organizaciones se relaciona directa y significativamente con el comportamiento proambiental de dichos participantes. Dicho hallazgo

es respaldado por un estudio similar realizado por Berrios et al. (2017), quienes también obtuvieron una correlación positiva entre el marketing ecológico y comportamiento del consumidor.

Se obtuvo una correlación moderada entre el producto ecológico y comportamiento proambiental. De todos los coeficientes obtenidos fue el más bajo, probablemente debido a que las personas muchas veces ignoran cómo debe ser verdaderamente un producto ecológico y la decepción que pudieran haber experimentado al verse engañados por algunas empresas que ofertan supuestos productos ecoamigables (Capatina y Stoenescu, 2015; Ojiaku, Achi y Aghara, 2018). Por otra parte, la fuerte correlación entre el precio ecológico y comportamiento proambiental es respaldada por los trabajos de Keshaoarao (2014) y Berrios et al. (2017), quienes concluyeron que existen clientes satisfechos que sí están dispuestos a pagar precios elevados por productos ecoamigables; a diferencia de Apaza (2014), de cuya investigación se desprende que la aceptación de un precio ecológico alto dependerá de otros factores adicionales, tales como el nivel cultural, educación y conciencia ambiental.

La fuerte correlación obtenida entre la plaza ecológica y comportamiento proambiental sirve para complementar la investigación de Ozturkoglu (2016), quien sostiene que las organizaciones deben realizar una buena selección de participantes dentro de su cadena de distribución, que generen el menor daño posible al ecosistema. Por último, el elevado grado de correlación entre la promoción ecológica y comportamiento proambiental refuerza las investigaciones de Eneizan et al. (2016) y Kim (2018), dado que las organizaciones deben emplear todos los tipos de comunicación posibles para fomentar el consumo ecológico en sus clientes y hacerles conocer sobre las medidas ambientales que se puedan estar implementando para contribuir al cuidado y protección ambiental.

Los resultados obtenidos en la investigación, serán de utilidad para los siguientes agentes:

- *Autoridades educativas:* Deben comprender que en el actual siglo XXI, es muy importante que los estudiantes y demás miembros que pertenecen a las instituciones educativas, se interesen por el cuidado y protección ambiental.

- *Sector empresarial:* Los hallazgos de la investigación permitirán que las organizaciones puedan diseñar e implementar estrategias de fabricación y mercadeo sostenibles, dado que conocerán la importancia que le brindan los consumidores a la preservación ambiental.
- *Docentes:* La investigación permitirá que ellos puedan formular estrategias que impulsen conductas proambientales en sus estudiantes; asimismo, les ayudará a mejorar sus niveles de concientización con respecto al ambiente.
- *Estudiantes de nivel superior:* El presente artículo busca convertirse en un marco de referencia para que los estudiantes, de universidades o institutos, puedan emprender sus futuros proyectos de investigación.

V. CONCLUSIONES

1. Se pudo determinar la existencia de una correlación fuerte y significativa entre las estrategias de marketing ecológico y el comportamiento proambiental en los estudiantes de un instituto superior tecnológico privado de Lima Metropolitana durante el período de tiempo comprendido entre el 01 de agosto hasta el 01 de setiembre del 2019. Ello se sustenta en el coeficiente de correlación de Spearman obtenido de 0.815 (correlación fuerte).
2. Se ha evaluado la relación existente entre el producto ecológico y el comportamiento proambiental en los participantes del estudio. Dicha relación fue calificada como moderada, dado que se obtuvo un coeficiente de correlación de Spearman de 0.531. De todos los coeficientes obtenidos fue el más bajo, debido a que muchas veces las personas desconocen cómo debe ser un producto ecológico propiamente dicho.
3. Se analizó la existencia de una relación entre el precio ecológico y el comportamiento proambiental; al haberse obtenido un coeficiente de correlación de Spearman de 0.802, es calificado como una correlación fuerte. A pesar de que un producto ecológico

tiene un precio más elevado, existe gente dispuesta a pagarlo; sin embargo, esto dependerá del nivel cultural, educación y conciencia ambiental de la población.

4. Existe una relación entre la plaza ecológica y el comportamiento proambiental, debido a la obtención de un coeficiente de correlación de Spearman de 0.816 (correlación fuerte). Resulta fundamental que las organizaciones evalúen minuciosamente a cada uno de los participantes dentro de la cadena de distribución, con la finalidad de que los productos ecológicos puedan llegar a la mayor cantidad de puntos de venta disponibles, ocasionando un mínimo impacto ambiental.
5. Se determinó la existencia de una relación entre la promoción ecológica y el comportamiento proambiental, debido a que el coeficiente de correlación de Spearman obtenido fue de 0.870 (correlación fuerte). Por dicha razón, las organizaciones deben emplear todos los canales de comunicación a su disposición, con el propósito de incentivar el consumo ecológico en sus clientes y despertar en ellos el sentido de cuidado y protección ambiental.
6. Dentro de las Ciencias Empresariales, las investigaciones en temas de sostenibilidad ambiental están incrementándose poco a poco. Se sugiere, por ejemplo, que en el futuro se desarrollen investigaciones que aborden detalladamente cada una de las variables del marketing ecológico (deben ir más allá de las tradicionales 4P's), el greenwashing (la información en español es muy escasa) y las tecnologías limpias. Se mencionan dichos temas, debido a la relevancia que tienen para ayudar a concientizar a los consumidores sobre el cuidado y protección ambiental.

VI. REFERENCIAS

Alonso, L. E., Fernández, C. J. e Ibáñez, R. (2014). Crisis y nuevos patrones de consumo: discursos sociales acerca del consumo ecológico en el ámbito de las grandes ciudades españolas. *Empiria*(29), 13-38. doi: 10.5944/empiria.29.2014.12939

Amérigo, M., García, J. y Côrtes, P. (2017). Análisis de actitudes y conductas pro-ambientales: un estudio exploratorio con una muestra de estudiantes universitarios brasileños. *Ambiente & Sociedade*, 20(3), 1-20. doi: 10.1590/1809-4422asoc300r1v2032017

Apaza, J. A. (2014). La conciencia ecológica en el consumo de productos en la ciudad de Puno - Perú. *Comuni@cción*, 5(2), 5-12. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/comunica/v5n2/a01v5n2.pdf>.

Bailey, A. A., Mishra, A. S. y Tiarniyu, M. F. (2018). Application of GREEN scale to understanding US consumer response to green marketing communications. *Psychology & Marketing*, 35(11), 863-875. doi: 10.1002/mar.21140

Berrios, J., Iturrizaga, N. y Pardavé, M. E. (2017). *El marketing ecológico y su relación con el comportamiento de los consumidores de la empresa KFC (Kentucky Fried Chicken) de la ciudad de Huánuco 2015-2016* (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://repositorio.unheval.edu.pe/>.

Boada, A., Rocchi, S. y Kuhndt, M. (2005). *Negocios y sostenibilidad más allá de la gestión ambiental*. Bogotá: Politécnico Granacolombiano.

Calomarde, J. V. (2000). *Marketing Ecológico*. Madrid: Pirámide.

Capatina, G. y Stoenescu, R. (2015). Marketing programs for green products in achieving ecological sustainability. *Practical Application of Science*, 3(1), 129-134. Recuperado de la base de datos Academic Search Ultimate de EBSCOhost.

Castro, L. C. (2016). *Marketing ecológico como estrategia para la comercialización de productos de cuidado personal en mujeres entre 20 a 30 años de los distritos de Trujillo y Victor Larco Herrera en el año 2016* (Tesis de licenciatura). Recuperada de <http://repositorio.upn.edu.pe/>.

Chahal, H., Dangwal, R. y Raina, S. (2014). Antecedents and consequences of strategic green marketing orientation. *Journal of Global Responsibility*, 5(2), 338-362. doi: 10.1108/JGR-09-2013-0012

- Dabija, D.-C., Bejan, B. M. y Grant, D. B. (2018). The impact of consumer green behaviour on green loyalty among retail formats: A Romanian case study. *Moravian Geographical Reports*, 26(3), 173-185. doi: 10.2478/mgr-2018-0014
- Dahlstrom, R. (2011). *Green Marketing Management*. Mason: South-Western Cengage Learning.
- Donikini, R. (2013). *Green products and green marketing: Factors affecting consumers' purchases of green products* (Tesis de maestría). De la base de datos de ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 1541409).
- Eneizan, B., Abd, K., Zainon, M. S. y Obaid, T. (2016). Effects of green marketing strategy on the financial and non-financial performance of firms: a conceptual paper. *Arabian Journal of Business and Management Review (Oman Chapter)*, 5(12), 14-27. Recuperado de la base de datos ProQuest Central.
- Esteban, Á., Mondéjar, J. y Cordente, M. (2012). Marketing y medio ambiente: Una revisión de la literatura. En G. Ferrari, J. Montero, J. Mondéjar y M. Vargas (Eds.), *Impacto ambiental de las actividades económicas*, 49-71. Oviedo: Septem Ediciones.
- Goel, P. y Sharma, S. (2017). Impact of green marketing on consumer's perception and preferences. *Splint International Journal of Professionals*, 4(4), 39-43. Recuperado de la base de datos ProQuest Central.
- Grant, J. (2009). *Green Marketing. Il Manifesto*. (M. Peroggi y A. De Marinis, Trads.) Milano: Brioschi.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Izagirre-Olaizola, J., Fernández-Sainz, A. y Vicente-Molina, M. A. (2013). Antecedentes y barreras a la compra de productos ecológicos. *Universia Business Review*(38), 108-127. Recuperado de <https://ubr.universia.net/article/view/883/antecedentes-barreras-la-compra-productos-ecologicos>.
- JASP Team. (2019). JASP (Versión 0.11.1) [software de computación]. Recuperado de <https://jasp-stats.org/>.
- Kardos, M., Gabor, M. R. y Cristache, N. (2019). Green marketing's roles in sustainability and ecopreneurship. Case study: Green packaging's impact on Romanian young consumers' environmental responsibility. *Sustainability*, 11(3), 873-884. doi: 10.3390/su11030873
- Keshaorao, S. (2014). Green marketing in India and its impact on consumer behaviour. *International Journal of Research in Commerce & Management*, 5(12), 71-74. Recuperado de la base de datos Business Source Ultimate de EBSCOhost.
- Kim, W.-H. (2018). *Exploring the effectiveness of green marketing strategies in hospitality* (Tesis doctoral). De la base de datos de ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 10793816).
- Kotler, P. y Armstrong, G. (2018). *Principles of Marketing (Global Edition)* (Decimoséptima ed.). Londres: Pearson Education Limited.
- Kotler, P. y Levy, S. (1969). Broadening the concept of marketing. *Journal of Marketing*, 33(1), 10-15. doi: 10.2307/1248740
- Lewandowska, A., Witczak, J. y Kurczewski, P. (2017). Green marketing today - a mix of trust, consumer participation and life cycle thinking. *Management*, 21(2), 28-48. doi: 10.1515/manment-2017-0003
- Lorenzo-Seva, U. y Ferrando, P. J. (2006). FACTOR (Versión 10.9.02) [software de computación]. Recuperado de <http://psico.fcep.urv.es/utilitats/factor/>.
- Mishra, P. y Sharma, P. (2012). Green marketing: challenges and opportunities for business. *Journal Of Marketing & Communication*, 8(1), 35-41. Recuperado de la base de datos Business Source Elite de EBSCOhost.
- Ojiaku, O. C., Achi, B. E. y Aghara, V. O. (2018). Cognitive-affective predictors of green purchase intentions among health workers in Nigeria. *Management Science Letters*, 8, 1027-1038. doi: 10.5267/j.msl.2018.8.001

- Ozturkoglu, Y. (2016). On the 4Ps & 4Cs of green logistics marketing mix. *Logistics & Transport*, 29(1), 5-17. Recuperado de la base de datos Business Source Ultimate de EBSCOhost.
- Peattie, K. y Crane, A. (2005). Green marketing: legend, myth, farce or prophesy? *Qualitative Market Research*, 8(4), 357-370. doi: 10.1108/13522750510619733
- Pérez, L. (2004). *Marketing social: Teoría y práctica*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación de México.
- Porter, M. y Van der Linde, C. (1995). Green and competitive: ending the stalemate. *Harvard Business Review*, 73(5), 120-134.
- Rivera-Torres, P. y Garcés-Ayerbe, C. (2018). Desarrollo del comportamiento proambiental en los individuos y sus determinantes. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*(163), 59-78. doi: 10.5477/cis/reis.163.59
- Salas, H. J. (2018a). El greenwashing y su repercusión en la ética empresarial. *Neumann Business Review*, 4(1), 28-43. doi: 10.22451/3002.nbr2018.vol4.1.10018
- Salas, H. J. (2018b). Marketing ecológico: La creciente preocupación empresarial por la protección del medio ambiente. *Fides et Ratio*, 15(15), 151-169. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2018000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Santesmases, M. (2012). *Marketing: Conceptos y estrategias* (Sexta ed.). Madrid: Pirámide.
- Sarabia-Sánchez, F.-J. y Rodríguez-Sánchez, C. (2013). Attitudes towards saving water, household structural characteristics and water consumption. *Psycology*, 4(2), 115-137. doi: 10.1080/21711976.2013.10773869
- Schober, P., Boer, C. y Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. doi: 10.1213/ANE.0000000000002864
- Taufique, K. M., Vocino, A. y Polonsky, M. J. (2017). The influence of eco-label knowledge and trust on pro-environmental consumer behaviour in an emerging market. *Journal of Strategic Marketing*, 25(7), 511-529. doi: 10.1080/0965254X.2016.1240219
- Ventura-León, J. y Caycho-Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 625-627. Recuperado de la base de datos Redalyc.
- Weiner, H. (2017). *Wearing your ethics: investigating consumer purchase intention of ethically produced fashion products* (Tesis de maestría). De la base de datos de ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 10266587).

Coryphaena hippurus un enfoque histórico-bibliográfico multidisciplinar de las investigaciones científicas del pez Dorado en el Ecuador

Daniel, Toala-Franco^{1*}; Laleshka, Moreira-Sornoza²;
Jesús, Briones-Mendoza³

Resumen

El pez Dorado *Coryphaena hippurus* es una especie con enorme repercusión biológica y financiera en el ámbito pesquero ecuatoriano. Se tiene registros de investigaciones desde 1980, realizadas por investigadores nacionales y extranjeros. El objetivo de este estudio fue reunir todos los trabajos escritos con rigor científico sobre *C. hippurus* en el Ecuador, con la finalidad de elaborar un registro histórico con información trascendente acerca del recurso. Se aplicó un tipo de metodología basada en la revisión bibliográfica exhaustiva de las investigaciones a nivel nacional, cuyos resultados evidenciaron datos relevantes para la dimensión biológica, ecológica y pesquera del Dorado. Un alto porcentaje de la literatura analizada proviene del esfuerzo documentado en tesis de pregrado impulsadas por diversas instituciones universitarias públicas y privadas, hecho que refleja cierta tendencia a que dicho conocimiento no pueda estar mayoritariamente disponible para el discernimiento de la comunidad científica en general, lo que suscita que la discusión sobre los aspectos estudiados de la especie en el territorio, no lleguen a conocerse más allá de las fronteras del mismo.

Palabras clave: histórico-bibliográfico, biología, pesquería, toxicología, Dorado, edad, crecimiento

Coryphaena hippurus a multidisciplinary historical-bibliographic approach to the scientific research of dolphinfish in Ecuador

Abstract

The Dorado *Coryphaena hippurus* is a species with enormous biological and financial impact in the Ecuadorian fishing industry. There are records of researches since 1980, carried out by national and foreign researchers. The objective of this study was to gather all the works written with scientific rigor on *C. hippurus* in Ecuador, with the purpose of elaborating a historical record with transcendent information about the resource. A type of methodology was applied based on an exhaustive bibliographic review of investigations at the national level, whose results showed relevant data for the biological, ecological and fishing dimension of Dorado. A high percentage of the literature analysed comes from the effort documented in undergraduate theses promoted by various public and private university institutions, a fact that reflects a certain tendency that such knowledge not be widely available for the discernment of the scientific community in general, which means that the discussion on the studied aspects of the species in the territory, do not get to know each other beyond its borders.

Keywords: historical-bibliographical, biology, fishery, toxicology, mahi-mahi, age, growth

Recibido: 11 de febrero de 2020

Aceptado: 04 de junio de 2020

¹ Estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; danti82.dtf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7797-1169>

² Estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; lalymosor@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1159-4778>

³ Biólogo Pesquero; Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ciudadela Universitaria vía San Mateo, Manta, Manabí-Ecuador; jesus.briones@uleam.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-6805-7706>

*Autor para correspondencia: danti82.dtf@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los peces de la familia *Coryphaenidae*, denominados dorados, constituyen un solo género, *Coryphaena*, que comprende las especies *C. hippurus* y *C. equiselis* (Linnaeus, 1758) (Aguilar-Palomino *et al.*, 1998; Araújo y Cedeño, 2016). *Coryphaena hippurus*, es un pez pelágico grande, altamente migratorio, que se puede encontrar prácticamente en todos los mares tropicales y subtropicales del mundo (Palko *et al.*, 1982; Patterson y Martínez, 1991; Zúñiga, 2009). Es una especie cosmopolita; con distribución limitada por la isoterma de los 20°C tanto en el hemisferio norte como en el sur. Es representante de una de las principales pesquerías deportivas y comerciales a nivel mundial (Alejo, 2012). Dentro del Ecuador, es una de las capturas fundamentales de la pesquería artesanal, siendo su recurso más importante por los volúmenes que se capturan y porque su pesca es ampliamente conocida (Bravo y Balarezo, 2012; Contreras y Revelo, 1991; Elías *et al.*, 2010).

Se trata de un recurso muy significativo para el sustento económico pesquero ecuatoriano, pues la mayor parte se destina a la exportación, retribuyendo con un importante flujo de capital a la marca del país (Herrera *et al.*, 2008; Elías, 2011; Villón *et al.*, 1992). La pesquería artesanal e industrial del Dorado se lleva a cabo en varios puertos relevantes de la geografía del Ecuador, ubicados sobre todo en tres localidades costeras: Esmeraldas -Esmeraldas, Tongüiche-, Manabí -Manta, San Mateo- y Santa Elena -Santa Rosa, Anconito- (Martínez y Guerrero, 2013; Martínez *et al.*, 2015). El aprovechamiento estructural del pez se realiza en su totalidad, su carne blanca es de consumo humano, la piel se utiliza en la confección de artesanías de curtiembre en general y el restante se distribuye a las plantas procesadoras de harina de pescado. En lo que se refiere a su ecología, se conoce que desova en altamar, prefiere las aguas cálidas (20°C a 28°C) y los fenómenos del Niño o la Niña influyen en la abundancia o escasez del recurso respectivamente (Ortega y Zúñiga, 2004; Sánchez, 2008).

