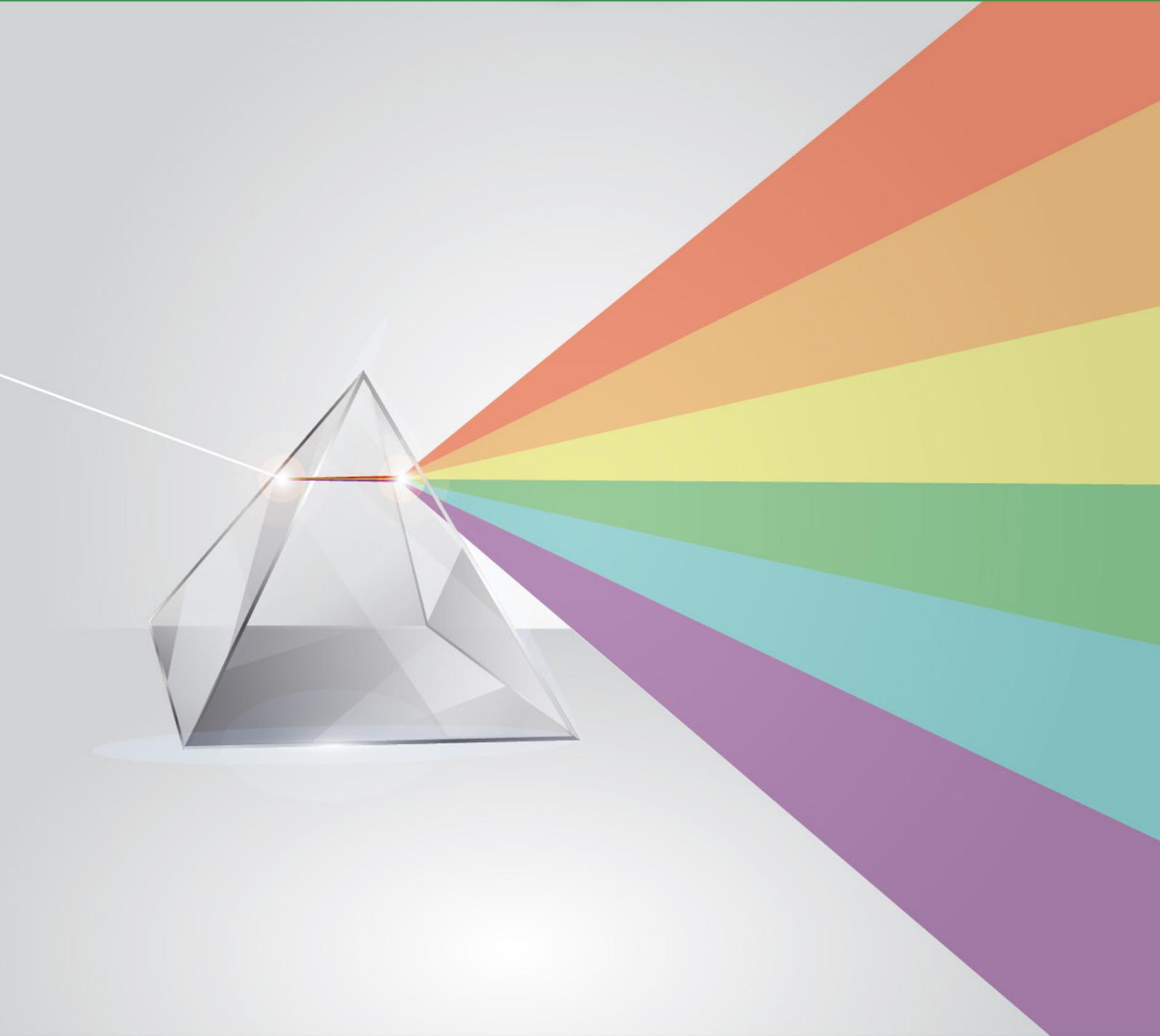


# CiENCIA

## UNEMI

Revista de la Universidad Estatal de Milagro  
Milagro, Ecuador



# CIENCIA UNEMI

**UNEMI**  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

## Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación

Lcda. Carmen Hernández Domínguez, Ph.D

**Coordinadora de Soporte a la  
Investigación CRAI**

**Trigésimo Sexto Número**

**ISSN 1390-4272** Impreso

**ISSN 2528-7737** Electrónico

**Indexada en:** Redalyc, ESCI (Emerging Sources  
Citation Index) WoS, Latindex, Folio 19258

Dialnet, Código 23546

REDIB, CREI-OEI, Research Bib, OAJI

Actualidad Iberoamericana, MIAR, ERIHPLUS, BASE,

DOAJ, EBSCO, Google Scholar.

Septiembre - Diciembre, 2021

Milagro – Ecuador

### Portada:

La representación de la portada hace referencia a la difracción de la luz que ocurre cuando un haz de luz blanca pasa a través de un cuerpo cristalino. La luz se separa en los colores que componen la parte visible del espectro electromagnético.



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

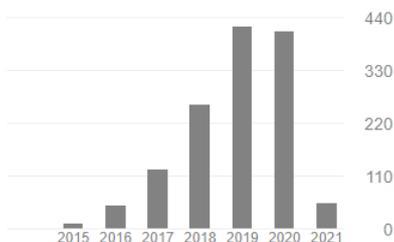
### Revista Ciencia UNEMI

Lcdo. Victor Enrique Zea Raffo  
**Arte y Diagramación**

### Citas Google Scholar

Citado por

	Total	Desde 2016
Citas	1365	1331
Índice h	19	19
Índice i10	35	35



## Contenido

Vol. 14, N° 37, Septiembre-Diciembre 2021 ISSN 1390-4272 Impreso ISSN 2528-7737 Digital

<b>Editorial</b> .....	<b>0</b>
<b>El modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva</b> Galarza Castro, Christian Xavier; Córdova Vinueza Paúl .....	<b>01</b>
<b>Effect of COVID-19 pandemic on perceptions and career goals of undergraduate tourism students in Ecuador</b> María José Ortiz Zurita; Lluís Coromina Soler .....	<b>15</b>
<b>Estimación empírica de la probabilidad de eventos letales causados por inundaciones en Perú</b> Alberto Franco Cerna Cueva; Ricardo Martín Chávez Asencio; Nelino Florida Rofner .....	<b>29</b>
<b>Estudio comparativo de niveles de ansiedad generados por el COVID- 19 en pacientes con diagnóstico previo de reacción al estrés</b> Marco Vinicio Ramírez Enríquez; María Isabel Ramos Noboa .....	<b>39</b>
<b>Evaluación de cadmio y plomo en almendras de cacao por espectroscopia de absorción atómica</b> Marlon, Batallas-Valarezo; Marcia, Preciado-Alvarado; Fredis, Pesantez-Franco .....	<b>49</b>
<b>Aplicaciones de los catalizadores y su evaluación a través de análisis de ciclo de vida</b> Cristhian David, Chicaiza Ortiz; Kimberly Valeria, Salazar García; Karel, Diéguez Santana; Ángel Fabián, Chicaiza Ortiz; Vanessa Pamela, Navarrete Villa; Jingxin Zhang .....	<b>60</b>
<b>Comparación de los niveles de cadmio en hojas, testa y almendra en cultivares de <i>Theobroma cacao</i> L</b> Salomon Barrezueta-Unda; Ivana Alexandra Armijos Galarza; Erick Adrián Vega Mora .....	<b>73</b>
<b>Evaluación de extracto etanólico de hojas de tomillo <i>Thymus vulgaris</i> como inhibidor de virulencia en <i>Vibrio parahaemolyticus</i></b> Francisco Pozo-Miranda; Silvia Pinoargote-Véliz .....	<b>81</b>
<b>Confianza y satisfacción de estudiantes universitarios durante la pandemia de COVID-19</b> Pedro César Cantú-Martínez .....	<b>92</b>
<b>Estrategia de componentes para el manejo integrado de <i>Plutella xylostella</i> L. en brócoli</b> Agustina, Valverde-Rodríguez; Henry, Briceño-Yen; Luisa Alvarez-Benaute; Marco Tíneo-Arbi .....	<b>101</b>
<b>Normas de Publicación.</b> .....	<b>111</b>

## Content

Vol. 14, N° 37, September-December 2021 ISSN 1390-4272 Printed ISSN 2528-7737 Electronic

<b>Editorial</b> .....	<b>0</b>
<b>The MacCormick model as a motivation scheme for the application of the iachr standards in the setting of preventive prison</b> Galarza Castro, Christian Xavier; Córdova Vinueza Paúl .....	<b>01</b>
<b>Efecto de la pandemia COVID-19 en las percepciones y objetivos profesionales de estudiantes de pregrado de Turismo en Ecuador.</b> María José Ortiz Zurita; Lluís Coromina Soler .....	<b>15</b>
<b>Empirical estimation of the probability of lethal events caused by floods in Peru</b> Alberto Franco Cerna Cueva; Ricardo Martín Chávez Asencio; Nelino Florida Rofner .....	<b>29</b>
<b>Comparative study of anxiety levels generated by COVID-19 in patients with a previous diagnosis of reaction to stress</b> Marco Vinicio Ramírez Enríquez; María Isabel Ramos Noboa .....	<b>39</b>
<b>Evaluation of cadmium and lead in cocoa beans by atomic absorption spectroscopy</b> Marlon, Batallas-Valarezo; Marcia, Preciado-Alvarado; Fredis, Pesantez-Franco .....	<b>49</b>
<b>Catalyst applications and their evaluation through life cycle assessment</b> Cristhian David, Chicaiza Ortiz; Kimberly Valeria, Salazar García; Karel, Diéguez Santana; Ángel Fabián, Chicaiza Ortiz; Vanessa Pamela, Navarrete Villa; Jingxin Zhang .....	<b>60</b>
<b>Comparison of cadmium levels in leaves, shell and almond of <i>Theobroma cacao</i> L</b> Salomon Barrezueta-Unda; Ivana Alexandra Armijos Galarza; Erick Adrián Vega Mora .....	<b>73</b>
<b>Evaluation of ethanolic extract of thyme leaves <i>Thymus vulgaris</i> as a virulence inhibitor in <i>Vibrio parahaemolyticus</i></b> Francisco Pozo-Miranda; Silvia Pinoargote-Véliz .....	<b>81</b>
<b>Confidence and satisfaction of university students during the COVID-19 pandemic</b> Pedro César Cantú-Martínez .....	<b>92</b>
<b>Component strategy for the integrated management of <i>Plutella xylostella</i> L. in broccoli</b> Agustina, Valverde-Rodríguez; Henry, Briceño-Yen; Luisa Alvarez-Benaute; Marco Tineo-Arbi .....	<b>101</b>
<b>Guidelines for Publishing</b> .....	<b>111</b>