En el Ecuador, la pesca del Dorado se rige bajo normas reglamentarias, respetando las vedas, que permiten la conservación de la especie. La temporada de pesca se realiza en estación lluviosa que, por lo general, es desde el mes de diciembre hasta marzo; el

desembarque en los puertos antes mencionados es de un promedio de 14000 toneladas aproximadamente (Mero, 2010; Nader, 2014). Desde el punto de vista alimentario, el Dorado se comporta como un predador especialista, siendo el pez volador la presa más frecuente en su dieta, comportamiento que se mantiene para ambos sexos (Herrera *et al.*, 2010; Brewton *et al.*, 2016). La realización de estudios científicos sobre especies clave para los ecosistemas, facilita la comprensión de las características biológicas preeminentes en los individuos y sus poblaciones. Procesos como la nutrición, edad y crecimiento, o reproducción, proveen información indispensable para el aprovechamiento apropiado del recurso (Retamales *et al.*, 2009; Valero *et al.*, 2019). También es necesario analizar sus relaciones ecológicas y etológicas, para desentrañar por ejemplo el tráfico migratorio en el comportamiento del animal y administrar eficazmente su captura, desde una óptica ética y sostenible ecológicamente.

El examen de los valores sobre contaminación toxicológica, es decisivo en el ámbito de la salud de la especie y sus consumidores (Mendoza-Véliz, 2015). El organismo de estos peces puede bioacumular agentes químicos tóxicos en ciertas concentraciones, que deben monitorearse continuamente a fin de preservar la calidad sanitaria del producto (Villarreal *et al.*, 2016; Wood *et al.*, 1988). El propósito de esta labor investigativa, fue recopilar toda la información científica desarrollada en el Ecuador sobre *C. hippurus* desde un enfoque histórico, abarcando todas las posibles facetas sobre su biología; con el objetivo de compilar trabajos de relevancia íntegra para la especie, que contribuyan a orientar futuros estudios sobre la base de un compendio de resultados previos con rigurosidad comprobada.

II. DESARROLLO

1. Metodología

Se realizó una investigación bibliográfica exhaustiva sobre estudios acerca de la biología (hábitos alimenticios, edad, crecimiento y pesquerías) y toxicología (niveles de concentración de metales pesados) del *C. hippurus*, publicadas en bases de datos digitales de información científica y especializada. Se revisaron varias investigaciones, todas ellas llevadas a cabo en el litoral ecuatoriano, donde destacan una tesis de grado en Biología Pesquera y un trabajo de

consultoría encargado por la entidad gubernamental (Subsecretaría de Recursos Pesqueros) pertinente en asuntos pesqueros a un equipo profesional sobre la ejecución de estudios complementarios para la ecocertificación del recurso Dorado.

Asimismo, se llevó a cabo la revisión minuciosa de las contribuciones científicas publicadas para la especie en diversas partes del mundo, para comparar su relación con el ámbito ecuatoriano, basadas en metodologías rigurosas cuyos resultados fueron consultados a través de los distintos canales de comunicación científica. Tanto a los trabajos escogidos para esta recopilación, como para aquellos que complementan la labor investigativa en general, se les procuró varios criterios de importancia tales como: localización geográfica del estudio, año de publicación, objetivos, métodos de desarrollo investigativo y resultados con datos novedosos para la biología de la especie.

2. Resultados

En alusión a los aspectos biológicos pesqueros, Retamales *et al.*, (2008) informan que un total de 25405 especímenes de Dorado fueron colectados en los puertos de Esmeraldas, Manta y Santa Rosa-Anconcito en la costa ecuatoriana. En ese orden de localizaciones se estableció que la tasa de crecimiento K fue de 0,770 / 1,010 y 0,670 respectivamente y la longitud asintótica (L_{∞}) de 199,5 cm en los tres casos de acuerdo a los parámetros de crecimiento de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938). El índice de crecimiento (ϕ') se determinó en 4,426 para la primera y tercera zonas y 4,604 para la segunda, utilizando la ecuación de Pauly y Munro (1984). El promedio mensual del factor de condición (K) de Fulton (Fulton, 1902, 1904) para los peces fluctuó entre 0,607 y 0,287 en un lapso de 3 meses para Esmeraldas; entre 0,531 y 0,380 en un período de 5 meses para Manta; y entre 0,435 y 0,543 en un intervalo de 9 meses para Santa Rosa-Anconcito. La tasa instantánea de mortalidad por pesca fue estimada en $F=2,58$; $F=3,96$ y $F=2,06$; y una tasa de explotación de $E=0,76$ / $E=0,80$ / $E=0,74$ respectivamente, calculados en el transcurso de un año. Los valores de los índices gonadosomáticos mensuales para hembras fluctuaron entre 8,7 y 2,8 en un lapso de 10 meses en la zona 1; entre 1,2 y 5,25 en un intervalo de 6 meses para la zona 2; y entre

1,09 y 6,10 en el mismo intervalo de tiempo para la zona 3. La longitud de primera madurez para datos provenientes de todas las zonas se estimó en 58,29 cm de longitud total (58,15 y 58,45 $_{(IC_{95\%})}$), medidos en el transcurso de 6 meses. La proporción de sexos mostró predominancia de hembras en todas las zonas estudiadas, en los meses de noviembre-diciembre del 2008 y desde febrero a julio del 2009 ($p < 0,05$, χ^2), para Esmeraldas; de octubre del 2008 a septiembre del 2009 para Manta; y de diciembre del 2008 y de enero-abril del 2009 para Santa Rosa-Anconcito.

Igualmente, Retamales *et al.*, (2008) manifiestan en su estudio que la fecundidad modal de la especie se evaluó en 146 hembras, calculando la distribución de frecuencia (%) del diámetro de $n=62.978$ ovocitos con ovarios hidratados y fue estimada en $Fm=233.361 \pm 20.806$ (2ES) ovocitos. La fecundidad calculada para la longitud total promedio estimada de la población (105 cm) durante el periodo de desove, fue de 248.835 ovocitos. En los datos de captura por unidad de esfuerzo, declaran que para Esmeraldas se revisaron un total de 5876 certificados de control y monitoreo -período septiembre 2007 hasta febrero 2010-, de los cuales para el análisis de la pesquería con palangre de superficie en operaciones con botes o barcos nodrizas se analizaron 132 viajes de pesca estandarizados y en la categoría peces pelágicos grandes, el Dorado representó el 78,11% con una CPUE (captura por unidad de esfuerzo) nominal de 1,72 especímenes por cada 100 anzuelos; mientras que para el análisis de la pesquería con palangre de superficie en operaciones con fibras independientes se analizaron 4413 viajes y el Dorado significó el 76,17% con una CPUE nominal de 1,97 especímenes por cada 100 anzuelos (la cantidad de anzuelos será la misma en todos los casos). En el caso de Manta se revisaron un total de 7709 certificados, de los cuales para el análisis de la pesquería con botes o barcos nodrizas se analizaron 1090 viajes y el Dorado supuso el 99,05% con una CPUE nominal de 9,19. En la zona de Santa Rosa se revisaron un total de 25225 certificados de los cuales para el análisis de la pesquería en operaciones con fibras independientes se analizaron 2310 viajes y el Dorado protagonizó el 85,05% con una CPUE nominal de 5,51. En Anconcito, se revisaron un total de 1962 certificados de los cuales para el análisis de la pesquería en operaciones con botes o barcos nodrizas se analizaron 511 viajes y el Dorado destacó el 98,16%

con una CPUE nominal de 6,30.

Herrera *et al.*, (2008), declaran que colectaron un total de 123 especímenes de Dorado (*Coryphaena hippurus*), con un peso total de 2035 lb, de los cuales 81 fueron hembras y 42 machos, siendo la proporción sexual de M:H=1:1.9; y que el mayor número de individuos se registró a 120 millas frente a Esmeraldas y en el Golfo de Guayaquil. En cuanto a los valores de longitud total (LT), las hembras registraron tallas de 59 a 142 cm y los machos de 51 a 170 cm. Acerca de los hábitos alimenticios, expresan que en las tres zonas recorridas (Norte: entre Esmeraldas y Cabo Pasado, Centro: desde Cabo Pasado hasta la Puntilla Santa Elena, y Sur: que incluye el Golfo de Guayaquil) de un total de 123 estómagos, lograron identificar 19 especies presa como componente alimentario, siendo los peces voladores (*Exocoetidae*), los de mayor representatividad. Estudiaron también el grado de repleción gástrica de los organismos y encontraron que las hembras presentaban la mayor cantidad de estómagos en grado dos o semilleno (48,9 %), y los machos estómagos semivacíos (62,5 %). A modo general, la preferencia alimentaria del Dorado radica en peces (*Exocoetus sp.*), cefalópodos, (*Dosidiscus gigas*), y argonautas (*Nautilus macromphalus*). El análisis del contenido estomacal por sexos, evidenció poca diferencia en la alimentación entre machos y hembras; pero, además, fueron encontrados otros restos como la presencia de ramas y tallos en la zona norte, o fundas plásticas, pedazos de tarrinas y cucharas plásticas, en las zonas central y sur estudiadas.

Por otra parte, Herrera *et al.*, (2010), notifican que capturaron un total de 103 especímenes de Dorado con un peso total de 2017 lb, de los cuales 41 fueron machos y 62 hembras y en la proporción sexual evidenciaron dominancia de las hembras sobre los machos en la mayoría de los lances. Estimaron la relación peso-longitud para ambos sexos, observando un crecimiento alométrico de la especie. En cuanto a la madurez sexual de las hembras, encontraron los estadios III en el 54,8% de los casos y IV en el 45,2%; mientras que, en el caso de los machos, el 73,3 % se encontró en estadio III. En las gónadas de las hembras con estadio IV, se registró un promedio de ovocitos de aproximadamente 1'576.961 unidades. En el análisis de contenido estomacal hallaron que los individuos con estómagos vacíos fueron los más

frecuentes, condición mantenida para ambos sexos. Determinaron el consumo de un total de ocho ítems-presa, en su mayoría peces y cefalópodos. El pez volador (*Exocoetus spp.*), fue la presa más frecuente, seguida de calamares y caballitos de mar; la mayoría en estado de poca digestión (55.0 %) al momento del análisis. Examinaron también las especies de endoparásitos presentes en el Dorado, describiendo la ocurrencia de cuatro especies: *Dinurus sp.*, *Tentaaculaeria sp.*, *Nybelinia sp.* y *Anisakis sp.*; localizados principalmente en las branquias y musculatura del animal, con mayor frecuencia en hembras que en machos.

Martínez-Ortiz *et al.*, (2015), en su estudio llevado a cabo en cinco de los principales puertos del litoral ecuatoriano (Santa Rosa de Salinas, Puerto Daniel López, San Pablo de Manta, Esmeraldas y Anconcito) de un total estimado de 134.471 toneladas (15,5 millones de peces) de especies pelágicas grandes supervisado por el programa SMC (Sistema de Monitoreo y Control) durante un período de 5 años (2008-2012) y con base en el desembarque de la flota nodriza local; reportan una representación del 40,1% de CPUE en peso y un 64,7% de CPUE en número del Dorado en relación con los demás condriictios y peces óseos capturados. Respecto a la proporción de desembarque por tipo de arte de pesca referido al palangre dirigido a Dorado (LL-DOL/*Longline Dolphinfish*), para Santa Rosa de Salinas notifican un 68,7%, mientras que para San Pablo de Manta ese valor aumenta hasta llegar al 92,1%; en cambio, para Esmeraldas este porcentaje disminuye hasta alcanzar sólo el 38% de la captura sobre el total de especies.

Bravo-Vázquez y Balarezo-Cedeño (2012) analizaron los datos de edad y crecimiento del Dorado desembarcado en el puerto de Manta en los meses de enero a diciembre del 2010 donde registraron 9833 organismos; 6706 hembras (68%) y 3127 machos (32%). Para las estimaciones de edad, recolectaron 595 muestras de escamas, de las cuales 370 fueron de hembras y 225 de machos. Con relación a la proporción sexual, reportan que en todos los meses del año las hembras fueron más numerosas en los desembarques y que la proporción de sexos en la muestra fue significativamente diferente de 1M:1H (0,46M: 1H, =1302,7 g.l. 1, $p < 0.05$). Respecto a la distribución de frecuencia de longitudes, expresan que mostró una tendencia en machos con tallas

superiores a las hembras, las longitudes de las hembras tuvieron un intervalo entre 38 y 153 cm de Lf (longitud furcal), con moda en la clase 81 cm y que los machos tuvieron longitudes furcales de entre 38 y 190 cm, con moda en la clase 103 cm; también, que los organismos que presentaron longitudes entre 70 cm y 110 cm Lf fueron los más abundantes (73%). Asimismo, declaran que las menores tallas se registraron de mayo a noviembre y las tallas mayores el mes de diciembre, observándose una marcada estacionalidad en el desembarque de Dorados, obteniendo el mayor número de organismos en verano con un 54% de hembras frente a un 25% de machos, mientras que en el invierno el desembarque fue menor, ocupando el primer lugar las hembras con un 14% y los machos con sólo el 6% del desembarque restante. En la relación peso total-longitud furcal, el parámetro de alometría “b” fue menor de 3, aclarando que del total de organismos muestreados (9833), solo del 12,37% les fue posible obtener el peso total (kg) y que, de ellos, 756 fueron hembras y 461 machos. Los valores del coeficiente de determinación (R^2) que obtuvieron en la regresión lineal entre el radio de la escama y la longitud furcal, fueron: 0,49 para machos y 0,46 para hembras. En el análisis de escamas identificaron cinco grupos de edad (años) que establecieron como 0,5 cuando la Lf (cm) está entre 50 cm (min) y 92 cm (máx); 1,0 para aquellos peces entre 68 y 120 cm; 1,5 para los que están entre 79 y 132 cm; 2,0 a los que miden desde 81,8 a 141 cm y 2,5 años de edad para los Dorados que cuentan desde 93 a 153 cm de Lf. La investigación del crecimiento individual en longitud, medido con base en los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) para datos observados, manifiestan que en el caso de los machos ($n=225$) la longitud asintótica (L_∞) fue de 122; la tasa de crecimiento (K) de 1,32; y el índice de crecimiento (ϕ') se determinó en 4,29; en tanto que para las hembras ($n=370$) resultó un $L_\infty=23$; $K=0,77$ y $\phi'=4,07$; y en forma general para la especie refieren un $L_\infty=122$; $K=0,97$ y $\phi'=4,16$. En el análisis la tasa de crecimiento relativo individual, notifican que el Dorado presenta un crecimiento acelerado en los 6 primeros meses de vida (0,5 años) y que esta tasa es similar para ambos sexos. En cuanto a los grupos de edad capturados por la flota pesquera artesanal, los más abundantes fueron los de 1,5 y 2,0 años de

edad tanto en hembras como en machos. Por último, en el análisis de la distribución de edades por mes, mostraron que los más jóvenes (0,5 años), fueron más abundantes en los meses de mayo a junio; mientras que los organismos de mayor edad (2,5 años) fueron más abundantes de enero a octubre.

Araújo y Cedeño (2016) examinaron las concentraciones de metales pesados presentes en el tejido muscular e hígado del animal y encontraron que: en organismos con un rango de longitud entre 75–136 cm, para el músculo, en el caso de Cd (cadmio) con un $n=30$, un promedio de 0.64 ppm (± 2.1) SD (standart deviation), con una Me (mediana)=0.07 y valores min-máx (mínimos y máximos) de concentración comprendidos entre ($<0.011-11$); en el caso del Hg (mercurio) con un $n=42$, un promedio de 1.6 ppm (± 1.4), Me=1.22 y min-máx entre ($<0.04-5.3$) y para el caso de Pb (plomo) con un $n=30$, un promedio de 0.23 ppm (± 0.34), Me=0.13 y min-máx entre ($<0.04-1.86$). En cambio, en el hígado y referente al Cd hallaron valores de 10.9 ppm (± 6.5), Me=10.6 y min-máx entre (0.02–27); en cuanto al Hg, 1.3 ppm (± 1.7), Me=0.91 y min-máx entre (0.04–10.5) y respecto al Pb, 0.19 ppm (± 0.22), Me=0.11 y valores min-máx entre (0.04–1.0). Según estos datos, hallaron que las concentraciones de Cd fueron estadísticamente mayores (Mann–Whitney test; $p<0.05$) en el hígado que en el músculo, mientras que las concentraciones de Hg y Pb fueron estadísticamente similares en ambos lugares; el orden de los metales pesados basados en su concentración en el hígado fue la siguiente: Cd>Hg>Pb (Kruskal–Wallis test; $p<0.0001$); en tanto que para el tejido muscular el orden fue: Hg>Cd = Pb. Con relación a las variaciones temporales, encontraron niveles de metales estadísticamente superiores (Kruskal–Wallis test; $p<0.05$) durante el primer período de muestreo (noviembre a enero) donde el Cd y el Hg primaron en el músculo y el Pb en el hígado de los animales. Destacan que, considerando los valores medios, el 30% del músculo muestreado del Dorado presentó valores de Cd por encima del límite permitido (0.1 ppm); con respecto al Hg, el 55% del tejido muscular tenía valores más altos que el límite permitido (1 ppm) y para el Pb, el 17% (5 de cada 30 Dorados) se encontraron concentraciones por encima del límite permitido (0.3 ppm), según FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World

Health Organization).

Varela *et al.*, (2016) investigaron la dieta y los hábitos alimenticios de *C. hippurus* en las costas del Pacífico ecuatoriano, donde evaluaron 320 estómagos de individuos que variaron de 51 a 149 cm de longitud total, de los cuales 188 los consideraron vacíos (58,75%) y 132 declararon que contenían presas en su interior (41,25%). La dieta del contenido estomacal general constaba de 16 taxones, incluidos 11 peces, 2 cefalópodos, 2 crustáceos y 1 gasterópodo. Los peces fueron el grupo de presas más abundante (%AI = 95,39/Alimentary index) seguido de cefalópodos (%AI = 4,13) y crustáceos (%AI = 0,48). Los taxones más abundantes en términos de %AI fueron la familia *Exocoetidae* y *Auxis sp.* (57,13% y 25,25%, respectivamente), mientras que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) fue la especie de presa de invertebrados más importante (%AI = 7,65). Postularon que, según el diagrama de Amundsen (Amundsen *et al.*, 1996) basado en la abundancia específica de presas contra la ocurrencia, los datos sugieren que en el Pacífico ecuatoriano el Dorado tiene un grado variable de especialización en diferentes taxones de presas. Así, *Hippocampus hippocampus*, *Lagocephalus lagocephalus*, *Gobiidae* y *Argonauta sp.* mostraron baja ocurrencia y baja abundancia específica de presas, lo que plantea que todas estas especies son presas poco importantes y raras en la dieta del pez; mientras que *Scombridae*, *Pleuroncodes planipes*, *Portunus xantusii* y *Opisthonema libertate* mostraron baja ocurrencia y alta abundancia específica de presas, lo que permite indicar que estos taxones son depredados por un bajo número de individuos. Explican que *Exocoetidae*, puede considerarse la especie de presa más importante, ya que se encontró en un alto porcentaje de estómagos (% O=39,39/Ocurrence percentage) y que a pesar del hecho de que algunos individuos depredaron en una pequeña proporción de presas, muchos de ellos se alimentaron de los taxones dominantes (*Exocoetidae*), respondiendo así al por qué de la medida de nicho estrecho observado ($Bi = 0.10$). Por otro lado, según el análisis SIMPER/*Similar percentage* (SIMPER; Clarke, 1993), la dieta de *C. hippurus* se caracterizó cuantitativamente por ocho presas (seis peces, un cefalópodo y un crustáceo). *Exocoetidae* fue la única presa que caracterizó la dieta cuantitativamente en

todas las clases de tamaño, mientras que *Auxis spp.* y *Dosidicus gigas* fueron los que más contribuyeron a la similitud en otras dos clases de tamaño. Por lo tanto, *Auxis spp.* fue consumido por el promedio (contribuyendo al 97.74% de las similitudes) y por los especímenes más grandes (25.29%), y *D. gigas* fue consumido tanto por los más pequeños (27.62%) como por los más grandes (20.83%). De igual manera, estudiaron la comida diaria y la proporción diaria de la misma que acabó mostrando variaciones respecto de la longitud del tamaño; así, mientras que la comida diaria aumentó de 74.04 g día⁻¹ en las muestras más pequeñas a 210.08 g día⁻¹ en las más grandes, la proporción diaria disminuyó de 4.05 ± 1.34 a 2.29 ± 0.44% BM día⁻¹.