## Comité Editorial

**Dr. Antonio Rodríguez Antalejo**

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

**Dr. Antonio Roldán-Ponce**

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

**Dra. Cheryl Martens**

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

**Dr. Ernesto Vivares**

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

**Dr. José Galindo Duarte**

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

## Comité Científico Internacional

**Dr. Eugenio Pellicer Armiñana**

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

**Dr. Óscar Nieto Palmeiro**

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

**Msc. Josmel Pacheco Mendoza**

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

**Dra. Verónica Arancibia Moya**

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

**Dra. Luisa Calvo Hernández**

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

## Por más niñas y jóvenes en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática)

**E**l campo profesional STEM cada vez es más visibilizado por la misión que poseen los del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. El objetivo macro de estas carreras que pertenecen a STEM es la resolución de problemas y ¿qué mejor que tener más profesionales que contribuyan a resolver problemas de todo tipo en nuestro contexto?

El papel de la mujer a nivel mundial, ocupa una tasa del 30% aproximadamente en el área STEM de acuerdo a los datos presentados por la ONU en su sitio oficial. En nuestro país esa realidad es similar, sin embargo, las mujeres que incursionan en estas áreas, por lo general, ocupan cargos operativos y no de liderazgo. Con este antecedente quisiera enfocar la necesidad de incentivar la participación de niñas y jóvenes en las áreas STEM, especialmente en ingeniería, un campo que demanda profesionales capaces de plantear soluciones sostenibles a nuestro planeta.

Para la difícil tarea de motivar a las niñas y jóvenes a que opten por carreras STEM, considero que lo primero que se requiere es una mentora, un modelo a seguir que las inspiren a ser científicas o ingenieras; el solo hecho de que deseen estudiar y superarse es un logro ganado.

El apoyo desde casa es indispensable: para “romper el patrón” trazado donde se sugiere que las niñas solo estudian carreras para el cuidado de los demás como educación, enfermería o afines, o carreras de administración o psicología porque allí no ven matemáticas, para dejar a las niñas y jóvenes que sean lo que quieran ser, y para romper con los estereotipos, se necesita de la ayuda de padres y familiares.

Es necesario, además, que existan políticas de inserción a nivel de universidades, que permitan visibilizar el perfil de egreso y el campo ocupacional de las carreras de ciencias e ingeniería, la “orientación vocacional” es el camino adecuado para conseguirlo.

La pregunta es ¿por qué las carreras STEM no son demandadas por las jóvenes? Tengo una hipótesis al respecto, y es que no recibieron la suficiente motivación y bases académicas para optar por una de esas carreras. Una de las barreras de entrada para ingresar son las consideradas asignaturas de ciencias duras, por ejemplo, matemática. Cuantas veces he escuchado de los bachilleres: “es que no me gusta la matemática”. Sin embargo tal vez no les gusta porque no se la enseñaron bien. O la típica frase: “para qué necesitaría matemática si voy a estudiar psicología”. Estas afirmaciones evidencian que no le enseñaron matemática aplicada al perfil. Las matemáticas están intrínsecas en todas las carreras, solo hay que saber cómo usarlas en su beneficio.

Otra área necesaria y que se transforma en barrera de ingreso, es saber programar. El desarrollo del pensamiento computacional despierta el pensamiento crítico y la toma de decisiones, es necesario que todos los procesos de admisión se hagan la siguiente pregunta: ¿qué profesional no necesita tomar decisiones alguna vez en su vida? Estos dos componentes a pesar de ser considerados como una barrera de entrada, permitirán a los futuros profesionales (no solo de las carreras STEM), desarrollar un perfil de egreso cualificado para resolver los problemas de su entorno. Razón indispensable para que las instituciones de educación superior, en forma coordinada con las instituciones de educación básica y media, promuevan el desarrollo de competencias que les permita romper las barreras de ingreso a las carreras de ciencias e ingeniería y abrir la mente para que más niñas y jóvenes dibujen en su futuro “seré una científica, doctora o ingeniera”. Pero también que en cualquier área que decidan incursionar, siempre busquen el liderazgo que tanto nos hace falta para transformar el futuro de nuestro país.