III. CONCLUSIONES

Se presentaron los resultados de varias temáticas acerca de las investigaciones sobre *C. hippurus* en el Ecuador: aspectos biológicos pesqueros, edad y crecimiento, dieta y hábitos alimenticios (biología) y concentración de metales pesados en tejidos musculares e hígado de los organismos (toxicología), además de presencia de parásitos en órganos internos. La importancia por la conservación y manejo del *C. hippurus* como recurso natural de altísima relevancia para el progreso económico del Ecuador, ha logrado que las investigaciones científicas para evaluar su estado biológico adquieran mayor importancia desde la década del 2000, provenientes de instituciones como Universidades públicas y privadas a través de las tesis de pregrado de sus alumnos o de entes gubernamentales que encargan diversos estudios de consultoría estadística biológica-pesquera; sin embargo, estas investigaciones no suelen llegar a publicarse en medios de comunicación científica de impacto internacional, lo que conlleva que el trabajo realizado no llegue a ser conocido para su consecuente discusión por parte de expertos en otras latitudes. Entre aquellas instituciones de educación superior implicadas en tales proyectos, se reconocen las siguientes: La Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí - ULEAM, en Manta (Ecuador), la Universidad de Coimbra en Portugal, la Universidad de Cádiz en España, Acadia University en Canadá y la Pontificia Universidad Católica de Chile. El catálogo biológico-científico sobre conocimiento del Dorado sigue requiriendo crecer de manera exponencial;

por esta razón, los esfuerzos llevados a cabo entre pescadores, investigadores, instituciones públicas y sector empresarial reflejan una voluntad plausible por continuar trabajando en pro del beneficio mutuo entre ciencia, naturaleza y producción.

IV. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren demostrar sus expresiones de gratitud a Ariana Álava y Joshue Flores, por la ayuda prestada en la búsqueda de información bibliográfica relevante para esta revisión y otros aspectos afines a la consecución del estudio, a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por ser la institución formadora del carácter investigativo de todos los participantes del proyecto.

IV. REFERENCIAS

Aguilar-Palomino, B., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., Muhlia Melo, A.F., y Rodríguez Romero, J. (1998). Aspectos alimentarios del Dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Revista Ciencias Marinas* 24(3): 253-265

Alejo-Plata, M. (2012). Biología del Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y sus implicaciones para la pesquería artesanal del Pacífico Sur de México. (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México. FES Zaragoza.

Amundsen P.A., Gabler H.M. and Staldvik F.J. (1996) A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology* 48,607–614

Araújo, C.V.M., y Cedeño-Macías, L.A. (2016). Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast. *Science of The Total Environment*, 541, 149–154. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.090

Bertalanffy, L. Von 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10 (2): 181-213.

Bravo-Vásquez, K.E., y Balarezo-Cedeño, C.N. (2012). “Edad y crecimiento del Dorado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758), desembarcado en el puerto

de Manta en el período 2010-2011”. (tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.

Brewton, R. A., Ajemian, M. J., Young, P. C., & Stunz, G. W. (2016). Feeding ecology of dolphinfish in the Western Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society*, 145(4), 839-853.

Contreras, S., y Revelo, W. (1991). Las pesquerías artesanales en la costa del Ecuador durante 1991. *Boletín Científico Técnico*. Vol. XII N.º I Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.

Clarke K.R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18, 117–143.

Elías, E., Pacheco, L., y Cabanilla, C. (2010). Desembarque de la pesca artesanal de peces pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2010. *Boletín Científico y Técnico*. Instituto Nacional de Pesca.

Elías, E., Guamán A. (2011). Desembarque de la pesca artesanal de pelágicos grandes en la costa ecuatoriana durante el 2011. *Boletín Científico y Técnico*. Volumen XXII, Número 2. Instituto Nacional de Pesca.

Fulton, T. W. (1902). The rate of growth of fishes. 20th Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1902 (3):326-446.

Fulton, T. W. (1904). The rate of growth of fishes. 22nd Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1904 (3):141-241.

Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Cajas, J., Castro, R., y Chavarría, J. (2008). Pesca exploratoria del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2008. *Boletín Científico y Técnico*. 20 (10), p. 29-51

Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Elías, E., Cajas, J., Castro, R., ...Chavarría, J. (2010). Pesca exploratoria del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*) frente a la costa ecuatoriana durante marzo de 2010. *Boletín Científico y Técnico*. 20 (9): 53-71

- Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, AM, Lennert-Cody, CE y Maunder, MN (2015). *La pesca artesanal ecuatoriana para grandes pelágicos: composición de especies y dinámica espacio-temporal*. PLOS ONE, 10 (8), e0135136. doi: 10.1371 / journal.pone.0135136
- Martínez-Ortiz, J., y Guerrero-Martínez, P. (2013). Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) – Vice Ministerio de Acuicultura y Pesca – Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP). Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo del recurso Dorado en Ecuador (PAN Dorado) / National Action Plan for the Conservation and Management of Dolphinfish in Ecuador (Dolphinfish NPOA).
- Mendoza-Véliz, E.R. (2015). “Valoración referencial del nitrógeno básico volátil en Dorado (*Coryphaena hippurus*), desembarcado en el puerto de Manta mediante análisis realizados en CESECCA”. (tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.
- Mero-Rosado V.F. (2010). “Estudio de factibilidad para mejorar la producción y comercialización del pez Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Manta-Ecuador”. (tesis de maestría). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador.
- Nader, A. S. (2014). Status and improvement of artisanal fisheries in Manabí province, Ecuador: a case study. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 2(2): 47-54
- Ortega-García F., y Zúñiga-Flores M.S. (2004). Variación estacional e interanual de las tasas de captura de dorado (*Coryphaena hippurus*), en Cabo San Lucas, B.C.S. México. Maestría en Manejo de Recursos Marinos (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México, VIII, 58 h.
- Palko J.B., Beardsley G.L., y Richards W.J. (1982). Synopsis of the biological data on dolphin-fishes, *Coryphaena hippurus* y *Coryphaena equiselis* L. NOAA Technical Report NMFS Circular 443, FAO Fish Synopsis No. 130, 28
- Patterson, K y Martínez J. 1991. Exploitation of the Dolphin-Fish *Coryphaena hippurus* L. off Ecuador: Analisis by Length-Based Virtual Population Analysis.
- Pauly, D. y Munro, J., 1984. Once more on growth comparisons in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1): 21.
- Peralta Bravo, M.R., 2006. Análisis comparativo de los parámetros de crecimiento del dorado (*Coryphaena hippurus*) en dos aéreas del Pacífico central oriental. Maestría en Manejo de Recursos Marinos (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B. C. S., México VII, 60 h.
- Retamales, R., Mero, P., Lavayén, F., Reyes, J., Rivadeneira, Y., y Alcívar, F. (2008). Aspectos biológicos pesqueros del Dorado (*Coryphaena hippurus*) Ecuador. Reporte Técnico. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - Ecuador.
- Retamales, R., Martínez, J., Mero, P., Rivadeneira, Y., Reyes, J., Alcívar, F., y Lavayén, F. (2009). Dirección – Ejecución de estudios complementarios para ecocertificación del recurso Dorado (*Coryphaena hippurus*). Reporte Técnico – Informe final. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca - Ecuador.
- Sánchez-Reyes, N.M. (2008). Distribución de larvas de Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) y *Coryphaena equiselis* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico oriental mexicano. (tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México.
- Valero, J. L., Aires-da-Silva, A., y Maunder, M. N. (2019). Puntos de referencia y reglas de control de extracción potenciales para el Dorado (*Coryphaena hippurus*) en el Océano Pacífico Oriental. SAC-10-11. Comisión Interamericana del Atún Tropical. Comité Científico Asesor Décima reunión San Diego, California (EE. UU.).
- Varela, J.L., Lucas-Pilozo, C.R., y González-Duarte, M.M. (2016). Diet of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the Pacific coast of Ecuador. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*,

97(01), 207–213. doi:10.1017/S0025315416000175

Villarreal de la Torre, D.J., Sánchez-Moreira, J.D., y Cañarte-Pin, J.D. (2016). Comparación y valoración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en la especie Dorado (*Coryphaena hippurus*) que se consume en Manta, Ecuador. Revista La Técnica. Vol. No.16: 32-43

Villón, C., Chalén, X., Balladares, M., y Castro, F. (1992). Las pesquerías artesanales en la costa del Ecuador durante el primer semestre de 1992. Boletín Científico Técnico. Vol. XII N.º I Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil-Ecuador.

Wood, C., Camba, N., y Grijalva, M. (1988). Cambios de color en la piel del Dorado (Mahi-Mahi, *Coryphaena hippurus*) en relación a la formación de histamina. Boletín Científico Técnico. Vol. IX N.º VI Proyecto de Investigaciones Pesqueras. Instituto Nacional de Pesca. Overseas Development Administration of Great Britain. Guayaquil-Ecuador.

Zúñiga-Flores, M.S. (2009). Dinámica poblacional del Dorado (*Coryphaena hippurus*) en Baja California Sur, México: Implicaciones para su manejo. (tesis doctoral). Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México.

Infusiones de *Moringa oleifera* (moringa) combinada con *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Lippia alba* (mastranto)

Mercedes, Campo-Fernández^{1*}; Cinthia, Cruz-Alvia²;
Gabriela, Cunalata-Cueva³; Nubia, Matute-Castro⁴

Resumen

Las infusiones de plantas medicinales, no solo son consumidas como bebidas de agradable aroma y sabor, sino que también pueden contribuir al buen funcionamiento del organismo. *Moringa oleifera* Lam (moringa) es una planta medicinal de reconocidas propiedades farmacológicas y nutritivas. *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Lippia alba* Mill (mastranto) son especies aromáticas que se utilizan, fundamentalmente, con fines medicinales. En la investigación se propuso diseñar dos formulaciones para preparar como infusiones, usando hojas de moringa combinadas con hojas de mastranto y hierba luisa, indistintamente. Las materias primas fueron evaluadas a través de la determinación de pérdida por desecación, materia inorgánica, proteína (Bradford), fenoles totales (Folin-Ciocalteu) y capacidad antioxidante (IC₅₀ mediante DPPH). Los estándares de calidad determinados a las drogas secas se encuentran dentro de los valores referidos en la literatura, destacando la presencia de elevados porcentajes de fenoles totales (EAG); flavonoides totales superiores a 30 mg (EQ) en las tres drogas y valores de IC₅₀ por debajo de 0,22 mg/mL. Las combinaciones porcentuales de mayor aceptación sensorial fueron: para la mezcla *M. oleifera* / *L. alba*, 80:20 y 60:40 para *M. oleifera* / *C. citratus*. El control de calidad de la infusión, mediante pruebas físico-químicas, facilitó la estandarización de ambas, indicando que poseen las características necesarias para ser consideradas como posibles bebidas funcionales con efecto antioxidante y beneficiosas para la salud humana.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba*, actividad antioxidante, fenoles, flavonoides.

Infusions of *Moringa oleifera* (moringa) combined with *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Lippia alba* (mastranto)

Abstract

Infusions of medicinal plants are not only consumed as drinks with a pleasant aroma and taste, but can also contribute to the proper functioning of the body. *Moringa oleifera* Lam (moringa) is a medicinal plant with recognized nutritional and pharmacological properties. *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Lippia alba* Mill (mastranto) are aromatic species that are used mainly for medicinal purposes. The research proposed to design two formulations to prepare as infusions, using moringa leaves combined with mastranto leaves and lemon grass, indistinctly. The raw materials were evaluated through the determination of loss by drying, inorganic matter, protein (Bradford), total phenols (Folin-Ciocalteu) and antioxidant capacity (IC₅₀ by DPPH). The quality standards determined for dry drugs are within the values referred to in the literature, highlighting the presence of high percentages of total phenols (GPE); total flavonoids above than 30 mg (QE) in the three drugs and IC₅₀ values below 0.22 mg / mL. The percentage combinations with the highest sensory acceptance were: for the mixture *M. oleifera* / *L. alba*, 80:20 and 60:40 for *M. oleifera* / *C. citratus*. Quality control of the infusion, by means of physical-chemical tests, facilitated the standardisation of both, indicating that they have the necessary characteristics to be considered as possible functional drinks with an antioxidant effect and beneficial to human health.

Keywords: *Moringa oleifera*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba*, antioxidant activity, phenols, flavonoids.

Recibido: 30 de marzo de 2020

Aceptado: 16 de julio de 2020

¹ Lic. en Ciencias Farmacéuticas; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; mcampo@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-9835-6886>

² Bioq. Farmacéutica; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; cinthiacruz2010@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0998-4256>

³ Bioq. Farmacéutica; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; gabrielacunalata94@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7207-9390>

⁴ Ing. Alimentos; Docente de la Universidad Técnica de Machala-Ecuador; nmatute@utmachala.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-6707-4341>

*Autor para correspondencia: mcampo@utmachala.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La medicina tradicional complementaria es considerada, por la OMS, una parte importante de la atención de salud. La demanda de productos naturales, donde se incluyen hierbas, preparaciones herbarias o productos herbarios terminados, va en aumento, sobre todo, en aquellos donde se demuestra su calidad, seguridad y eficacia (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Se estima que alrededor del 80% de la población acude a la medicina ancestral herbolaria. Según estadísticas de la última década, se plantea que Asia y Cuba son los principales consumidores de plantas medicinales, aprovechando todas las partes que conforman una planta, ya que en cada una de ellas se encuentra algún principio activo de valor terapéutico (Fernández y Castro, 2013).

Investigaciones previas permitieron el diseño de dos formulaciones para consumir en forma de infusión, en donde se combinó la moringa con plantas que contribuyeron, no solo a mejorar las propiedades organolépticas del extracto acuoso, sino que aportaron metabolitos que reforzaron las propiedades nutricionales y antioxidantes de la moringa (Burgos y Reyes, 2018; Campo et al, 2019).

M. oleifera pertenece a la familia Moringaceae y suele ser conocida como el árbol de la vida. Es un árbol que crece en climas tropicales y subtropicales y aunque existen un sin número de especies en la familia, esta destaca por sus propiedades nutricionales y terapéuticas. Es rica en vitaminas, betacarotenos, calcio, hierro, potasio, así como proteínas, aminoácidos esenciales, fenoles simples, flavonoides, taninos, entre otros metabolitos, los cuales otorgan a la planta múltiples beneficios (Bonal et al, 2012; Leone et al, 2015; Gopalakrishnan et al, 2016).

L. alba (mastranto) es una hierba medicinal de la familia de las Verbenaceae, en cuya composición química destaca la presencia de aceites esenciales (López et al, 2011; Stashenko et al, 2014). Dentro de sus propiedades terapéuticas podría citarse que funciona como antiespasmódica, sedante, emenagoga y, además, ayuda en diferentes trastornos digestivos. (Guzmán, et al, 2004). Los aceites esenciales han revelado actividades antivirales, antibacterianas, antifúngicas y antiparasitarias (Pino-Alea et al, 1996; Andrighetti-Fröhner et al, 2005; Teixeira-Duarte et

al, 2005; Mesa-Arango et al, 2009). Efectos sedantes han sido atribuidos a flavonoides e iridoides (Zétola et al, 2002, Hennebelle et al, 2008, Thierry et al, 2008).

C. citratus es una planta perenne de la familia Poaceas, originaria del sur de Asia y crece en regiones tropicales y sabanas (Rojas et al, 2012). La especie destaca por su contenido en aceite esencial de interés en aromaterapia. Dentro de los fitoconstituyentes identificados se citan: citral, citronelal, terpinoleno, geranil acetato, mireceno, terpinol metilheptenona, además se han informado flavonoides como luteolina, isoorientina 2'-O-ramnósido, quercetina, kaempferol y apigenina. Estudios indican que posee actividad antibacteriana, antidiarreica, antifúngica, antiinflamatoria, antioxidante, hipoglucemiante y neuroconductual (Shah et al, 2011; Rojas et al, 2012; Velázquez et al, 2016).

El aprovechamiento de las propiedades medicinales de las plantas, a través de su consumo en forma de infusión, resulta de gran aceptación por la población. Una infusión es una bebida, generalmente, elaborada a partir de las partes aérea de diversas plantas y de fácil preparación. Suelen ser de sabor agradable y, colateralmente, proporcionan beneficios a la salud como antiinflamatorio, antioxidante, antimicrobiano, entre otros (Llerena et al, 2017; Schovelin-H y Muñoz, 2018; Campo et al, 2019; Villegas-Novoa et al, 2020). Haciendo énfasis en los antioxidantes, estos son los compuestos que combaten los radicales libres, pudiendo intervenir en cualquiera de las etapas del proceso oxidativo mediado por radicales libres, es decir, iniciación, propagación y terminación (Cui et al, 2004; Neha et al, 2019).

Tomando en consideración tales antecedentes, en la investigación actual se propuso diseñar dos formulaciones para preparar infusiones, utilizando como materias primas, hojas de moringa combinada con mastranto y una segunda donde se mezclan la moringa con hierba luisa. Si bien la moringa posee múltiples bondades nutricionales y terapéuticas, esta presenta olor y sabor desagradable, el que podría ser enmascarado con dichas plantas, por el contenido en aceites esenciales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Las hojas de *M. oleifera* fueron cosechadas

en las instalaciones de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, provincia El Oro; mientras que las hojas de *C. citratus* y *L. alba* fueron recogidas en la localidad de Vernaza-Bebo del cantón Salitre.

Todas las materias primas fueron lavadas y desinfectadas con una disolución de hipoclorito de sodio (10 ppm). Luego de escurrir el exceso de agua, se separaron, manualmente, las hojas de moringa de sus raquis. De la misma manera, se procedió para obtener las hojas de mastranto y las de la hierba luisa. En este último caso se trocearon las hojas en fragmentos acordes al tamaño de las bandejas de secado. Las tres materias primas vegetales, de forma independiente, fueron deshidratadas en una estufa (MEMMERT) a una temperatura de 40 °C, con recirculación del aire forzado y trampilla abierta, durante 20 horas. Cada una de las drogas crudas fueron colocadas en fundas de cierre hermético y se almacenaron a temperatura ambiente. Previo a los análisis se realizó la molienda en un molino artesanal (MAGRICO), con una criba de 1mm.