**PhD. Jesennia Del Pilar Cardenas Cobo**

Decana de la Facultad de Ciencias e Ingeniería FACI - UNEMI



# El modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva

Galarza Castro, Christian Xavier<sup>1\*</sup>, Córdova Vinueza Paúl<sup>2</sup>

## Resumen

La perspectiva de la sociedad, juristas y autoridades, concibe que la aplicación de la prisión preventiva, se da de forma arbitraria, muchos sienten que las leyes no están adecuadas para la eficiente impartición de justicia, sino que favorece a quienes la infringen, se ha desarrollado un sinnúmero de posturas sobre el tema, pero nadie ha tomado en cuenta el control de convencionalidad que se debería ejercer en razón de la aplicación de esta medida. La Corte IDH, desde ya plantea parámetros para que una actuación no recaiga en arbitraria, uno de los más relevantes es que, aun cuando se dicte la prisión preventiva bajo el marco legal, puede ser arbitraria al no ser compatible con el respeto de los derechos fundamentales, al no cumplir con elementos de razonabilidad, previsibilidad y proporcionalidad, en este sentido, la configuración de la ley interna en armonía con los instrumentos internacionales es esencial para que no se configure un acto arbitrario, es por eso que la Corte IDH, establece que la arbitrariedad no se debe entender como un incumplimiento de la ley sino como un acto incompatible con los derechos fundamentales. Al no tomar en cuenta la aplicación efectiva y uniforme de los instrumentos internacionales, refiriéndose a los estándares emitidos por la Corte IDH, ha hecho que la aplicación de esta medida en realidad se torne arbitraria. El objetivo principal, se enmarca en: Establecer el Modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva, entre las preguntas que orienta la presente investigación se tiene las siguientes: ¿Cuál es el fundamentar teórico del modelo de MacCormick como esquema de motivación? ¿Cuáles son los estándares de las sentencias de CIDH para la fijación de la prisión preventiva? ¿Cómo el modelo de MacCormick aporta como esquema de motivación para la fijación de la prisión preventiva?

**Palabras clave:** Modelo de MacCormick, esquema de motivación, estándares de la CIDH, prisión preventiva, precedente genérico.

## The MacCormick model as a motivation scheme for the application of the iachr standards in the setting of preventive prison

### Abstract

The perspective of society, jurists and authorities, conceives that the application of preventive detention occurs arbitrarily, many feel that the laws are not adequate for the efficient administration of justice, but that it favors those who violate it, it has been developed a number of positions on the subject, but no one has taken into account the conventionality control that should be exercised by reason of the application of this measure. The Inter-American Court, from now on raises parameters so that an action does not fall into arbitrary, one of the most relevant is that, even when preventive detention is issued under the legal framework, it can be arbitrary as it is not compatible with the respect of rights fundamental, by not complying with elements of reasonableness, predictability and proportionality, in this sense, the configuration of domestic law in harmony with international instruments is essential so that an arbitrary act is not configured, that is why the Inter-American Court, establishes that arbitrariness should not be understood as a breach of the law but as an act incompatible with fundamental rights. By not taking into account the effective and uniform application of international instruments, referring to the standards issued by the Inter-American Court, the application of this measure has actually become arbitrary. The main objective is framed in: Establishing the MacCormick Model as a motivational scheme for the application of the IACHR standards in the setting of preventive detention, among the questions that guide this investigation are the following: What is the theoretical foundation of MacCormick's model as a motivation scheme? What are the standards of the IACHR sentences for the establishment of preventive detention? How does MacCormick's model contribute as a motivational scheme for the fixation of preventive detention?

**Keywords:** MacCormick model, motivation scheme, IACHR standards, preventive detention, generic precedent.

**Recibido:** 25 de junio de 2021

**Aceptado:** 30 de julio de 2021

<sup>1</sup> Abogado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato

<sup>2</sup> Abogado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato

\*Autor para correspondencia: [cgalarza@uranovit.net](mailto:cgalarza@uranovit.net)

## I. INTRODUCCIÓN

La prisión preventiva ha sido un tema muy discutido en la realidad ecuatoriana, y no se considera como un problema actual, porque esta figura se ha criticado desde antes del 2011 y efectivamente en este año es donde se criticaba la caducidad de la medida, la tendencia jurídica de ese tiempo, sostenía que, quien se encontraba en calidad de procesado con argucia por parte de su defensor, intentaba a toda costa evadir la administración de justicia con el fin de lograr su libertad. Asimismo, se hablaba de las medidas sustitutivas, en las que se buscaba establecer condiciones y requisitos para aplicarla, porque la crítica se centraba en que el juez estaba revestido de una amplia discrecionalidad y que no era justo que existan inocentes privados de libertad y sin sentencia. Se llevó a cabo el referéndum, y al ganar el sí en la pregunta 1 y 2 se enmendó la Constitución para regular la prisión preventiva.

El tiempo ha transcurrido desde las enmiendas, y las críticas siguen vigentes, pero ahora el argumento más allá de las opiniones jurídicas, se engloban en la perspectiva de figuras políticas, medios de comunicación, redes sociales e inclusive funcionarios públicos. En la actualidad el populismo con referencia a la prisión preventiva, reconoce que, ya no se preocupan por la inocencia del procesado, sino que la justicia en el país está deformada porque todos los delincuentes se encuentran libres.

Como evidencia, se expone a continuación hechos específicos en donde se denota esta realidad, el 23 de julio del 2018 se plantea una queja ante el Presidente de la Corte Provincial del Guayas, por parte de un Comandante de Policía de Guayaquil y José Francisco Cevallos, gobernador del Guayas, en contra de un juez que dictó una medida alternativa a la prisión preventiva, al respecto la fiscal provincial infiere ante la prensa que: “No hay alcahuetería, no se solapa a nadie y tampoco hay espíritu de cuerpo” (telégrafo, 2018). En este caso, se evidencia el ataque al juez respecto a sus decisiones, como que no existiera la vía judicial pertinente para que se recurra al fundamento de su decisión. Se debe poner en evidencia también, que se utiliza estos casos como palestra política, como en este caso que ha intervenido el Gobernador y

una funcionaria pública.