Técnicas de análisis físico-químicos

Se determinó la humedad residual mediante una balanza con una fuente de calentamiento halógeno (Ohaus, modelo MB90, USA). Para la determinación de cenizas totales y cenizas insolubles en ácido se siguió la metodología referida por Miranda y Cuellar (2000). Cada ensayo se reporta con la media correspondiente a tres réplicas y la desviación estándar (S)

La cuantificación de minerales fue realizada en el laboratorio NEMALAB S.A., empleándose el método de digestión húmeda/espectrofotometría. Se cuantificó la cantidad de metales pesados (As y Pb) en el laboratorio certificado AVVE (<http://www.laboratoriosavve.com/index.php/about-joomla/nosotros>), utilizando los métodos de referencia MMQ-AAS-04 y MMQ-AAS-28, respectivamente.

Elaboración del extracto acuoso seco (ES)

Se pesaron 20 g de cada droga cruda en una balanza analítica (RICE LAKE TA-200) y se transfirieron a un matraz de manera individual, se agregaron 25 mL de H₂O destilada y se llevó al baño ultrasónico (ULTRASONIC BATH 5.7 L, Fischer Scientific), a una frecuencia de 40 kHz, por

30 minutos. Posteriormente, se filtró el extracto y se realizó nuevamente la extracción con las mismas condiciones. Los extractos obtenidos de una misma droga se mezclaron y concentraron a sequedad en un rotaevaporador (HEIDOLPH LABOROTA 4001) acoplado a un criostato (LAUDA ALPHA RAS) y una bomba de vacío de diafragma (VACUUBRAND PC600).

Tamizaje fitoquímico: Se elaboraron extractos acuosos al 10% m/v de cada una de las materias primas. La extracción se realizó por maceración ultrasónica durante 30 minutos. Los ensayos realizados en los extractos acuosos, siguiendo la metodología de descrita por Miranda y Cuellar (2000), fueron: Mayer, Wagner, Dragendorff, ensayo de espuma, Shinoda, Fehling, FeCl₃ y ninhidrina.

Determinación de proteínas: La determinación del contenido de proteínas en cada una de las materias primas, se realizó según el método descrito por Bradford (1976). Se pesó 1 g de la droga cruda y se realizó la extracción en el baño ultrasónico con 50 mL de agua destilada, durante 30 minutos. Se elaboró una curva de calibración con albúmina de suero bovino (Bradford Reagent (BSA), SIGMA), utilizando concentraciones entre 2,27 y 13,64 µg/mL. Las diluciones del estándar y las muestras se analizaron por triplicado, efectuándose la lectura en un espectrofotómetro (UVMINI-1240 SHIMADZU) a 595 nm. La ecuación (1) obtenida mediante el análisis de regresión lineal se muestra a continuación:

$$\text{absorbancia} = 0,0356573 + 0,0276514 * \text{concentración} \quad (R^2 = 0,9925) \quad (1)$$

El resultado se expresó como miligramos de proteínas por cada 100 g de droga cruda (DC).

Cuantificación de fenoles totales: se empleó el método de Folin-Ciocalteu, según la metodología descrita por Campo et al, (2019). El extracto fue preparado de manera similar a lo descrito en la determinación de proteínas. La cuantificación se hizo mediante una curva de calibración con el estándar ácido gálico (SIGMA-ALDRICH) en concentraciones entre 0,1 y 0,9 mg/mL. Las diluciones y las muestras se analizaron por triplicado. El análisis de regresión lineal brindó la ecuación (2):

$$\text{absorbancia} = -0,0182 + 0,00728 * \text{concentración} \quad (R^2 = 0,9985) \quad (2)$$

El contenido de fenoles totales fue expresado como miligramos equivalentes a ácido gálico por

gramo de droga cruda (mg EAG/g DC).

Cuantificación de flavonoides: se realizó por el método colorimétrico del tricloruro de aluminio según Chang, (2002) y Stanojević (2009). Se prepararon disoluciones de 5 mg/mL a partir de los ES obtenidos de cada droga cruda. Para la curva de calibración se utilizó como estándar quercetina (SIGMA-ALDRICH) en concentraciones de 25 y 125 µg/mL y la lectura se efectuó en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nm. La ecuación (3) mostró el comportamiento lineal necesario para la cuantificación.

$$\text{absorbancia} = -0,0182 + 0,00728 * \text{concentración} \quad (R=0,9980) \quad (3)$$

El contenido de flavonoides fue expresado como miligramos equivalentes a quercetina por gramo de ES (mg EQ/g ES).

Determinación de la capacidad antioxidante secuestradora de radicales libres frente al 2,2 difenil - 1 - picrilhidracilo (DPPH)

Para el desarrollo del método se siguió el procedimiento descrito por Campo et al, (2019). De las disoluciones madres preparadas a partir de los ES de cada materia prima (1 mg/mL), se prepararon diluciones acuosas de concentraciones 0,025; 0,050; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 mg/mL, y se pusieron a reaccionar con la disolución de DPPH (0,1 mM). Luego de permanecer 30 min en la oscuridad, se realizó la lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 516 nm.

El porcentaje de inhibición se determinó según la ecuación (4), donde A_{blanco} es la absorbancia del DPPH (0,1 mM); A_{muestra} es la absorbancia de la muestra luego de reaccionar con el DPPH y 100: factor matemático

$$\% \text{ DPPH} = \frac{A_{\text{blanco}} - A_{\text{muestra}}}{A_{\text{blanco}}} \times 100 \quad (4)$$

Para esta determinación se graficó el porcentaje de inhibición (% DPPH) versus concentración y la concentración inhibitoria del 50% (CI₅₀) se calculó mediante la regresión lineal.

Diseño de formulación

Las formulaciones se realizaron mediante un diseño completamente al azar, combinando

diferentes porcentajes de cada droga cruda en la formulación (tabla 1); de modo que la mezcla sumara 100%. Las formulaciones de mayor aceptación sensorial se determinaron aplicando una prueba de preferencia por ordenamiento con la ayuda de 30

Tabla 1. Diseño experimental completamente al azar

Formulaciones	<i>M. oleifera</i>	<i>C. citratus o L. alba</i>
A	80	20
B	70	30
C	60	40

jueces semientrenados.

La formulación con mayor agrado, según análisis estadístico, fue envasada en fundas de papel de filtro sellable, con ayuda de una envasadora automática para bolsitas de té (ECUAPACK) de dosificación fija.

Control de calidad de las infusiones mejor aceptadas

Luego de infundir la bolsita de té en 200 mL de agua a 100°C, se dejó reposar por 10 minutos, se procedió a evaluar algunos parámetros de calidad de las infusiones, tales como: características organolépticas, grados Brix (°Bx), índice de refracción, (refractómetro ANTON PAAR), el pH (peachímetro digital FISHERBRAND ACCUMET AE150), y la densidad relativa por picnometría. La determinación de fenoles totales por Folin-Ciocalteu, así como la prueba de la capacidad secuestradora de radicales libres mediante el cálculo de la CI₅₀ en la infusión, se llevaron a cabo de la manera antes descrita.

Análisis estadístico

Se realizó mediante EXCEL 2013 para calcular la media y desviación estándar (S). El análisis de regresión modelo lineal se determinó con el programa *Statgraphics Plus versión 5.0*. Para seleccionar la mejor formulación se trabajó con el programa *Statgraphics Centurion XVII* utilizando el análisis de varianza y la prueba de rangos múltiples.

III. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los parámetros físico-químicos determinados a las drogas vegetales objeto de análisis.

Tabla 2. Análisis físico-químico de las drogas crudas

Parámetros	<i>M. oleifera</i> media ± S	<i>C. citratus</i> media ± S	<i>L. alba</i> media ± S
Humedad residual (%)	6,42 ± 0,00	8,70 ± 0,09	10,91 ± 0,27
Cenizas totales (%)	10,41 ± 0,06	8,64 ± 0,32	11,19 ± 0,07
Cenizas insolubles en HCL (%)	1,94 ± 0,68	4,71 ± 0,26	6,94 ± 0,12
Cuantificación de minerales			
Macrominerales			
(% en peso seco)			
N	1,57	5,15	3,59
P	0,19	0,46	0,69
K	1,82	2,14	1,68
Ca	0,84	1,82	2,03
Mg	0,24	0,25	0,34
Microminerales			
ppm (mg/kg peso seco)			
Zn	23,70	28,50	26,50
Cu	10,80	15,20	35,50
Fe	239,80	155,90	745,90
Mn	48,20	65,50	74,30
Na	85,20	122,30	153,20
B	13,50	18,90	22,10
Metales pesados			
ppm (mg/kg peso seco)			
Arsénico	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Plomo	< 0,090	< 0,003	< 0,003

Tamizaje fitoquímico

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos

del tamizaje fitoquímico realizado a las tres drogas crudas.

Tabla 3. Tamizaje fitoquímico en el extracto acuoso de las tres especies en estudio

Ensayo	Metabolitos secundarios	<i>M. oleifera</i>	<i>C. citratus</i>	<i>L. alba</i>
Dragendorff	Alcaloides	+++	-	+++
Mayer	Alcaloides	++	-	++
Wagner	Alcaloides	+++	-	+++
Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	+	+	+
Shinoda	Flavonoides	++	-	+++
Fehling	Azúcares reductores	+	+	+
Espuma	Saponinas	+	-	-
Ninhidrina	Aminoácidos libres	++	+	+

Leyenda: (-) ensayo negativo; (+) ensayo positivo

Cuantificación de metabolitos y actividad antioxidante (CI₅₀)

En la tabla 4, se presentan los resultados correspondientes a la cuantificación de metabolitos

de gran importancia desde el punto de vista nutricional y terapéutico, que serían las proteínas, fenoles totales y flavonoides.

Tabla 4. Cuantificación de proteínas, fenoles totales y flavonoides en las tres drogas crudas.

Ensayo	<i>M. oleifera</i> Media ± S	<i>C. citratus</i> Media ± S	<i>L. alba</i> Media ± S
Proteínas mg/100g DC	35,985 ± 0,892	0 ± 0	14,076 ± 0,271
Fenoles mg EAG/g DC	21,273 ± 0,929	10,481 ± 0,409	13,358 ± 0,159
Flavonoides mg EQ/g ES	37,607 ± 0,422	32,613 ± 0,820	38,164 ± 1,477
Cl ₅₀ mg/mL	0,152 ± 0,002	0,210 ± 0,009	0,124 ± 0,009

Diseño de formulación

Una vez preparadas las dos infusiones de mayor aceptación (moringa/mastranto: A y moringa/

hierba luisa: C), según la evaluación sensorial, se determinaron los parámetros de calidad, resultados que se presentan en la (tabla 5).

Tabla 5. Resultados del control de calidad en las infusiones moringa/mastranto (A) y moringa/hierba luisa (C).

Parámetros de control de calidad	Moringa/Mastranto	Moringa/Hierba luisa
	Media ± S	Media ± S
Grado Brix %	0,98 ± 0,02	0,88 ± 0,00
Índice de refracción	1,33 ± 0,00	1,33 ± 0,00
Azúcar invertida %	0,99 ± 0,05	0,90 ± 0,01
Glucosa %	0,97 ± 0,04	0,89 ± 0,01
pH	6,73 ± 0,05	6,43 ± 0,07
Densidad relativa	1,00 ± 0,01	1,00 ± 0,00
Fenoles totales (mg EAG/funda de té)	36,73 ± 1,00	28,47 ± 0,88
Cl ₅₀ (mg/mL)	0,187 ± 0,001	0,252 ± 0,002

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los parámetros físico-químicos determinados a las drogas crudas se presentan en la tabla 2. Como se puede apreciar la humedad residual de las tres drogas *M. oleifera*, *C. citratus*, *L. alba* se encuentra dentro del rango establecido por la Norma INEN 2392:2017-04 para hierbas aromáticas, que tiene como límite máximo un 12%. Este parámetro resulta de gran importancia, ya que una humedad residual en exceso propicia el crecimiento de microorganismos, pudiendo suscitarse el deterioro de la droga, la alteración de su composición química, sobre todo por reacciones catalíticas como la hidrólisis y, consecuentemente, la pérdida de sus propiedades biológicas (World Health Organization, 2011). Dichos valores de humedad residual pueden variar respecto a los reportados por otros autores, debido a factores intrínsecos de la propia especie, o extrínsecos, como el método de secado empleado o incluso las características medioambientales de los laboratorios de investigación (Guaycha et al, 2017; Rojas-Angulo et al, 2020).

Las cenizas totales evidencian el contenido de materia inorgánica presente en la planta en el momento de su cosecha. Muchos de estos minerales, tales como el calcio, sodio, magnesio y fósforo, pudieran resultar de interés nutricional. El resultado para este parámetro guarda estrecha relación con el suelo donde se cosechan las drogas y con la capacidad de acumulación de minerales por parte de las plantas. Según indica la Farmacopea Española (2002), el valor de las cenizas totales no debe ser mayor al 12%; la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) establece valores de cenizas totales para *L. alba* y *C. citratus* de 12% y 8%, respectivamente, por lo que en los tres casos cumple con las normas establecidas.

Con relación a los resultados de las cenizas insolubles en ácido, la única droga cruda que cumple con el porcentaje establecido en la Norma INEN 2392:2017-04 es la *M. oleifera*. Las dos drogas crudas restantes presentan valores superiores a lo indicado, lo que sugiere la necesidad de descartar la presencia de metales pesados.

Tomando en consideración los elevados valores de cenizas totales se procedió a la cuantificación, no solo de los minerales beneficiosos, sino también de aquellos que podrían ser dañinos para el organismo, sobre todo, por efecto acumulativo a largo plazo.

Según los valores presentados se puede observar que la *L. alba* es la que presenta mayor contenido de macro y micro minerales, a excepción del N y el K. Lo anterior guarda relación con el porcentaje de cenizas totales antes referido, donde dicha especie fue la que presentó mayor valor (11,19 %).

En las tres drogas analizadas el mineral que se presentó en mayor cantidad fue el hierro, elemento esencial para los seres humanos, porque interviene en las funciones enzimáticas relacionadas con el metabolismo energético, transporte de oxígeno y síntesis de ADN. Del total de hierro que la persona ingiere en su dieta diaria, se pierde solo una pequeña proporción ya sea en la descamación celular, orina, sudor y heces, por esta razón se debe consumir un aporte pequeño para reponer la pérdida del mineral (Sermini et al, 2017).

En relación a los metales pesados mercurio, cadmio, cromo, talio, plomo, arsénico, entre otros, estos se encuentran como componentes de la corteza terrestre en forma de sales, minerales y otros compuestos. Los metales pesados son de gran importancia ya que algunos son esenciales para las células, pero a su vez en altas concentraciones son tóxicos para los seres vivos (Prieto et al, 2009). El análisis de las tres especies, para dicho parámetro, muestra que cumplen con lo establecido en la Norma INEN 2392:2013, donde se indica que para arsénico el límite máximo permitido es 1,0 mg/kg y con la INEN 2392:2017-04, que establece para el plomo un máximo de 10 mg/kg.

Para la evaluación química cualitativa, se informan en la literatura varios esquemas de trabajo que utilizan diferentes métodos de extracción; sin embargo, en la presente investigación se realizó la evaluación solo en extractos acuosos, debido a que la formulación a elaborar es para consumir en forma de infusión. Una vez realizadas las pruebas preliminares a las tres drogas crudas (tabla 3) se observó un resultado positivo en la *M. oleifera*, para la mayoría de los ensayos, lo cual sugiere la presencia de compuestos fenólicos, alcaloides, flavonoides, aminoácidos, saponinas y azúcares reductores. Así

mismo los resultados de la droga actual concuerdan con lo reportado por Guaycha et al. (2017). Ensayos fitoquímicos realizados por otros autores del extracto acuoso de *M. oleifera* han evidenciado la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, así mismo, ausencia de taninos y saponinas (Torres et al, 2013).

Con respecto al extracto acuoso de *C. citratus* los ensayos realizados sugieren la presencia de compuestos fenólicos, aminoácidos libres y azúcares reductores. Comparando con los resultados reportados por Geetha y Geetha (2014), este señala que los principales metabolitos encontrados en el extracto acuoso fueron fenoles, taninos, saponinas, antraquinonas y aminoácidos.

El tamizaje fitoquímico para la *L. alba* sugirió la presencia de similares metabolitos a los observados en la moringa, a excepción de las saponinas. Murillo et al, (2008) refiere la presencia de flavonoides, taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, terpenos, cumarinas y saponinas.

Los resultados químicos cualitativos a los que se hacen referencia están influenciados, no solo por la especie y órgano vegetal que en cuestión se ocupa, sino también a la localización geográfica de la droga vegetal, debido a factores extrínsecos como clima y suelo; así como a factores intrínsecos como el grado de madurez del cual no se tiene información (Miranda y Cuéllar, 2001).

Cuantificación de proteínas, fenoles y flavonoides totales

En la tabla 4, se mostraron los resultados correspondientes a la cuantificación de metabolitos de gran importancia desde el punto de vista nutricional y terapéutico, que serían las proteínas, fenoles totales y flavonoides. Las tres determinaciones se realizaron a partir de extractos acuosos, tomando en consideración que los beneficios de ambas infusiones estarían atribuidos a los compuestos hidrosolubles.

Una de las características más relevantes en la moringa es su contenido proteico, sobre todo en las hojas, aspecto que justifica el uso de las hojas en estados de desnutrición (Fuglie, 2001). Según Olson y Fahey (2011) el contenido proteínico en las hojas secas suele ser de hasta el 30% de su peso, incluso la mayor parte de sus proteínas parece ser directamente asimilables.

Para las hojas de *C. citratus* el contenido de proteínas fue realmente despreciable, de hecho, se refiere como 0. Según Bertea et al, (2003) el contenido total de proteínas del extracto de hoja fue de 1,2 mg/g de droga. En este caso el autor no explica cómo se llevó a cabo la preparación de la muestra para el ensayo. Para *L. alba* los valores de proteínas resultan ser, significativamente inferiores, a los obtenidos para la moringa, lógicamente, esta especie, al igual que *C. citratus*, ha sido mucho más estudiada, no por su valor nutricional, sino por su contenido en aceites esenciales (López et al, 2011).

Los resultados de fenoles totales muestran que la moringa aporta la mayor cantidad de compuestos fenólicos, difiriendo a simple vista del contenido de los dos extractos restantes. Según Linares et al, (2018), al realizar una comparación de la cantidad de compuestos fenólicos que podrían ser extraídos de las hojas de moringa, utilizando diferentes métodos de extracción y etanol como disolvente, se pudo apreciar que la extracción con agitación magnética logró una concentración de compuestos fenólicos de 24,86 mg/g. Con relación a la especie *C. citratus* una investigación realizada por Alvis et al, (2012), determinó que al utilizar un menstruo hidroalcohólico (50:50) se logró extraer gran cantidad de compuestos fenólicos (404,4 mg EAG/L). Estudios realizados por Yara et al, (2007), refieren que en la *L. alba*, al utilizar metanol como menstruo, se logran extraer 13,34 mg EAG/ g drogas seca.

Si bien es cierto que tanto los alcoholes de bajo peso molecular como las mezclas hidroalcohólicas logran extraer mayor cantidad de compuestos fenólicos, nuestro objetivo se enfocó en la extracción en un medio acuoso, pues es el agua el disolvente que se emplea en la infusión.

Según la literatura, en los extractos de la especie *M. oleifera* referidos por Leone et al, (2015); Velázquez et al, (2015); Guzmán y Díaz (2017), los compuestos fenólicos de mayor relevancia son ácido cafeico, ácido cumárico, rutina, ácido gálico, ácido elágico y ácido clorogénico. Hennebelle et al. (2008) y Teixeira et al. (2018), identificaron una variedad de compuestos fenólicos en extractos de las hojas de *L. alba* tales como verbascoside, ácido clorogénico y ácido protocatéquico. En el extracto de las hojas de *C. citratus* se ha reportado la presencia de metabolitos de naturaleza fenólica como: ácido cafeico, ácido

cumárico, ácido clorogénico (Negrelle y Gomes, (2007); Nambiar y Matela, (2012).

La cuantificación de flavonoides evidenció que los extractos que presentan mayor cantidad de flavonoides son los de *L. alba* y *M. oleifera*. Según lo mencionado por Canett et al, (2014); Leone et al, (2015) y Velázquez et al, (2016) en la especie *M. oleifera* se han identificado los flavonoides miricetina, quercetina, kaempferol, isoramnetina y rutina. También han sido referido flavonoides en el extracto de *C. citratus*, tales como: luteolina, 6- C y 7-O glucósidos, isoorientin 2-O- ramnósido, quercetina, kaempferol y apigenina (Negrelle y Gomes, 2007; Nambiar y Matela, 2012; Shah et al, 2012). En relación a las hojas de *L. alba* se informa la presencia de apigenina, catequina, epicatequina, kaempferol, luteolina, naringina, quercetina, rutina y taxifolina (Hennebelle et al, 2008; Chies et al, 2013; Teixeira et al, 2018).

Diversos artículos hacen alusión a la capacidad antioxidante de las tres drogas vegetales, sobre todo para la moringa (Torres et al, 2013; Stashenko et al, 2014).

Como se puede apreciar en la tabla 4, el extracto acuoso de *L. alba*, presenta la menor concentración para lograr inhibir el 50% de la concentración inicial del radical libre, es decir, que tiene mayor actividad antioxidante por secuestro del radical libre. Este resultado guarda estrecha relación con los valores obtenidos para fenoles totales y flavonoides de las tres especies, debido a que las dos especies que tiene mayor cantidad de compuestos fenólicos y de flavonoides son las que logran una mejor capacidad secuestradora de radicales libres.

Uno de los efectos biológicos que más resalta en los flavonoides es su capacidad antioxidante. Los flavonoides estabilizan las especies reactivas del oxígeno al reaccionar con el compuesto reactivo del radical. Debido a la alta reactividad del grupo hidroxilo de los flavonoides, los radicales se vuelven inactivos. Por otra parte, los alimentos que son de naturaleza vegetal proporcionan más antioxidantes en la dieta humana que alimentos que no lo son. Estos efectos se atribuyen a la capacidad que tiene de eliminar los radicales libres, lo cual guarda estrecha relación con el contenido de compuestos fenólicos (Mohammad, 2015).

Diseño de formulación

En esta ocasión se diseñaron tres formulaciones utilizando tres proporciones diferentes para cada infusión (moringa/ mastranto) (moringa/ hierba luisa), las que fueron evaluadas sensorialmente. El análisis estadístico aplicado a los resultados de la evaluación sensorial demostró que, con un nivel de confianza del 95%, para la combinación moringa/mastranto, la formulación A (80/20) tiene mayor aceptación sensorial, difiriendo estadísticamente de la B y la C. Con relación a la mezcla moringa/hierba luisa, la formulación C (60/40) fue mejor aceptada, siendo los resultados estadísticamente diferentes a las muestras A y B, con igual nivel de confianza (95%).

Organolépticamente, las dos infusiones presentaron un olor agradable con coloraciones ocre claro (amarillento). En relación al sabor es discretamente picante por la presencia de la *M. oleifera*, recomendando endulzar al gusto de cada consumidor.

Una vez preparada las dos infusiones se evaluaron los parámetros de calidad que permiten su caracterización, resultados que se determinaron sin endulzar la bebida (tabla 5). Como se puede apreciar, lo más importante a señalar es que ambas infusiones, además de resultar sensorialmente aceptadas, aportan compuestos fenólicos a los cuales se les atribuye, fundamentalmente, el poder antioxidante.

La infusión que combina moringa/mastranto (A) logró aportar mayor cantidad de tales metabolitos y consecuentemente, la concentración necesaria para inhibir el 50% del radical libre DPPH (IC₅₀), es inferior. Resulta interesante señalar que, precisamente, en esta combinación la moringa se presenta en la mayor proporción ensayada, lo cual sin lugar a dudas contribuye de manera significativa en el resultado obtenido.

Las formulaciones diseñadas podrían, sobre la base de los estudios realizados, sugerirse como posibles alimentos funcionales, debido a que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos nutricionales básicos y beneficiosos para una o varias funciones del organismo. Por tal motivo, propiciarían mejoras para la salud humana, incluso con efecto preventivo para determinadas enfermedades, debido a su capacidad antioxidante.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvis, A., Martínez, W., y Arrazola, G. (2012). Obtención de extractos hidroalcohólicos de limoncillo (*Cymbopogon citratus*) como antioxidante natural. *Inf. Tecnol.* 23(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000200002>.

Andrighetti-Fröhner, C., Sincero, T. C. M., Da Silva, A. C., Savi, L. A., Gaido, C. M., Bettega, J. M. R., ... Barardi, C. R. M. (2005). Antiviral evaluation of plants from brazilian atlantic tropical forest. *Fitoterapia*, 76(3-4), 374-378. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.03.010>

Berteau, C., Buffa, G., Tesio, M., Camusso, W., Bossi, S., Scannerini, S., ... Mucciarelli, M. (2003). The C4 biochemical pathway, and the anatomy of lemon grass (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) cultivated in temperate climates. *Plant Biosyst.* 137(2), 175–184. <https://doi.org/10.1080/11263500312331351441>.

Bonal, R., Rivera, R., y Bolívar, M. (2012). *Moringa oleifera*: Una opción saludable para el bienestar. *Medisan*, 16 (10), 1586–1599. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192012001000014

Bradford, MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 1976, 72(1-2), 248-54. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)

Burgos, K.A. y Reyes, M.G. (2018). Infusión de hojas de *Moringa oleifera* (moringa) e *Hibiscus sabdariffa* (flor de jamaica). (Tesis de pregrado) Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

Campo, M., Sojos, C.G., Bastidas, E.V., Silva, K.M., Matute, N.L., Cun, J.V.....Márquez, I. (2019). Infusión de hojas de *Moringa oleifera* L. (moringa) y cascarrilla de *Theobroma cacao* L. (cacao). *Rev. Cub. Plantas Medicinales*, 24(1). Recuperado de <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/803/357>

Canett, R., Arvayo, K., y Ruvalcaba, N. (2014). Aspectos tóxicos más relevantes de *Moringa oleifera* y sus posibles daños. *Rev. Ciencias Biológicas y la Salud*,

16(2), 36–43. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/biotecnia/articulo/aspectos-toxicos-mas-relevantes-de-moringa-oleifera-y-sus-posibles-danos>

Chang, C. M. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 178–182. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/oaf3/a619958c266bf0f6281a24280c909d15c742.pdf>

Chies, C., Branco, C., Scola, G., Agostini, F., Gower, A., y Salvador, M. (2013). Antioxidant effect of *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown. *Antioxidants*, 2(4), 194–205. <https://doi.org/10.3390/antiox2040194>.

Cui, K., Luo, X., Xu, K., y Ven, M. R. (2004). Role of oxidative stress in neurodegeneration: recent developments in assay methods for oxidative stress and nutraceutical antioxidants. *Prog. Neuro-Psychopharmacology Biol. Psychiatry* 28(5), 771–99. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2004.05.023>

Farmacopea Española. Real Farmacopea Española (2002). Ministerio de Sanidad y Consumo, por mandato de la Ley 25/1990, de 20 de diciembre, del Medicamento: Madrid. España.

Fernández, B., y Castro, R. (2013). Producción científica cubana sobre plantas medicinales y productos naturales a partir de la base de datos PlantMedCUBA, 1967-2010. *Rev. Cub. Plantas Med.* 18(3), 348–60. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v18n3/pla03313.pdf>

Fuglie, L. J. (2001). Combating malnutrition with moringa. Pp. 117-136 in J. Lowell Fuglie, ed. *The miracle tree: the multiple attributes of moringa*. CTA Publication, Wageningen, the Netherlands.

Geetha, T. S., y Geetha, N. (2014). Phytochemical screening, quantitative analysis of primary and secondary metabolites of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. Leaves from Kodaikanal Hills, Tamilnadu. *Int. J. PharmTech Res.* 6(2), 521–29. Recuperado de [http://sphinxsai.com/2014/PTVOL6/PT=17\(521-529\)AJ14.pdf](http://sphinxsai.com/2014/PTVOL6/PT=17(521-529)AJ14.pdf)

Gopalakrishnan, L., Doriya, K., y Kumar, D. S. (2016). *Moringa oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food science and human wellness*, 5(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.04.001>

Guaycha, N., Jaramillo, C., Cuenca, S., Tocco, J., y Márquez, I. (2017). Estudios farmacognósticos y toxicológicos preliminares de hojas, tallo y raíz de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Rev. Cienc. UNEMI*, 10(22), 60–8. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss22.2017pp60-68p>

Guzmán, S., Cardozo, R., y García, V. (2004). Desarrollo Agrotecnológico de *Lippia alba* (Miller). *Rev. científica Guillermo Ockham*, 7(1), 201–15.

Guzmán, S., y Díaz, V. (2017). Diversidad en la composición fenólica y capacidad antioxidante de colectas de moringa del estado de Chiapas. *Rev. Mex. Ciencias Agrícolas* 8(7), 1641–45. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.518>

Hennebelle, T., Sahpaz, S., Gressier, B., Joseph, H. y Bailleul, F. (2008). Antioxidant and neurosedative properties of polyphenols and iridoids from *Lippia alba*. *Phytother Res* 22, 256–58. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000110&pid=S1415-4757201100030001900021&lng=en

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Hierbas aromáticas. Requisitos. NTE INEN 2392:2013. Recuperado de <https://docplayer.es/55643171-Hierbas-aromaticas-requisitos.html>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Hierbas aromáticas. Requisitos. NTE INEN 2392:2017-04. Recuperado de https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2392-2.pdf

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., y Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: an overview. *International journal of molecular sciences*, 16(6), 12791–835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>

- Linares, C., Quiñones, J., Pérez, A., Carvajal, C., Rivas, M., Cid, G.,Capdesuñer, Y. (2018). Obtención de extractos fenólicos foliares de *Moringa oleifera* Lam mediante el uso de diferentes métodos de extracción. *Biotechnol. Veg.* 18(1), 47-56. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/575>
- Llerena, W. T., Ah-Hen, K., y Lemus-Mondaca, R. (2017). Caracterización de una infusión de cascarrilla de cacao (*Theobroma cacao* L. var. Arriba) con hierbas aromáticas. *Agro sur*, 45(3), 47-55. Recuperado de <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/5905>
- López, M. A., Stashenko, E. E., y Fuentes, J. L. (2011). Chemical composition and antigenotoxic properties of *Lippia alba* essential oils. *Genetics and molecular biology*, 34(3), 479-88. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572011005000030>
- Mesa-Arango, A.C., Montiel-Ramos, J., Zapata, B., Duran, C., Betancur-Galvis, L. y Stashenko, E (2009). Citral and carvone chemotypes from the essential oils of Colombian *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown: Composition, cytotoxicity and antifungal activity. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 104, 878-84. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000116&pid=S1415-4757201100030001900024&lng=en
- Miranda, M., y Cuéllar, A. (2000). *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales*. Ciudad Habana. Cuba. Editorial Félix Varela.
- Miranda, M.; Cuéllar, A. (2001). *Farmacognosia y Productos Naturales*. La Habana, Cuba, Editorial Félix Varela.
- Mohammad, A. (2015). Chemistry and antioxidant activity of plants containing some phenolic compounds. *Chem. Int.* 1 (1), 35-52.
- Murillo, E., Ortíz, H., Sánchez, W., Suescún, F., Yara, E., y Méndez, J. (2008). Screening de extractos vegetales para actividad antioxidante: Un estudio comparativo de algunas especies medicinales de uso popular en el Tolima. *Asoc. Colomb. Ciencias Biol.*, 1(20), 20-33. Recuperado de <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/56>
- Nambiar, V. S., y Matela, H. (2012). Potential functions of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) in health and disease. *Int. J. Pharm. Biol. Arch.* 3(5), 1035-1043. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234007840_Potential_Functions_of_Lemon_Grass_Cymbopogon_citratus_in_Health_and_Disease
- Negrelle, R. R. B., y Gomes, E. C. (2007). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: Chemical composition and biological activities. *Rev. Bras. Pl. Med.*, 9(1), 80-92. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/oaf7/c90coec2b89f32c5104aec34147bcdae0898.pdf?_ga=2.218558105.1266972491.1584653255-809417994.1548781131
- Neha, K., Haider, M. R., Pathak, A., y Yar, M. S. (2019). Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 178, 687-704. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.06.010>
- Olson, M., y Fahey, J. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Rev. Mex. Biodivers*, 82, 1071-1082. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532011000400001&script=sci_abstract
- Organización Mundial de la Salud. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023 (2013). Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21201es/s21201es.pdf>
- Pino-Alea, J.A., Ortega-Luis, A.G., Rosado-Pérez, A., Rodríguez-Jorge, M. y Baluja, R. (1996) Composición y propiedades antibacterianas del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. *Rev Cubana Farm*, 30, 29-35. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000130&pid=S1415-4757201100030001900031&lng=en
- Prieto, J., González, C., Román, A., y Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por

metales pesados provenientes de suelos y agua. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*, 10, 29–44.

Rojas, J., Ronceros, S., Palacios, O., y Sevilla, C. (2012). Efecto anti-*Trypanosoma cruzi* del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (hierba luisa) en ratones Balb/c. *An Fac Med.*, 73(1), 7–12. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832012000100002

Rojas-Angulo, R., Yanez-Jara, F., Hernández, I. M., & Campo-Fernández, M. (2020). Evaluación farmacognóstica de hojas y extractos de *Coriandrum sativum* L. de diferentes procedencias. *CIENCIA UNEMI*, 13(33), 73–84. <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1049/1095>

Schovelin-H, A., y Muñoz-C, M. (2018). Antibacterial effect of oregano infusion (*Origanum vulgare*) on in vitro growth of *Streptococcus mutans*, 2015. *International journal of odontostomatology*, 12(4), 337–342. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2018000400337>

Sermini, C., Acevedo, M., y Arredondo, M. (2017). Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*, 34(4), 690–98. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3182>.

Shah, G., Shri, R., Panchal, V., Sharma, N., Singh, B., y Mann, A. S. (2011). Scientific basis for the therapeutic use of *Cymbopogon citratus*, stapf (lemon grass). *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 2(1), 3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3217679/>

Shah, G., Kaur, M., Dhabilitya, F., y Shri, R. (2012). Pharmacognostic standardization of *Cymbopogon citratus* (Dc.) Stapf Leaves. *Pharmacogn. J.*, 4(29), 19–25. <https://doi.org/10.5530/pj.2012.29.3>

Stanojević, L. S. (2009). Antioxidant activity and total phenolic and flavonoid contents of *Hieracium pilosella* L. extracts. *Sensors*, 9(7), 5702–14. <https://doi.org/10.3390/s90705702>

Stashenko, E., Martínez, J., Durán, D., Córdoba, Y., y Caballero, D. (2014). Estudio comparativo de la composición química y la actividad antioxidante de los

aceites esenciales de algunas plantas del género *Lippia* (Verbenaceae) cultivadas en Colombia. *Rev. - Acad. Colomb. Ciencias Exactas, Físicas y Nat.* 38, 89–105. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.156>.

Teixeira, G., Siqueira, J., Lima, W., Ferreira, L., Duarte, J., y Alves, L. (2018). Phytochemical characterisation and bioprospection for antibacterial and antioxidant activities of *Lippia alba* Brown Ex Britton & Wilson (Verbenaceae). *Nat. Prod. Res.*, 32(6), 723–31. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1335727>.

Teixeira-Duarte, M.C., Figueira, G.M., Sartoratto, A., García-Rehder, V.L. y Delarmelina, C. (2005). Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. *J Ethnopharmacol*, 97, 305–11. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000154&pid=S1415-4757201100030001900043&lng=en

Thierry, H., Sahpaz, S., Gressier, B., Joseph, H., y Bailleul, F. (2008). Antioxidant and neurosedative properties of polyphenols and iridoids from *Lippia alba*. *Phyther. Res.*, 22(1), 256–58. <https://doi.org/10.1002/ptr>

Torres, J., Sinagawa, S., Martínez, G., López, A., Sánchez, E., Aguirre, V.,Gutiérrez, A. (2013). *Moringa oleifera*: Phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. *Rev. Int. botánica Exp.*, 82, 193–202. Recuperado de https://www.academia.edu/28778053/Moringa_oleifera_phytochemical_detection_antioxidants_enzymes_and_antifungal_properties

Velázquez, M., Peón, I., Zepeda, R., y Jiménez, M. (2016). Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Potential uses in agriculture, industry and medicine. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.*, 22(2), 95–116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.07.018>.