Otro caso interesante, es el de José Serrano quien fungía como Ministro del Interior en el año 2015, que muy airado pregonaba: “Estos ya están libres, mañana ya van a delinquir, van a matar a alguien, van a robar un contenedor, un camión, van a violar a cualquier persona, eso es lo que va a pasar y aquí tenemos que estar simplemente callando todo esto que provocan. A esta fiscal y a estos jueces, nosotros les vamos a presentar una denuncia penal porque eso hay que acabarlo” (Gobierno, 2016). De lo expuesto se ve como las autoridades quieren pronunciarse por vías que no son las pertinentes respecto de una decisión judicial, muchas veces para ostentar su gestión, siempre queriendo exaltar su trabajo bajo el tinte político.

Existe el caso también en que el ex mandatario Lenin Moreno, hace un tipo de exhorto a los jueces por medios de comunicación, pronunciándose de la siguiente manera: “Los malos jueces y fiscales se burlan de la ciudadanía poniendo en riesgo la seguridad; liberan a delincuentes, liberan a criminales contumaces con decenas de aprehensiones” (Peralta Patricio, 2019), todos estos pronunciamientos mediáticos afectan a la independencia judicial, debiendo los jueces dictar sentencias y medidas en función de la opinión popular.

Si bien es cierto, han existido prófugos por casos de corrupción, esto no indica que la prisión preventiva se deba dictar de forma estandarizada, sino que se debería fortalecer los procedimientos policiales. Lo que se puede notar de los hechos expuestos, es que las personas, los medios de comunicación, las autoridades, siempre van a tener algo que decir, como se mencionaba, el argumento que se manejaba en un principio, es por qué existe tanto inocente privado de la libertad, en la actualidad el argumento cambia a, porque se deja a tanto delincuente libre, total, cuando exista mayor hacinamiento carcelario, volverá a manejarse el primer argumento.

De esta manera, la perspectiva de la sociedad, juristas y autoridades, concibe que la aplicación de la prisión preventiva, se da de forma arbitraria, muchos sienten que las leyes no están adecuadas para la eficiente impartición de justicia, sino que

favorece a quienes la infringen, se ha desarrollado un sinnúmero de posturas sobre el tema, pero nadie ha tomado en cuenta el control de convencionalidad que se debería ejercer en razón de la aplicación de esta medida.

Para generar un contexto y exponer el problema, es importante definir la arbitrariedad a partir de instrumentos internacionales, como es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, que establece lo siguiente: 91. Sobre la arbitrariedad referida en el artículo 7.3 de la Convención, la Corte ha establecido que nadie puede ser sometido a detención o encarcelamiento por causa y métodos que -aún calificado de legales- puedan reputarse como incompatibles con el respeto a los derechos fundamentales del individuo, por ser, entre otras cosas, irrazonables, imprevisibles o faltos de proporcionalidad. El Tribunal considero que se requiere que la ley interna, el procedimiento aplicable y los principios generales expreso o tácitos correspondientes sean, en sí mismos, compatibles con la Convención. Así, no se debe equiparar el concepto de “arbitrariedad” con el de “contrario a la ley”, sino que debe interpretarse de manera más amplia a fin de incluir elementos de incorrección, injusticia e imprevisibilidad (*Romero Feris Vs Argentina, 2019*).

De lo expuesto por la Corte, desde ya plantea parámetros para que una actuación no recaiga en arbitraria, uno de los más relevantes es que, aun cuando se dicte la prisión preventiva bajo el marco legal, puede ser arbitraria al no ser compatible con el respeto de los derechos fundamentales, al no cumplir con elementos de razonabilidad, previsibilidad y proporcionalidad, en este sentido, la configuración de la ley interna en armonía con los instrumentos internacionales es esencial para que no se configure un acto arbitrario, es por eso que la Corte IDH, establece que la arbitrariedad no se debe entender como un incumplimiento de la ley sino como un acto incompatible con los derechos fundamentales.

El problema en el país radica en que existen diferentes concepciones respecto de la aplicación de la prisión preventiva, pero nadie ha regresado a mirar su aplicación desde la convencionalidad, puesto que la sociedad, las autoridades, los medios de comunicación, etc, ven la arbitrariedad como

un acto contrario a la ley y no como un acto que atenta contra los derechos fundamentales y al no tomar en cuenta la aplicación efectiva y uniforme los instrumentos internacionales, refiriéndose a los estándares emitidos por la Corte IDH, ha hecho que la aplicación de esta medida en realidad se torne arbitraria.

El objetivo principal, se enmarca en: Establecer el Modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva, entre las preguntas que orienta la presente investigación se tiene las siguientes: ¿Cuál es el fundamentar teórico del modelo de MacCormick como esquema de motivación? ¿Cuáles son los estándares de las sentencias de CIDH para la fijación de la prisión preventiva? ¿Cómo el modelo de MacCormick aporta como esquema de motivación para la fijación de la prisión preventiva?