Villegas-Novoa, C., Moreno-Jiménez, M. R., y Rocha-Guzmán, N. E. (2020). Infusión de la planta medicinal *Buddleja scordioides* Kunth utilizada para tratar la inflamación intestinal. *Ciencia UAT*, 14(2), 21–33. Recuperado de <http://www.cursodemantenimiento.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/1287>

World Health Organization. (2011). Quality control methods for herbal materials. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44479/9789241500739_eng.pdf

Yara, E., Suescun, F., Murillo, E., y Méndez, J. (2007). Tamizaje fitoquímico y actividad antioxidante de extractos acuoso y orgánicos de *Justicia pectoralis* Jacq. (amansa toros) y de volátiles y no volátiles de *Lippia alba* Mill (pronto alivio) cultivadas en diferentes

pisos térmicos. *Sci. Tech.* 1(33), 349–50. <http://dx.doi.org/10.22517/23447214.5853>

Zétola, M., de Lima, T.C.M., Sonaglio, D., González-Ortega, G., Limberger, R.P., Petrovick, P.R. y Bassani, V.L. (2002). CNS activities of liquid and spray-dried extracts from *Lippia alba* –Verbenaceae (Brazilian false melissa). *J Ethnopharmacol*, 82, 207-15. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000170&pid=S1415-4757201100030001900051&lng=en

Elaboración de un instrumento de auditoría que evalúa la seguridad lógica aplicable en servidores en Instituciones Públicas de Educación Superior de la Zona 5 del Ecuador

Mario, Chifla-Villón^{1*}; Luis, Puma-Aucapiña²; Kléber, Villacís-Real³

Resumen

La globalización informática a nivel mundial lleva a las Instituciones Públicas de Educación Superior de la República del Ecuador a precautelar la seguridad de la información, de sus activos de información a través de auditorías en los servidores web. La importancia de evaluar la seguridad lógica de estos servidores radica en la relación de seguridad de la información, el análisis y la selección de estándares que permitan una alineación en los controles de seguridad y sus técnicas de validación a través de instrumentos fiables y relevantes. El objetivo de esta investigación es diseñar un instrumento que permita auditar a servidores con aplicaciones web basados en la norma ISO 27002:2013. Para este estudio se consideró una investigación cualitativa descriptiva que permitiera reflejar la actitud humana frente al uso y el control de seguridad de la información, seguridad de activos de información y decretos ejecutivos que llevó al análisis de las normas ISO 27002:2013 y NIST 800-53 R4. Se crea un instrumento con 82 ítems con una validez y confiabilidad que lo brinda el focus group y el juicio de expertos, que permite alcanzar planes correctivos de los servidores web, sus vulnerabilidades y la adopción sobre medidas de seguridad para las IES evitando pérdidas económicas o retraso en la entrega de servicios informáticos lo que podría conllevar a deteriorar la reputación de la organización.

Palabras clave: seguridad de la información, seguridad de activos de información, auditoría de servidores web, ISO 27002, NIST 800-53.

Preparation of an audit instrument that evaluates the logical security applicable in servers in Public Institutions of Higher Education of Zone 5 of Ecuador

Abstract

The globalization of information worldwide has led the Public Institutions of Higher Education of the Republic of Ecuador to protect the security of their information assets through audits of web servers. The importance of evaluating the logical security of these servers lies in the information security relationship, the analysis and selection of standards that allow an alignment in security controls and their validation techniques through reliable and relevant instruments. The aim of this research is to design an instrument that allows auditing servers with web applications based on the ISO 27002:2013 standard. For this study a qualitative descriptive research was considered to reflect the human attitude towards the use and control of information security, information asset security and executive decrees that led to the analysis of the ISO 27002:2013 and NIST 800-53 R4 standards. An instrument with 82 items was created with a validity and reliability provided by the focus group and the judgement of experts, which allows to reach corrective plans of the web servers, their vulnerabilities and the adoption of security measures for the HEIs avoiding economic losses or delays in the delivery of IT services which could lead to the deterioration of the reputation of the organisation.

Keywords: information security, information asset security, web server audit, ISO 27002, NIST 800-53.

Recibido: 03 de junio de 2020

Aceptado: 07 de septiembre de 2020

¹ Estudiante de Maestría en Auditoría de Tecnologías de Información; Universidad Espíritu Santo - Ecuador; mchifla@uees.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0001-6535-4617>

² Estudiante de Maestría en Auditoría de Tecnologías de Información; Universidad Espíritu Santo - Ecuador; luispuma@uees.edu.ec

³ Magister en Auditoría en Tecnologías de la Información; Universidad Espíritu Santo - Ecuador; kvillacis@uees.edu.ec

*Autor para correspondencia: mchifla@uees.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, la innovación tecnológica, la competencia desarrollada en los mercados de telecomunicaciones luego de las privatizaciones y apertura, el despliegue de redes de infraestructura y la convergencia, han permitido que una mayor cantidad de personas estén integradas y conectadas mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) no sólo a nivel de su región o país sino con el mundo (Ponce Regalado y Rojas Sifuentes, 2010).

De acuerdo con Nugroho (2014) en los hogares latinoamericanos las desigualdades se presentan en dos dimensiones. La primera dimensión hace referencia al retardo que tienen en comparación con los países desarrollados. La segunda dimensión, hace referencia a diversos factores, citando algunos: niveles de remuneración salarial, ubicación geográfica entre otros. En vista de estas descompensaciones la Red Latinoamericana de Portales Educativos (RELPE), en cooperación de 16 países de la región, optaron por el uso de las TICs en la educación con el fin de superar la brecha digital. Países como Costa Rica, Chile, Brasil y México son pioneros en la implementación de Informática Educativa (Sunkel, 2006). Si bien es cierto que las TICs no se pueden desarrollar de forma uniforme en todos los países ni en sus regiones, en América Latina, particularmente el Ecuador se ha contemplado un incremento en el uso de las TICs como lo denota el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en específico el uso de computadoras, acceso a internet (área urbana, rural y nacional), uso de teléfonos inteligentes, frecuencia de uso de internet, de igual manera se ha visto un decremento del analfabetismo digital entre otros (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017).

En las Instituciones de Educación Superior (IES) de América Latina, la Conferencia de Universidades Españolas (CRUE) ha realizado un estudio en el cual participaron 41 universidades enfocándose en la Enseñanza – Aprendizaje, Investigación, Procesos de Gestión, Gestión de la Información, Formación y Cultura de TI y Organización de las TI (Fernández Martínez y Llorens, 2013). La evaluación se realizó mediante el Modelo de Gobierno de TI para las Universidades (GTI4U) que se basa en la Norma de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) 38500, la cual establece niveles de madurez

y un conjunto de buenas prácticas con indicadores de alto grado de exigencia para el cumplimiento (Organization International Standardization, 2015). Los resultados obtenidos muestran que en la región existe un sólido punto de inicio para posteriores políticas globales de desarrollo universitarias, una alineación de los objetivos de TI con los objetivos de la organización, posibles mejoras sin aumento de gastos en TI, situándolas en un nivel de madurez cercano al 2 (Repetible: El principio está inmaduro, aunque los procesos de Gobierno de TI siguen un patrón regular) según la escala de madurez propuesta por GTI4U (Gumbau Castelló, 2016). Como lo expone Morales Carrillo, Avellán Zambrano, Mera Cantos, y Zambrano Bravo (2019) cuanto más se extienda el uso de Internet en nuestro país y se aumente la dependencia a las infraestructuras y tecnologías informáticas, el nivel de vulnerabilidad se incrementará, por tal motivo aparece la disciplina de la seguridad de la información. De acuerdo con Da Veiga y Eloff (2007), la seguridad de dicha información engloba la tecnología, los procesos y las personas con el propósito de mitigar las amenazas a la información, empleando diferentes medidas técnicas, entre las cuales existen: software especializado en antivirus y antispyware, dispositivos biométricos hasta llegar a los firewalls. Para una correcta gestión de la seguridad de la información se debe adoptar alguna norma o estándar que sea probado por organismos internacionales, por ejemplo: ISO 27000, NIST SP entre otros.

Existe registros de ataques cibernéticos perpetrados exitosamente a nivel mundial con costos que superan los 575.000 millones de dólares a nivel mundial, siendo Latinoamérica afectada por un monto de alrededor de 90.000 millones de dólares; las organizaciones que han sido atacadas tienen diferentes giros de negocio como es el caso de las distribuidoras de gas (Rusia 1982), programas nucleares (Irán 2010), IES (Estados Unidos 2013) entre otros. Ante dichos acontecimientos el mundo vio la necesidad de crear protecciones, normas, leyes que condenen dichos actos. En la región de Latinoamérica, conformada por 20 países, se ha visto un especial énfasis en la creación de estrategias de ciberseguridad. Siendo los pioneros Colombia, Panamá, Paraguay, Chile y Costa Rica que tienen como factor denominador la protección de la

privacidad, respuestas a ataques y socialización de la ciberseguridad (Hernández, 2018).

Las IES del Ecuador que, de acuerdo con lo estipulado en las normas técnicas de control interno según el Acuerdo de la Contraloría General del Estado 39 Registro Oficial Suplemento 87 de 14-dic-2009 Última modificación: 30-jun-2016 Estado: Reformado, indican en el Grupo 410 correspondiente a Tecnología de la información, que la Unidad Tecnológica de Información es la responsable de que las actividades y procesos de tecnología de información estén regularizadas y estandarizadas. De igual manera en el subgrupo 10 de Seguridad de tecnología de Información (410-10), la unidad tecnológica de información será la encargada de implementar y administrar las seguridades de tipo hardware y software con el afán de corregir las vulnerabilidades e incidentes de seguridad identificados con el objetivo de proteger y salvaguardar la información (Contraloría General del Estado, 2016). Además, siguiendo el cumplimiento de las leyes, el acuerdo ministerial nro. 166 decreta que la seguridad de la información, la Seguridad Informática y de las Tecnologías de la Información y Comunicación en referencia ha desarrollado el Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información (EGSI), elaborado en base a la norma NTE INEN-ISO/IEC 27002 "Código de Práctica para la Gestión de la Seguridad de la Información" (Secretaría Nacional del Ecuador - Administración Pública., 2013).

La Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA) realizó el estudio de la seguridad de la información en las IES del Ecuador (Pineda, Córdova, y Pérez, 2014), a partir de una muestra de once IES, 55% del sector privado y 45% del sector público. El 82% no dispone de presupuestos exclusivos para seguridad de información, el 91% no cuenta con líneas de investigación en seguridad de la información y las IES que disponen de seguridad la información utilizan la familia de las norma ISO 27000. Dichas falencias han provocado que las IES sean objetivos de ciberataques entre los cuales se destacan: malware, accesos no autorizados a sistemas o información, phishing, suplantación de identidad, denegación de servicios e incumplimientos de políticas de seguridad de la información. Históricamente la infraestructura

de TI debía ser propia, encargada de velar por el mantenimiento, configuración, seguridad de la información y de los dispositivos físicos. Como lo indica Pourzargham (2015) como parte esencial de la infraestructura los servidores cumplen trabajos específicos dentro de la organización; siendo de varios tipos por ejemplo de bases de datos, ftp, email y el más sensible el web.

Como lo explica Li y Xue (2014) las organizaciones han optado por contratar servicios de proveedores de servicios de nube para reducir los costos, la utilización de servicios de plataformas web, teniendo como características que su uso se expande a nivel mundial, se puede emplear para intercambio de información de tipo pública o confidencial, entregar servicios, acceso remoto, compatibilidad multiplataforma entre las más importantes; sin dejar al lado el tema de la seguridad de la información que era total responsabilidad de la organización ahora pasa a ser compartida con el proveedor de servicios debido a que las aplicaciones son creadas por humanos y pueden existir vulnerabilidades indetectables, así también la seguridad lógica del servidor puede estar comprometida teniendo puertos abiertos innecesariamente, configuraciones por defecto entre otras, lo que permite explotar vulnerabilidades. De acuerdo con Kavis (2014) la seguridad no está completa si no se aplica una auditoría, a la cual la define como la solución completa para resolver el tema de seguridad porque se encarga de la seguridad y cumplimiento, cifrado de datos, fortalecimiento del entorno, gestión de copias de seguridad y recuperación entre otras actividades con el fin de mantener la triada confidencialidad, integridad y disponibilidad (CID) de la información. Los auditores son los responsables de validar que sus clientes aborden adecuadamente una colección de controles y procesos para recibir un sello de aprobación para satisfacer los requisitos de un conjunto dado de restricciones según lo definido por un conjunto de leyes que gobiernan. Los auditores lo deben realizar basándose en los diferentes estándares existentes, por ejemplo: ISO27001, ISO 27002, SSAE-16, Directive 95/46/ec, Directive 2002/58/ec, SOX, PCI DSS, HIPAA, FedRAMP, FIPS, FERPA.

Para esta investigación se diseñará un instrumento que permite evaluar la seguridad lógica de los servidores web basados en la norma ISO

27002.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Seguridad de la Información

Como lo indica Kritzinger y Smith (2008) las organizaciones manejan diversos activos siendo la información parte de los activos importantes. Dicho eso, se la debe blindar con obligatoriedad debido a que algunas organizaciones son las proveedoras de ingresos económicos, ayudan a tener cierta ventaja competitiva y diferenciándolas del resto de compañías (Kumah, Yaokumah, y Okai, 2019); entonces aparece el término de seguridad de la información: el cual se encarga de proteger a la información garantizando la disponibilidad, confidencialidad y la integridad de la información (Aljifri y Navarro, 2003, citado por Kritzinger y Smith, 2008). Por otro parte, Da Veiga y Eloff (2007) concuerdan que la seguridad de la información engloba a tecnología, procesos y personas con el propósito de mitigar las amenazas a la información, empleando diferentes medidas técnicas, citando algunas: software especializado en antivirus y antispyware, dispositivos biométricos hasta llegar a los firewalls.

Así mismo Lewis (2000) citado por Kritzinger y Smith (2008) define a la gestión de la información como la encargada de mantener libre de riesgos, amenazas y vulnerabilidades a la seguridad de la información, dichas prácticas deben ser integradas a las labores diarias. Parte fundamental para lograr lo mencionado es la creación de conciencia en todos los miembros de la organización; la alta gerencia debe encargarse de la aprobación de las políticas de seguridad y monitorear el cumplimiento.

Seguridad de Infraestructura

Las organizaciones han identificado como punto crítico a la infraestructura de TI debido a que soportan los procesos operativos que ayudan al cumplimiento de los objetivos comerciales; dichas infraestructuras están compuestas por los sistemas y servicios de software básicos y complementarios, activos de hardware, redes informáticas y soporte de servidores, actividades y servicios subcontratado, recursos humanos (Damyanov, 2019). De acuerdo con Pourzargham (2015) los servidores proporcionan servicios específicos dentro de una organización siendo de varios tipos por citar algunos: bases de

datos, web, ftp, email entre otros. En esa misma línea, destaca que, brindar seguridad a dichos componentes es tarea difícil para el personal de TI debido a las diversas conexiones que se puede tener dentro de la organización y las personas externas que cumplen algún rol.

Según Sedaghat, Haghparast y Maeen (2018) las organizaciones son las encargadas en la protección de datos y la protección de los recursos de datos que incluye CID de la información y los servicios que con frecuencia se declaran y publican como la tríada de la confidencialidad, integridad y disponibilidad (CID). Con el propósito de evitar intrusiones a la seguridad que pueden llevar a la pérdida, eliminación o sustracción de la información personal o empresarial, existen casos documentados que indican cómo fue vulnerada la seguridad y sus consecuencias, pudiendo mencionar: (a) Monster, un portal de trabajo fue pirateado y la información privada de más de 1.3 millones de personas fue robada en 2007; (b) FlexiScale, proveedor de servicios en la nube; un ingeniero eliminó uno de los principales volúmenes de almacenamiento y quedaron sin servicios hasta recuperar toda la información; (c) Zoho, el error de un usuario provocó que se pueda leer los documentos de otros usuarios de una manera desconocida; (d) un recaudador de impuestos alcanzó involuntariamente cientos de archivos de impuestos privados.

Auditoría

Desde la posición de Allinson (2001) el término de auditoría se acostumbraba a relacionarlo con la disciplina de contabilidad y vincularse a la comprobación de la fiabilidad financiera de una organización, sin embargo, con el pasar del tiempo la auditoría se ha convertido en un proceso en el que se mantiene un registro de una serie particular de eventos para proporcionar evidencia en el caso de una disputa, garantizando el cumplimiento de ciertas reglas y regulaciones, además de verificar la efectividad de los sistemas de control y proporcionar evidencia en el caso de actividad criminal los cuales se los conoce como registros de auditoría.

Ciertamente existen diversos criterios para auditoría, pero diversos autores presentan semejanzas al determinar su concepto. Vroom y Von Solms (2004) la definen como “el examen independiente de la información financiera de cualquier entidad, ya sea

con o sin ánimo de lucro, independientemente de su tamaño o forma legal, cuando tal examen es realizado con el fin de expresar una opinión al respecto” (p. 2).

Por consiguiente, la auditoría es un proceso orientado a la seguridad, encargado de revisar que se cumplan las diferentes políticas, controles técnicos, procesos, procedimientos que una organización disponga con el fin de asegurar sus activos críticos.

Para el caso de auditorías de sistema de información (SI), ISACA (2014) define a la auditoría de SI como un proceso que trata de identificar el riesgo y los controles apropiados para mitigar el riesgo a un nivel aceptable. Para Herath y Herath (2014) las auditorías pueden garantizar que los SI estén adecuadamente controlados, sean seguros y funcionen según lo previsto y pueden desempeñar un papel integral en la gestión de riesgos empresariales. La auditoría de SI genera registros digitales y documentación física que se debe recolectar siguiendo los procedimientos adecuados para que la evidencia sea segura, confiable y aceptable desde el plano legal; pudiendo llegar a ser evidencia contundente durante investigaciones de delitos informáticos.

Clasificación de Auditorías.

Como lo expresa Jackson (2010) los tipos de auditorías dependen del análisis que se realice a la arquitectura que se desee intervenir siendo que pueden ser desde una simple opinión hasta unas auditorías completas basadas en la norma ISO 27001 como lo recomienda. La clasificación que indica es: Revisión de seguridad, Evaluación de seguridad y Auditoría de seguridad.

Por otra parte, Onwubiko (2009) indica que al estar conectados permanentemente las vulnerabilidades incrementan como es el hecho de estar conectado a diversas redes, para lo cual ha identificado diferentes auditorías que tienen como objetivo determinar la seguridad de la información y asegurar sus activos críticos. Por consiguiente, la clasificación que indica es: Técnico de sistemas de información, Eficiencia de los sistemas de información, Evaluación de sistemas de información, Evaluación de software, y Auditoría de seguridad de la información.

Además, los autores mencionados indican diversas técnicas con las que se pueden abordar las diferentes auditorías expuestas; dicho eso se puede concluir que existen dos tipos de auditorías,

la primera: Revisión técnica de seguridad que se encarga de realizar pruebas de intrusión empleando técnicas de pruebas de penetración, escaneo de vulnerabilidades, análisis de riesgo; la segunda: Auditoría de cumplimiento que tiene por objetivo la revisión de cumplimiento de políticas, normas, estándares y buenas prácticas.

Auditorías de Servidores Web.

Kavis (2014) describe a la auditoría de servidores web como el proceso encargado en la seguridad y cumplimiento, cifrado de datos, fortalecimiento del entorno, gestión de copias de seguridad y recuperación entre otras actividades de los principales servicios con el fin de mantener la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información. Para que la auditoría sea válida debe cumplir con las leyes regionales adoptando alguna norma o estándar certificado, por nombrar algunos: la familia de las ISO 27000, SSAE-16, Directive 95/46/ec, Directive 2002/58/ec, SOX, PCI DSS, HIPAA, FedRAMP, FIPS, FERPA, COBIT, ITIL.

Da Silva y De Barros (2017), Kavis (2014), Onwubiko (2009) concuerdan que las familias de las ISO 27000 son las adecuadas para manejar la seguridad.