La importancia de la presente investigación se da porque la prisión preventiva ha sido un tema muy discutido en la realidad ecuatoriana, antes del 2011, se manejaba las críticas a nivel jurídico, reconociendo que el juez estaba revestido de una amplia discrecionalidad y que no era justo que existan inocentes privados de libertad y muchos sin sentencia. Se llevó a cabo el referéndum, y al ganar el sí en la pregunta 1 y 2 se enmendó la Constitución para regular la prisión preventiva. El tiempo ha transcurrido desde dichas enmiendas, y las críticas a esta medida siguen vigentes, pero ahora las críticas más allá de las opiniones jurídicas, se engloban en las opiniones de figuras políticas, medios de comunicación, redes sociales e inclusive funcionarios públicos. En la actualidad el argumento, es que ya no se preocupan por la inocencia del procesado, sino que la justicia en el país esta deformada porque todos los delincuentes se encuentran libres.

La necesidad de la presente investigación, se da porque la perspectiva de la sociedad, autoridades e inclusive profesionales del derecho, conciben que la aplicación de la prisión preventiva, se da de forma arbitraria, muchos sienten que las leyes no están adecuadas para la eficiente impartición de justicia, sino que favorece a quienes la infringen, se ha desarrollado un sinnúmero de posturas sobre el tema, pero nadie ha tomado en cuenta el

control de convencionalidad que se debe ejercer en razón de la aplicación de esta figura. Además, esta investigación es necesaria por cuanto se debe tomar en cuenta el modelo de MacCormick, específicamente para identificar los problemas jurídicos, para que los jueces resuelvan estos cuestionamientos y desarrollen una correcta motivación en función de los estándares de la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Como variables de la investigación se tiene como, variable independiente: Modelo de MacCormick como esquema de motivación para la aplicación de los estándares de la CIDH y como variable dependiente: Fijación de la prisión preventiva, el primero se puede definir como: Es un modelo de carácter dialógico, enmarcado en una conexión del neoconstitucionalismo y la propuesta argumentativa, se describe en la práctica del Derecho, como dinámica, pragmática y compleja, al integrarse como parte de la validez jurídica respecto de las teorías normativas en las decisiones judiciales. (Suárez, 2016). La segunda variable se define como: Una medida de carácter precautorio que recae sobre la persona, quien se vería afectado por un estado más o menos permanente de privación de libertad, que se debe cumplir conforme la institucionalidad pública, medida que será determinada por quien ostente la facultad jurisdiccional. (Morillas Cueva, 2016)

Las limitaciones que se tiene en la investigación es que, las teorías de argumentación jurídica y los distintos modelos que se han propuesto por los diferentes autores, no se aplican ni se reconocen de manera objetiva, sino que únicamente son medios teóricos que permite de forma personal a los jueces y abogados en libre ejercicio aplicarlos y por lo general se aplican en garantías jurisdiccionales, sin embargo, en la presente investigación se pretende mostrar su utilidad en la aplicación de la prisión preventiva.

## II. ANÁLISIS ARGUMENTATIVO

### Modelo de MacCormick

El modelo de argumentación propuesta por MacCormick, no intenta divorciarse enteramente del positivismo y el razonamiento deductivo, sino que más bien intenta complementarlo con la elección de argumentos para sustentar una

decisión (Suárez, 2016). En la actualidad se ha reconocido este modelo como parte de la corriente neoconstitucionalista, desarrollada como una teoría argumentativa, se diferencia de otras, porque se ha tomado en cuenta la deducibilidad lógica, porque para aplicarla se parte de la justificación interna y se complementa con una segunda fase netamente argumentativa, en donde se verifica que las premisas sean conducentes con la decisión y que se revista con un carácter de universalidad.

Neil MacCormick tiene una postura interesante que sustenta su modelo práctico, reconoce que no todas las normas se deben aplicar de forma literal a todos los casos, sino que hay que adecuar una valoración de las circunstancias y consecuencias con relación al caso concreto (Suárez, 2016). En este sentido, la justificación deductiva tiene límites con relación a las premisas normativas o fácticas al presentar problemas en su aplicación, porque existen casos fáciles como difíciles, en función de esta realidad, el modelo propuesto plantea una división cuatripartita en los casos difíciles, configurándose cuestiones de interpretación, relevancia (premisa normativa), prueba o calificación (premisa fáctica).

Los problemas de relevancia en cierto sentido son un paso previo a la interpretación, esto significa, que no se establece como interpretar determinada norma, sino, si en realidad existe una norma, para explicar esta realidad, MacCormick ilustra el caso Donoghue contra Stevenson, que básicamente se resuelve no en razón de un precedente vinculante, sino in función de un precedente análogo (Atienza, 2020). Lo explicado por el autor es importante para la presente investigación, por cuanto, se toma como precedentes a los estándares de Corte IDH, más aún por considerarlos como una norma existente en el contexto de la cláusula abierta de constitucionalidad, que se explicará en apartados posteriores.