Estándares

Serie ISO 27000

De acuerdo con Disterer (2013) el estándar fue creado por la asociación de profesionales británicos en 1993 y publicado como las mejores prácticas para la gestión de la seguridad de la información. En el 2005, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) las valoró y fundó la serie ISO 27000 que corresponde a estándares para la creación y operación de sistemas de gestión de seguridad de la información (SGSI). Como lo indica International Organization for Standardization ISO/IEC (2013), ISO 27001 es una de las más aceptadas a nivel mundial por ser un estándar certificable, siendo una guía para gestionar un SGSI que indica controles a emplearse en la seguridad, además permite evaluar el cumplimiento de la norma.

ISO 27002 detalla los requerimientos de la ISO 27001, es un complemento que especifica las mejores prácticas de la seguridad de la información para una organización, teniendo en cuenta desde

la seguridad física hasta la seguridad de recursos humanos. Se encuentra estructurada en 14 cláusulas, abarca 35 categorías y 114 controles.

NIST SP 800-53

El Instituto Nacional de Normas y Tecnología de los Estados Unidos (National Institute of Standards and Technology - NIST, 2013) publicó un catálogo de controles de seguridad y privacidad para la seguridad de la información llamado NIST SP 800-53 apoyado en la ley federal de administración de seguridad de la información (FISMA), que proporciona, según Jackson (2010), diversos tipos de controles de seguridad para el cumplimiento con los requisitos de seguridad de la información y gestión de riesgos. Tariq et al. (2016) indican que se encuentran divididas en 18 familias con controles según la familia, NIST propone una serie de procesos que gestiona la seguridad de la organización de forma holística tratando la seguridad y protección de los activos, la protección física y ambiental, la gestión de riesgos y especialmente la gestión de programas.

III. METODOLOGÍA

Este estudio toma el método de investigación evaluativa usado para implementación de programas o instrumentos en el área de educación en general incluidas la de Educación Superior a través del planteamiento de objetivos, indicadores y criterios (Martinez Olmo, 2016).

Como medición del resultado alcanzado en esta investigación se trazó el objetivo: Diseñar un instrumento de auditoria que evalúa la seguridad lógica aplicable en servidores en instituciones públicas de Educación Superior de la Zona 5 del Ecuador; en lo cuantificable del objetivo el indicador es la incorporación del 100% de las instituciones públicas de Educación Superior de la Zona 5 y el estándar deseable es la construcción del instrumento con su validación.

Desde el punto de vista funcional la investigación evaluativa cumple con las siguientes actividades:

El propósito y objeto de evaluación es el diseño de un instrumento de auditoria que evalúa la seguridad lógica que se complementa al objeto de evaluación que son los servidores web de las instituciones públicas de Educación Superior de la Zona 5 conformadas por: a) Universidad Estatal de Milagro;

b) Universidad Técnica de Babahoyo; c) Universidad Técnica Estatal de Quevedo; d) Universidad Estatal de Santa Elena y e) Universidad Estatal de Bolívar. Son consideradas por la similitud en sus procesos académicos y administrativos que son regulados por Consejo de Educación Superior (CES), Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) y el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES). Estos encuentros permiten crear la primera versión del instrumento.

Las audiencias y el juicio a emitir se desarrollan a través de: a) Focus group y b) Juicios de expertos, estas son técnicas investigativas de carácter cualitativa y de participación.

El Focus group permite congregarse a un equipo de profesionales (Roussos, Roussos, y Roussos, 2014); para el estudio se consideran las instituciones públicas de la Zona 5 que analizan sobre temas de seguridad lógica de servidores web, normas para seguridad lógica de servidores web: estructuras y controles de seguridad, infraestructura, networking y se realiza una evaluación a la primera versión de un instrumento para revisión de seguridad lógica de servidores web en Instituciones Públicas de Educación Superior (IES). Y guiado por los investigadores. Para conformar el focus group se desarrollaron tres etapas: a) reclutamiento, a partir de un análisis de perfiles profesionales basados en los temas a tratar y en el conocimiento certificado de actividades académicas por parte de los investigadores; b) moderación, a través de la participación de video conferencia; c) elaboración de informe, que permitió crear una segunda versión proveniente de las observaciones de los participantes.

El Juicio de experto se fundamentó en lo planteado por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008), en cuanto a la participación de profesionales en el área de arquitectura de servidores; seguridad de la información y networking reconocidos en la educación superior quienes aportaron con observaciones y recomendaciones para elaborar una tercera versión del instrumento.

El instrumento diseñado en la tercera versión es el indicador que genera la información para alcanzar planes correctivos de los servidores web, sus vulnerabilidades y la adopción sobre medidas de seguridad para las IES basado en la norma

27002:2013.

Las fuentes de información se basaron en la búsqueda de publicaciones escritas en idiomas de español e inglés; con las palabras claves: “Seguridad de la información”, “Seguridad de activos de información”, “Auditoría de servidores web”, “ISO 27002”, “NIST 800-53”, intercalación de términos con el tema y el título durante el periodo agosto 2019 – febrero 2020. Existió variedad de aportes como artículos científicos relacionados con el tema que no fueron considerados debido la falta de acceso al documento completo por altos costo.

Modelo de valoración.

Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008), presentan los Coeficientes de Concordancia que son un instrumento cuantitativo que permite validar la fiabilidad y relevancia del instrumento de auditoría para evaluar la seguridad lógica de los servidores web de las entidades públicas de Educación Superior de la Zona 5. Se dispone de dos pruebas estadísticas: a) el coeficiente de concordancia de Kendall(W) y b) el coeficiente de concordancia de Kappa.

El coeficiente de concordancia de Kendall se utiliza cuando sus variables son de tipo ordinal que permitió conocer el instrumento de auditoría en concordancia con lo que se evalúa en la seguridad de los servidores web. Se utiliza la escala de orden tipo Likert, en la que cada variable se refleja en el instrumento a través de la medición suficiencia, claridad, coherencia y relevancia; representa un nivel de acuerdo o desacuerdo. Dicho coeficiente está basado en el grado de varianza de la suma de los rangos obtenidos de los diferentes jueces dando como resultado un número que oscila entre 0 y 1, mientras más se acerca a 1 la concordancia se fortalece. Si el resultado es mayor o igual a 0,8 se acepta caso contrario se rechaza.

Desarrollo valorativo

Este estudio toma (Tyler, 1942) del modelo evaluativo por objetivos con el paradigma empírico – analítico.

El proceso de valoración se desarrolló a partir de

una serie de actividades definidas en un cronograma con una duración de un semestre (agosto 2019 - febrero 2020). En referencia a la recogida y el análisis de la información se inicia con un acercamiento a la Universidad Estatal de Milagro por existir mayor accesibilidad a la información y lidera la educación superior de la Zona 5. A través de esta Alma Máter se logra el acercamiento con las IES en jornadas de trabajo, se levanta un acta sobre el estado actual de la seguridad de los servidores webs, dando origen a la primera versión del instrumento.

En referencia a la formulación de juicios de valor se desarrolló a través de los criterios de los investigadores con base en las normas gubernamentales para la creación de los indicadores que se acogerán a un plan correctivo en la seguridad de la información en primera instancia. Posterior, se desarrolla la segunda versión a través de focus group y juicio de expertos; y finalmente, la valoración de los resultados del instrumento origina la creación de la última versión que está valorado para ser evaluado como una propuesta de instrumento de auditoría para evaluar la seguridad lógica aplicada a servidores de IES de la Zona 5.

Participantes

Mediante el Decreto Ejecutivo N. 878, publicado en el Registro oficial N. 268 del 8 de febrero del 2008 de la República del Ecuador se establece la creación de nueve zonas administrativas de planificación a cargo de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), con el fin de identificar las necesidades y soluciones efectivas mejorando las prestaciones de servicios públicos (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador, 2008). Se crearon nuevos niveles administrativos divididos en zonas, distritos y circuitos a nivel nacional.

Las zonas están conformadas por provincias de acuerdo a su cultura, economía y ubicación geográfica, las nueve zonas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de provincias del Ecuador por zonas

NOMBRE	PROVINCIAS
Zona 1	Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos.
Zona 2	Pichincha (a excepción de Quito), Napo, Orellana.
Zona 3	Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza.
Zona 4	Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas
Zona 5	Santa Elena, Guayas (a excepción de Guayaquil, Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos, Galápagos.
Zona 6	Cañar, Azuay, Morona Santiago
Zona 7	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe
Zona 8	Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán
Zona 9	Distrito Metropolitano de Quito.

Al haberse establecido la nueva distribución de las provincias, el Estado ordenó a todas las instituciones estatales asignar sus servicios a las zonas correspondientes. En cuanto a la educación, la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Información (Senescyt) se encargó en la distribución de las 30 Instituciones Públicas de Educación Superior (IES) existentes en el Ecuador.

Para este estudio se tomó como referencia la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), perteneciente a la Zona 5, que se encuentra conformada por a) Universidad Estatal de Milagro; b) Universidad Técnica de Babahoyo; c) Universidad Técnica Estatal de Quevedo; d) Universidad Estatal de Santa Elena y e) Universidad Estatal de Bolívar; debido a la similitud en sus procesos académicos y administrativos que son regulados por Consejo de Educación Superior (CES), Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) y el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES).

Para el estudio se seleccionaron tres profesionales que debían cumplir con los siguientes parámetros: formación académica, plaza de trabajo y experiencia. Los profesionales son ingenieros en sistemas, laboran como directores del área de TI y conocen los recursos operativos de las IES, se dedican a la seguridad de la información. Además de contar con cursos, certificaciones relacionadas con la temática; dos profesionales tienen como experiencia al menos tres años como jefes de área de tecnología de la información y uno dicta cátedra en el programa académico de ingeniería de software en una IES. Ver apéndice B.

Elaboración del Instrumento

Cumpliendo con lo estipulado en el acuerdo ministerial Nro. 166 de la Constitución del Ecuador decreta que la seguridad de la información, la Seguridad Informática y de las Tecnologías de la Información y Comunicación en referencia ha desarrollado el Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información (EGSI); elaborado en base a la norma NTE INEN-ISO/IEC 27002 "Código de Práctica para la Gestión de la Seguridad de la Información" con el objetivo de mitigar los riesgos, proteger la infraestructura gubernamental de ataques informáticos ha dispuesto la adopción de un estándar de seguridad que garantice la confidencialidad, integridad y disponibilidad (CID) de la información (Secretaría Nacional del Ecuador - Administración Pública., 2013).

Por otra parte, existen varias normas para la seguridad de la información de las cuales se ha seleccionado el estándar del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos 800-53 r4 debido a que gestiona la seguridad de la organización de forma holística tratando la seguridad y protección de los activos, la protección física y ambiental, la gestión de riesgos y especialmente la gestión de programas.

Con el fin de obtener un instrumento que sirva para evaluar la seguridad lógica de servidores web se procedió a realizar un análisis comparativo de las estructuras de las normas, por un lado, ISO27002:2013 está compuesta por cláusulas, categorías, controles y guía suplementaria, NIST se conforma de familia, procedimiento, control y guía suplementaria; resultando ser similares y la

posibilidad de alinear sus controles de seguridad. Además, se realizó un análisis cualitativo de las normas para la selección de los controles a emplear en el diseño del instrumento basado en la situación actual de los niveles de seguridad de los servidores web de la organización. Se obtuvo el primer grupo de controles basados en la norma ISO, posteriormente se procedió a evaluar los diversos controles propuestos del estándar NIST para la alineación de las normas, dando como resultado una primera versión del instrumento que consta de 73 ítems provenientes de 12 cláusulas alineados a las dos normas.

Para darle fortaleza al instrumento se realizó un focus group mediante una videoconferencia en la que participaron los profesionales antes mencionados, se dialogó acerca de la seguridad lógica de servidores web, las normas a emplear: estructura y sugerencia de controles, asimismo, se indicaron los ítems del primer diseño del instrumento. Basados en sus criterios,

opiniones y sugerencias, se evidenció la necesidad de crear una nueva versión del instrumento agregando, ajustando y eliminando ítems de diversas cláusulas propuestos en el instrumento con la finalidad de disminuir el sesgo de la investigación.

La segunda versión del instrumento, modificado de acuerdo con las sugerencias del focus group, cuenta con 69 ítems provenientes de 11 cláusulas de las normas alineadas. Luego se procedió a evaluar utilizando la técnica de juicio de expertos, cabe decir que los participantes necesitaron de 8 a 12 días, al finalizar la evaluación los participantes entregaron los resultados con sus respectivas observaciones y recomendaciones. En consecuencia, se elaboró una tercera versión del instrumento conformado por 82 ítems provenientes de 11 cláusulas de las normas alineadas; posteriormente, fue presentado y aceptado por los participantes, revisar la tabla 2.

Tabla 2. Distribución de controles de seguridad del instrumento

CLAUSULA	CONTROLES
Políticas de seguridad	4
Organización de la seguridad de la información	9
Gestión de activos	4
Control de acceso	19
Criptografía	5
Seguridad física y ambiental	4
Seguridad en las operaciones	25
Relaciones con los proveedores	4
Gestión de incidentes de seguridad de la información	5
Aspectos de la seguridad de la información de la gestión de la continuidad del negocio	2
Cumplimiento	1
Total	82

Procedimiento

Como lo indica Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) al crear un instrumento de evaluación, y sin ser particularmente nombrado el recipiente, carece de validez y confiabilidad por lo que se debe aplicar técnicas con el objetivo de hacerlo válido y aplicable. La validez de contenido consiste en qué tan adecuado es el muestreo que hace una prueba del universo de posibles conductas, de acuerdo con lo que se pretende medir (Cohen y Swerdik, 2001, citado por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008). Una de las técnicas de validación es el juicio de expertos, la cual

consiste en una opinión de personas con experiencia y reconocidas como experto en el tema a evaluar, puedan aportar información, evidencia, juicios y valoraciones.

Para aplicar dicha técnica se debe definir un documento con los siguientes características: (1) Definir el objetivo del juicio de expertos; (2); Seleccionar los jueces; (3) Explicitar tanto las dimensiones como los indicadores que está midiendo cada uno de los ítems de la prueba; (4) Especificar el objetivo de la prueba; (5) Establecer los pesos diferenciales de las dimensiones de la prueba; (6)

Diseñar las planillas; (7) Calcular la concordancia entre jueces; y (8) Elaborar las conclusiones del juicio que serán utilizadas para la descripción psicométrica de la prueba.

Es necesario resaltar que se crearon plantillas de calificaciones para que los participantes evalúen cada ítem considerando las respectivas categorías y la escala de calificaciones detalladas, ver tabla 3.

Tabla 3. Categorías a evaluar y escala de calificaciones.

CATEGORÍAS	ESCALA
Suficiencia.	1. No cumple con el criterio.
Claridad.	2. Bajo nivel.
Coherencia.	3. Moderado nivel.
Relevancia.	4. Alto nivel.

Igualmente, se definieron las dimensiones para garantizar la aplicación correcta de los términos. El documento fue creado y distribuido vía correo electrónico con el fin de que los expertos realizaran las evaluaciones pertinentes, emisión de observaciones y recomendaciones.

Al recibir los resultados por parte de los expertos se procedió a tabularlos en hojas de cálculos y para validar el contenido y relevancia del instrumento se aplicaron dos pruebas estadísticas: el coeficiente de concordancia de Kappa y el coeficiente de concordancia de Kendall(W). El coeficiente de concordancia de Kappa se utiliza cuando sus variables son de tipo nominal, es decir, se utiliza únicamente para clasificar la información. Por el contrario, el coeficiente de concordancia de Kendall se utiliza cuando sus variables son de tipo ordinal, en otras palabras necesitan una escala de calificación ordenada, tipo Likert, en la que cada variable representa un nivel de acuerdo o desacuerdo. Dicho coeficiente está basado en el grado de varianza de la suma de los rangos obtenidos de los diferentes jueces dando como resultado un número que oscila entre 0 y 1, mientras más se acerca a 1 la concordancia se fortalece. Si el resultado es mayor o igual a 0,8 se acepta caso contrario se rechaza.

Los resultados revelaron que existe aceptación en múltiples ítems, del mismo modo, producto de las observaciones y recomendaciones se debió realizar ajustes que comprenden agregación, reformulación y eliminación de ítems. Realizados los ajustes correspondientes se obtuvo la tercera versión del instrumento la cual fue aprobada por los expertos.

IV. CONCLUSIONES

Existe la inclinación mundial de publicar

información de las organizaciones y prestación de servicios a través de la web. Como lo exponen Morales Carrillo et al (2019) cuanto más se extienda el uso de Internet en nuestro país y se aumente la dependencia a las infraestructuras y tecnologías informáticas, el nivel de vulnerabilidad se incrementará. En tal sentido, las instituciones estatales han fortalecido sus políticas de seguridad de la información como se encuentra estipulado en el acuerdo ministerial Nro. 166 de la Constitución del Ecuador en la que el gobierno ecuatoriano decretó la adopción de la norma ISO 27002 para la seguridad de la información (Secretaría Nacional del Ecuador - Administración Pública, 2013). Para la seguridad de la información existen varias normas, siendo una de las más utilizadas la NIST 800-53 (Jackson, 2010; Kavis, 2014; Nicho, 2018). Por consiguiente, el instrumento se basó en la alineación de los controles de seguridad la norma ISO 27002:2013 y NIST 800-53 R4.

Esta investigación alcanza su objetivo de diseñar un instrumento de auditoría que evalúa la seguridad lógica aplicable en servidores en instituciones públicas de Educación Superior de la Zona 5 del Ecuador en fase de valoración y que no se logra evaluar totalmente el proceso por situación tiempo convirtiéndose en una limitante. Por lo que queda para futuras investigaciones su aplicación, análisis, replicas en las IES.

En el proceso de creación del instrumento tal como se menciona en la metodología: la primera consideraba 74 ítems elegidos con base a la situación actual de las IES de la Zona 5 del Ecuador y la revisión bibliográfica. A partir de las observaciones derivadas del focus group se generó la segunda versión del instrumento que sugiere la eliminación de 5 ítems relacionados con las cláusulas de seguridad de los

recursos humanos, seguridad física y ambiental.

En la segunda versión del instrumento se toma la referencia Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) que permite alcanzar la validez y relevancia a través del juicio de expertos, éstos aportan con 26 observaciones vinculadas con las cláusulas de política de la seguridad de la información, organización de la seguridad de la información, gestión de activos, control de acceso, seguridad física y ambiental, seguridad de las operaciones, gestión de incidentes de seguridad de la información; que contribuye a la creación de la versión final compuesta de 82 ítems.

Se encontraron las siguientes limitaciones: en el contexto de las IES del Ecuador, existe escasez de estudios para potenciar la seguridad del sistema operativo del servidor web que forma parte de la arquitectura de los sistemas de gestión informática de las IES y la búsqueda de información en repositorios digitales de revistas científicas de alto impacto sobre ciberseguridad aplicada a las IES, instrumentos o guías así como sistemas de alto volumen de transacciones Morales Carrillo et al (2019).

En referencia a instrumentos es casi nulo la evidencia de instrumentos innovadores ya que en su mayoría son traducciones de normas internacionales que no consideran nuestra realidad contextual.