La justificabilidad en las decisiones se supedita a la razonabilidad en el procedimiento que se ha llevado a cabo para la decisión, lo que propone MacCormick, conforme la corriente neoconstitucionalista de justificación, plantea que intervienen diversas condiciones específicas en su modelo, siendo estas las de universalidad, coherencia, consecuencialismo, consistencia

(Suárez, 2016). De esta manera la posición del autor en cuanto al contenido de la justicia formal, realiza una proyección en dos dimensiones: dimensión material, la cual exige que, para encontrar la solución a un caso, el argumento debe hacerse conforme principios coherentes, jurídicos y sistémicamente consistentes respecto de casos similares, para esto es importante los estándares de la Corte IDH, a esto se complementa una dimensión derivada, que se contextualiza en la justicia procedimental.

### **Requisito de universalidad**

La universalidad se encuentra implícita en la justificación deductiva, desarrolla la exigencia que para justificar una decisión normativa, se debe contar por lo menos con una premisa que desarrolle una norma general o principio, lo que se reconocería en el contexto formal, como la premisa mayor del silogismo jurídico (Atienza, 2020). Cabe resaltar también, que, para el cumplimiento del modelo, no solo se trata de una exigencia normativa, sino también de postulados que los jueces tomen en cuenta a la hora de tomar una decisión, como en el caso de los estándares de la Corte IDH.

Los efectos de la aplicación de requisito de universalidad actúan respecto de la doctrina del precedente. En razón que, si una decisión se reconoce universalizable, las decisiones posteriores con relación a un caso similar debería decidirse conforme el precedente genérico constituido (Suárez, 2016). Neil MacCormick, reconoce esta realidad al plantear la obligación de decidir los casos de manera consistente con decisiones precedentes que cumplan con supuestos similares, de manera que se cumpla con la función de unificación de decisiones y una explicitación de coherencia sistémica a las que deben estar sometidos los precedentes y que se potencie lo que el autor reconocía como la integridad global del Estado como garante de un único sistema legal, y es precisamente lo que se intenta para la fijación de la prisión preventiva en la realidad ecuatoriana.

### **Requisito de consistencia y coherencia**

En cuanto al requisito de universalidad,

reconocido por MacCormick como justificación de primer nivel, coincide con lo que se reconoce como justificación interna y en un segundo nivel se desarrolla lo que se reconoce como justificación externa, que es la elección de normas generales pertinentes (Atienza, 2020). Las decisiones judiciales deben tener una relación entre el sistema jurídico y las consecuencias que tendrían estas decisiones, por tanto, si bien las decisiones se concibe una cuestión abierta porque intervienen aspectos valorativos, también se revisten de objetividad al elegir una norma y sus consecuencias.

Que las decisiones adquieran un sentido con relación al sistema, significa que cumpla con los requisitos de consistencia y coherencia, satisface el primero cuando se tiene como base las premisas normativas que no generan antinomias con las normas validadas y objetivadas. Satisface el segundo cuando se deriva la obligación de los jueces de que no se infrinja el derecho vigente y que se ajusten a la realidad con relación a la materia de prueba (Atienza, 2020). Un conjunto de normas o una norma, se reconoce coherente cuando se subsume conforme principios generales o valores.

La coherencia normativa es una dinámica de justificación, al presuponer que el derecho es una empresa racional, porque se cumple con la noción de universalidad, puesto que se considera a las normas en su conjunto y no de una forma aislada, con el fin de poderles dar un sentido, promoviendo la certeza del derecho (Alexy, 2019). Para McCormick, esta coherencia no significa que se configure una verdad última, objetiva e independiente, sino que mas bien se configura como una cuestión de racionalidad.

Los principios son importante para la justificación de una decisión, pero los argumentos basados en principios no tienen un carácter concluyente, como en el caso de las normas obligatorias (Atienza, 2020). Esto afirma la posición que tiene el autor del presente documento, por cuanto, para cumplir con todos los elementos del esquema de Toulmin, se propone fundamentar el modelo en base a los estándares de convencionalidad de la Corte IDH, como norma obligatoria, amparándose en la cláusula abierta de constitucionalidad.

### **Requisito consecuencialista**

Los jueces al emitir una sentencia, no deben tener solo una visión en retrospectiva (consistencia y coherencia), sino que también tienen que tener una perspectiva hacia el futuro (consecuencialismo) (Atienza, 2020). Resulta un poco irreal determinar las consecuencias que pueden aplicar sobre hechos futuros, pero el autor lo que pretende es que la decisión no afecte fines protegidos por las distintas ramas del derecho, de esta manera (Atienza, 2020) expone: “Las consecuencias jurídicas se evalúan con relación a ciertos valores, como justicia, sentido común. Estos valores difieren respecto de las distintas ramas del derecho, por ejemplo; en el derecho penal uno de los valores básicos es la paz social y el orden público”. De lo expuesto se colige que, el consecuencialismo es escoger los fines correctos con relación a la rama del derecho que se esté tratando.

### **CONVENCIONALIDAD**

Para el desarrollo de este apartado, se desarrollará el contexto de control de convencionalidad, así también, se establecerá de forma individual los componentes que conforman el estándar desarrollado por la Jurisprudencia de Corte IDH y se describirá el significado de arbitrariedad en el mismo contexto jurisprudencial, extendiéndolo también desde la perspectiva doctrinaria.