Otro limitante fue el factor tiempo y el estado de excepción vigente no permitio concluir el estudio con la evaluación del instrumento.

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar el instrumento mediante estudios longitudinales de impacto sobre auditoría de seguridad lógica en servidores web. Estos resultados deberían ser compartidos a las IES para su difusión y aplicación.

V. BIBLIOGRAFÍA

Allinson, C. (2001). Information systems audit trails in legal proceedings as evidence. *Computers and Security*, 20(5), 409–421. [https://doi.org/10.1016/S0167-4048\(01\)00513-2](https://doi.org/10.1016/S0167-4048(01)00513-2)

Contraloría General del Estado. (2016). Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado 1. 14-Dic-2009, 1–79. Retrieved from <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/4160-suplemento-al-registro-oficial-no-87>

Da Silva, M. P., & De Barros, R. M. (2017). Maturity Model of Information Security for Software Developers. *IEEE Latin America Transactions*, 15(10), 1994–1999. <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.8071246>

Da Veiga, A., & Eloff, J. H. P. (2007). An information security governance framework. *Information Systems Management*, 24(4), 361–372. <https://doi.org/10.1080/10580530701586136>

Damyranov, I. (2019). Corporate information infrastructure - Management aspects. *TEM Journal*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.18421/TEM81-14>

Disterer, G. (2013). ISO/IEC 27000, 27001 and 27002 for Information Security Management. *Journal of Information Security*, 04(02), 92–100. <https://doi.org/10.4236/jis.2013.42011>

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances En Medición*, 6, 27–36. Retrieved from http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf

Fernández Martínez, A., & Llorens, F. (2013). UNIVERSITIC LATAM 2014. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Gumbau Castelló, J. P. (2016). S10: Modelo de Madurez para una universidad. Retrieved from <http://tic.crue.org/wp-content/uploads/2016/07/S10-Modelo-de-Madurez-GTI4U.-V1.pdf>

Herath, H. S. B., & Herath, T. C. (2014). IT security auditing: A performance evaluation decision model. *Decision Support Systems*, 57(1), 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.07.010>

Hernández, J. C. (2018). Estrategias Nacionales de Ciberseguridad en America Latina. *Revista de Estudio En Seguridad Internacional*, 1–8. Retrieved from <http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/estrategias-nacionales-de-ciberseguridad-en-america-latina>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, I. (2017). *Contenido Ficha técnica Equipamiento del hogar*. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf
- International Organization for Standardization ISO/IEC. (2013). *Information technology - Security techniques - Code of practice for Information security controls (ISO/IEC 27002:2013, IDT)*. (Second Edi). Retrieved from <https://www.iso.org>
- Jackson, C. (2010). *Network Security Auditing*. Indianapolis: Cisco Press.
- Kavis, M. (2014). Architecting The Cloud. In *Architecting The Cloud*. <https://doi.org/10.1002/9781118691779>
- Kritzinger, E., & Smith, E. (2008). Information security management: An information security retrieval and awareness model for industry. *Computers and Security*, 27(5–6), 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2008.05.006>
- Kumah, P., Yaokumah, W., & Okai, E. S. A. (2019). A conceptual model and empirical assessment of HR security risk management. *Information and Computer Security*, 27(3), 411–433. <https://doi.org/10.1108/ICS-05-2018-0057>
- Li, X., & Xue, Y. (2014). A survey on server-side approaches to securing web applications. *ACM Computing Surveys*, 46(4), 1–29. <https://doi.org/10.1145/2541315>
- Martinez Olmo, F. (2016). La investigación evaluativa. In A. La Muralla (Ed.), *Metodología de la investigación educativa*. (5th ed.). Madrid: 2015.
- Morales Carrillo, J. J., Avellán Zambrano, N., Mera Cantos, J. S., & Zambrano Bravo, M. (2019). Ciberseguridad y su aplicación en las Instituciones de Educación Superior. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 438–448. Retrieved from <http://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/1032/1/TTMTI3.pdf>
- National Institute of Standards and Technology - NIST. (2013). Security and Privacy Controls for Federal Information Systems and Organizations. In *NIST Special Publication 800-53 Revision 4* (R4 ed.). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.800-53r4>
- Nicho, M. (2018). A process model for implementing information systems security governance. *Information and Computer Security*, 26(1), 10–38. <https://doi.org/10.1108/ICS-07-2016-0061>
- Nugroho, H. (2014). Conceptual model of IT governance for higher education based on COBIT 5 framework. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 60(2), 216–221. <https://doi.org/ISSN:1992-8645>
- Onwubiko, C. (2009). A Security Audit Framework for Security Management in the Enterprise. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04062-7_2
- Organization International Standarization, I. (2015). ISO/IEC 38500:2015 Information technology – Governance of IT for the organization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/62816.html>
- Pineda, J., Córdova, C., & Pérez, E. (2014). *INFORME DE RESULTADOS DE LA “1º ENCUESTA DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN EN UNIVERSIDADES ECUATORIANAS MIEMBROS DE CEDIA.”* 12. Retrieved from www.utpl.edu.ec
- Ponce Regalado, F., & Rojas Sifuentes, W. (2010). Promoción y desarrollo de las TIC en América Latina. *Research Report*, 1–14.
- Pourzargham, H. (2015). Importance of Security in Database. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 15(5), 29–31. Retrieved from http://paper.ijcsns.org/07_book/201505/20150504.pdf
- Roussos, J., Roussos, S., & Roussos, A. (2014). El focus group como técnica de investigación cualitativa. *Expert Review of Ophthalmology*, 9(5), 353–354. <https://doi.org/10.1586/17469899.2014.964497>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador. (2008). *Zonas administrativas de planificación del Ecuador*. (878). Retrieved from <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Decreto-Ejecutivo-878-y-sus-reformas-determina-Zonas-de-Planificación.-Registro-Oficial-Nro.-268.pdf>

Secretaría Nacional del Ecuador - Administración Pública. (2013). *Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información EGSÍ*. 1–47. Retrieved from <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/Esquema-Gubernamental-de-Seguridades-de-la-Infomaci3n.pdf>

Sedaghat, F., Haghparast, M., & Maeen, M. (2018). Security and Trust In Cloud Computing: A Survey. *Cyber Security and Threats: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 11(12), 1251–1271. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5634-3.ch062>

Sunkel, G. (2006). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación en América

Latina. Una exploración de indicadores. In *Cepal*. <https://doi.org/1680-8983>

Tariq, M. I., Tayyaba, S., Ashraf, M. W., Rasheed, H., & Khan, F. (2016). Analysis of NIST SP 800-53 Rev.3 Controls Effectiveness for Cloud Computing. *1st National Conference on Emerging Trends and Innovations in Computing & Technology*, 88–92. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Muhammad_Tariq26/publication/303315109_Analysis_of_NIST_SP_800-53_Rev3_Controls'_Effectiviness_for_Cloud_Computing/links/573cb05208ae9f741b2eb9f8.pdf

Tyler, R. W. (1942). General statement on evaluation. *Journal of Educational Research*, 35(7), 492–501. <https://doi.org/10.1080/00220671.1942.10881106>

Vroom, C., & Von Solms, rossouw. (2004). Towards information security behavioural compliance. *Computers and Security*, 23(3), 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2004.01.012>

ANEXOS

APENDICE A. Instrumento para la revisión de seguridad lógica de servidores web.

Nro.	Ítem
1	PSI01. ¿La organización tiene políticas para la seguridad de la información?
2	PSI02. ¿Las políticas que conforman la seguridad de la información se encuentran debidamente aprobadas por la gerencia, publicadas y socializadas con el personal de la organización?
3	PSI03. ¿Existe evidencia que obligue a los empleados y terceros de la organización a cumplir con las políticas de seguridad?
4	RPS01. ¿La política de la seguridad de la información tiene revisiones periódicas planificadas, además de contar con mejoras significativas para asegurar su idoneidad, adecuación y eficacia continua?
5	SGD01. ¿Existe la división de los deberes entre roles y áreas responsables de la seguridad de la información para mitigar actividades inapropiadas?
6	SGD02. ¿Existe un control que verifique modificaciones no autorizadas de las configuraciones de seguridad en los servidores web?
7	SGD03. ¿Se evidencia la utilización de instrumentos, como una matriz RACI, para identificar las personas involucradas en una cada tarea?
8	CAU01. ¿Existe algún consejo / autoridades destinados a la seguridad de la información que pueden resolver consultas, incidentes y emergencias?
9	CAU02. ¿Esta designado un responsable de contactar al consejo / autoridades y en que punto del incidente?
10	CGI01. ¿Existe contacto con expertos en seguridad de la información por parte del jefe de departamento de TI?
11	GSP01. ¿La seguridad de la información es relevante en la gestión de proyectos?
12	PDM01. ¿Se revisan las configuraciones de los dispositivos móviles para gestionar los riesgos originados?
13	TTJ01. ¿Se encuentra implementada alguna política o medida de seguridad que proteja la información que se accede, procesa o almacena en los lugares que se realiza teletrabajo?
14	UDA01. ¿La información se encuentra clasificada en función de su valor, requisitos legales, sensibilidad y criticidad para la organización?
15	CLI01. ¿Los servicios se distribuyen en diferentes activos para garantizar la alta disponibilidad tomando en cuenta la confidencialidad, integridad y disponibilidad?
16	MAT01. ¿Los medios que contienen información han sido protegidos contra el acceso no autorizado, mal uso o corrupción durante el transporte fuera de los límites físicos de la organización?
17	TMF01. ¿La organización cuenta con una política de control de accesos en la cual se encuentre establecido, documentado, revisado y aprobado el control de accesos basado en los requisitos del negocio y seguridad de la información?
18	PCA01. ¿Existen una política de control de acceso que supervise a los puertos de comunicación abiertos innecesariamente?
19	ARS01. ¿Se encuentra habilitado el acceso por SSH y puerto RPD?
20	ARS02. ¿Los puertos que se encuentran abiertos se basan en los requerimientos de la organización cumpliendo las políticas de seguridad de la información?
21	RCU01. ¿Existe un proceso formal de altas y bajas de usuarios para modificar o cancelar la asignación de derechos de acceso?
22	RCU02. ¿Se cumple con la política de eliminar los usuarios por defecto?
23	SAU01. ¿La organización dispone de un proceso formal para asignar o cancelar accesos a los usuarios para todos los sistemas y servicios?
24	SAU02. ¿Se asigna los accesos básicos a los nuevos usuarios por defecto?
25	SAU03. ¿Se utiliza un ID de usuario únicos para cada usuario?
26	SAU04. ¿Existen una comunicación eficiente entre el departamento de TI y Recursos Humanos?
27	GAP01. ¿Existen algún proceso que controle y restrinja el uso de derechos de acceso con privilegiado?
28	RCD01. ¿Se realizan revisiones documentadas de los derechos de acceso de los usuarios en los activos de información para identificar la acumulación de privilegios?

- 29 RCD02. ¿Se revisa los derechos de acceso de los empleados, terceros a la información y a los activos que procesan la información en la culminación del contrato de trabajo o al realizarse un cambio significativo?
- 30 RCD03. ¿Existen un proceso de ajuste de derechos de acceso?
- 31 ISS01. ¿La organización cuenta con procedimientos seguros de inicio de sesión?
- 32 ISS02. ¿Para entornos Linux, el inicio de sesión se lo realiza mediante consola?
- 33 ISS03. ¿Los inicios de sesión se realizan con el usuario root?
- 34 SGC01. ¿Existe alguna política de gestión de contraseñas seguras de usuario que contemple factores como longitud mínima, evitar reutilización de contraseñas, reglas de complejidad?
- 35 CCF01. ¿Existe restricciones de acceso de algún tipo al código fuente de las aplicaciones software?
- 36 CCF02. ¿Se almacenan y analizan los registros de acceso y cambios en el código fuente?
- 37 PCC01. ¿Se dispone de una política que regule el uso de controles criptográficos para la protección de la información?
- 38 PCC02. ¿Los discos se encuentran encriptados?
- 39 PCC03. ¿Se emplea herramientas confiables para encriptar los discos?
- 40 PCC04. ¿Se realizan respaldo de información antes de encriptar los discos?
- 41 GTC01. ¿Existe una política de gestión de claves criptográficas en todo su ciclo de vida?
- 42 MTE01. ¿Existe algún plan de actualizaciones críticas de sistemas operativos?
- 43 MTE02. ¿Existe algún plan de actualizaciones de seguridad de sistemas operativos?
- 44 MTE03. ¿Existe algún plan de actualizaciones de seguridad de software de terceros?
- 45 MTE04. ¿Existe algún plan de actualizaciones de seguridad de software desarrollado por la organización?
- 46 GCP01. ¿Se realiza un monitoreo de los recursos del servidor para detección de ataques?
- 47 GCP02. ¿Se realiza un control de las configuraciones de las aplicaciones que pueden generar degradar un servicio?
- 48 SAM01. ¿Se encuentra definidos y separados los ambientes de desarrollo, pruebas y operativos con el objetivo de reducir los riesgos de acceso o de cambios no autorizados en el entorno operacional?
- 49 GTM01. ¿Existen controles implementados para la detección, prevención y recuperación ante incidentes de malware a la seguridad informática y que sean utilizados para crear una conciencia de seguridad en los usuarios?
- 50 GTM02. ¿Se encuentra implementado un sistema de detección de intrusos?
- 51 GTM03. ¿Existe algún control que proteja contra ataques de día cero?
- 52 GTM04. ¿Existe algún control que proteja contra amenazas conocidas?
- 53 GTM05. ¿Se evidencia la existencia de controles de antivirus de programados en todos los activos de información relevantes?
- 54 GTM06. ¿Las bases de datos de antivirus se actualizan automáticamente?
- 55 CRI01. ¿La organización cumple con la política de copias de seguridad, que detalla procesos de realización de respaldos de la información?
- 56 CRI02. ¿La organización cumple con la política de copias de seguridad, que detalla procesos de realización de imágenes de los sistemas?
- 57 CRI03. ¿La organización cumple con la política de copias de seguridad, que detalla procesos de validación de información antes de dirigirse a su custodia?
- 58 CRI04. ¿Se realizan copias de seguridad de las configuraciones de los activos críticos?
- 59 RGE01. ¿Existe una correcta gestión de los archivos de registro (logs) y su posterior análisis?
- 60 PIR01. ¿Los archivos de registro se encuentran respaldados y protegidos, contra posibles alteraciones y accesos no autorizados?
- 61 RAO01. ¿Las actividades del administrador, operador del sistema se encuentran registrados y protegidos para su posterior revisión?
- 62 SYR01. ¿Los relojes de todos los sistemas de procesamiento de información se encuentran sincronizados a una única fuente?
- 63 IOS01. ¿Existen procedimientos que incluyan pruebas, aprobación para controlar la instalación de software en los sistemas operativos que comprometan la seguridad de la información?

- 64 IOS02. ¿Existe evidencia que no se utilice software sin soporte?
- 65 GTV01. ¿Se realizan escaneo de vulnerabilidades de forma regular o planificada?
- 66 GTV02. ¿Se realizan escaneo de vulnerabilidades después de corregir brechas de seguridad?
- 67 GTV03. ¿Existen un plan de respuesta ante vulnerabilidades técnicas descubiertas en los activos de información?
- 68 GTV04. ¿Se encuentra documentado de manera formal la aprobación o rechazo de implementación de parches de seguridad asociado a vulnerabilidades?
- 69 RIS01. ¿Existen controles que prohíben instalar software por parte de los usuarios?
- 70 ASI01. ¿Existen planes de auditoría en los que se contemple los requisitos y actividades a realizar para la verificación de sistemas de información?
- 71 PPR01. ¿Existe documentos formales en los que conste los requisitos de seguridad de la información requeridos por los activos de la organización con el afán de mitigar los riesgos por parte de proveedores y terceros?
- 72 TAP01. ¿Están establecidos los requisitos de seguridad de la información pertinentes a cada proveedor que puede acceder, procesar, almacenar, comunicar o proporcionar componentes de infraestructura de TI que dan soporte a la información?
- 73 SRP01. ¿La organización hace seguimiento, revisa y audita las configuraciones de los servicios prestados por proveedores?
- 74 GTP01. ¿Al realizar cambios en las configuraciones de los servicios que prestan los proveedores, se analiza con la política de la seguridad de la información?
- 75 ESI01. ¿Se comunica al jefe departamental las notificaciones de eventos de seguridad de la información empleando los canales de administración adecuados?
- 76 DSI01. ¿Existe algún mecanismo mediante el cual se exija notificar acerca de sospechas de debilidad en la seguridad de la información en los sistemas o servicios que son utilizados por los empleados como externos de la organización?
- 77 EES01. ¿Se evalúan los eventos repetitivos de seguridad de la información y existe alguna clasificación como incidentes / problema?
- 78 AIS01. ¿Se lleva un registro del análisis y la resolución de incidentes de seguridad de la información para reducir la probabilidad y/o impacto de incidentes en el futuro?
- 79 REV01. ¿La organización tiene definido procedimientos para la identificación, recolección, adquisición y preservación de información que pueda servir como evidencia?
- 80 VRE01. ¿Existe la verificación periódica de los controles de continuidad de seguridad de la información establecidos e implementados para poder garantizar su validez y eficacia ante situaciones adversas?
- 81 DIP01. ¿Las instalaciones de procesamiento de datos cuentan con redundancia suficiente para ser usadas en caso de una contingencia?
- 82 IRL01. ¿Se cumple con la adopción de la norma ISO 27002:2013 para la seguridad de la información como se encuentra establecido en la Constitución del Ecuador?
-

APENDICE B. Equipo de juicio de expertos.

ID	TÍTULO	EXP.	FORMACIÓN
JE01	Ing. informático, Magíster en evaluación y auditoría de sistemas tecnológicos.	6 años	Design thinking innovation of products and services, Strategy model CANVAS - SMC, Packetlight networks certified systems engineer WDM solutions, Sistemas de gestión de seguridad de la información – norma ISO 27001:2013, Taller de gestión de incidentes de seguridad informática, Dirección de gestión de proyectos, ITIL 2011 Fundamentos, COBIT 5 Fundamentos, Liderazgo para gerentes de proyectos
JE02	Ingeniero en tecnologías de la información.	7 años	Microsoft Office Specialist, Administración Linux básico, Administración Linux avanzado, Administración de servicios de red en Linux, VMWARE VSPHERE: install, configure, manage [v5.5], VMWARE VSPHERE: install, configure, manage [v6.5], VMWARE VCENTER OPERATIONS MANAGER: analyze and predict [v5.x]
JE03	Ingeniero de sistemas, Magíster en telemática.	3 años	Career development 2x: communication and teamwork, Fortinet bundle 201-fortigate multi-threat security systems i & 301 fortigate multi-threat security systems ii, Curso nokia: sr-os services implementation, Curso avanzado de ipv6, Curso introductorio a ipv6, Gpon 2nd line maintenance training & imanager u2000 training, Administración de proyectos.

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 13 - Número 34, Septiembre-Diciembre 2020

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:



En Catálogo



www.unemi.edu.ec

www.facebook.com/unemionline

facebook

www.flickr.com/rpp-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