### **Control de convencionalidad**

Para encuadrar el contexto de convencionalidad, es importante exponer la responsabilidad que tienen los Estados miembro de la Convención Americana de Derechos Humanos (CADH) de cumplir con los instrumentos internacionales, como es la jurisprudencia desarrollado por la Corte IDH, puesto que se encuentran sometidos al principio *ius cogens* (Córdova Vinueza, 2016), en este sentido es importante que los tribunales locales con los internacionales ejerzan una influencia recíproca, para un auxilio mutuo en aras de tutelar las libertades fundamentales (Córdova Vinueza, 2016).

Para un afianzamiento de lo expuesto, es importante se desarrolle el bloque de constitucionalidad, como medio efectivo para un

control constitucional integral, tomándose en cuenta los instrumentos internacionales como es el caso de la jurisprudencia de Corte IDH, esto lleva a que se aplique el principio de clausula abierta, en el cual todos los instrumentos internacionales, entendiéndose a estos como los informes de la convención, la jurisprudencia y las opiniones consultivas emitidas por la Corte IDH, formarían parte de la Constitución.

Es así que los operadores de justicia, deben adecuar su actuación bajo el control de convencionalidad, por tanto, es importante que los jueces constitucionales, demarquen este camino por medio de sus resoluciones para la aplicación de los estándares desarrollados por la jurisprudencia de Corte IDH. Al respecto el Dr. Paúl Córdova, bien ha hecho en uno de sus estudios pronunciarse de la siguiente manera:

La profundización del bloque de constitucionalidad requiere del desarrollo jurisprudencial para su real consolidación. Son los tribunales constitucionales quienes pueden establecer precedentes jurisprudenciales hacia ese fin, porque la Carta Máxima define los parámetros generales de vinculación del derecho internacional con el ordenamiento jurídico doméstico y, a partir de ahí, la jurisprudencia constitucional es la que debe generar mayores precisiones sobre el rango y valor normativo tanto para el bloque como para el ordenamiento constitucional (Córdova Vinueza, 2016). De lo expuesto por el maestro Dr. Paúl Córdova, se colige que el principio de convencionalidad es el medio por el cual los servidores judiciales, confrontan el derecho local con el internacional, con el fin de garantizar los derechos desarrollados en instrumentos internacionales, por tanto, es importante se desarrolle esta confrontación en el contexto de la aplicación de la prisión preventiva, que es lo que se ha planteado en la presente investigación.

### **Componentes del estándar jurisprudencial**

Para un integral entendimiento, el autor de la presente investigación ha creído conveniente descomponer en forma esquemática, los componentes esenciales en la aplicación del estándar jurisprudencial respecto de la prisión preventiva, los cuales se exponen a continuación:

### **Proporcionalidad**

La proporcionalidad de acuerdo a los estándares de convencionalidad, se desarrolla en el contexto de que, si bien el encarcelamiento puede ser legal, esta medida se puede dar de acuerdo a una carencia de proporcionalidad (*Caso López Álvarez Vs Honduras, 2013*). Si bien es cierto la jurisprudencia es muy amplia en cuanto a la proporcionalidad, es importante delimitar su desarrollo de acuerdo a lo que establece el precedente *Romero Ferris Vs Argentina*, el cual establece que las medida de prisión preventiva debe cumplir con cuatro elementos del test de proporcionalidad, siendo los siguientes: “la finalidad de la medida que debe ser legítima (Compatible con la Convención Americana), idónea para cumplir con el fin que se persigue, necesaria y estrictamente proporcional” (*Romero Ferris Vs Argentina, 2019*), este pronunciamiento es interesante porque plantea que la legitimidad no se da por la aplicación de la norma objetivada en el ordenamiento jurídico local, sino que debe estar acorde a la Convención Americana y precisamente cumpliría con este fin al aplicar la cláusula abierta, en la que estos pronunciamientos forma parte de la Constitución ecuatoriana.

### **Limitación de principios**

Sobre la limitación de principios, el estándar desarrollado, plantea lo siguiente: “La prisión preventiva está limitada por los principios de legalidad, presunción de inocencia, necesidad y proporcionalidad indispensable en una sociedad democrática” (*Caso López Álvarez Vs Honduras, 2013*). Al respecto, la importancia de lo expuesto radica en que, al no aplicarse la prisión preventiva en función de estos principios, se afectaría a la sociedad democrática, puesto se preponderaría la arbitrariedad sobre la libertad de las personas, puesto que, si se omite estos principios los jueces, no estarían impartiendo justicia bajo parámetros objetivos de aplicación.

### **Aplicación excepcional**

En cuanto a la aplicación excepcional, el estándar de convencionalidad, establece lo siguiente: “...se podrá ordenar la prisión preventiva de un imputado solo de manera excepcional y

cuando, por ejemplo, no existan otras garantías que aseguren la comparecencia en el juicio...” (*Usón Ramírez vs Venezuela, 2009*). Sobre lo inferido, el lineamiento de la aplicación excepcional, se da cuando no existan otras medidas que garanticen la comparecencia del procesado a juicio, esta es una parte importante en el contexto problemático de la investigación.

La excepcionalidad, se complementa con el límite de principios, configurándose como un elemento indispensable para el desarrollo de la sociedad democrática, así lo ha establecido en el estándar de convencionalidad, el cual establece que: “En esta línea la Corte Interamericana reiteradamente ha señalado que para que una medida privativa de libertad se encuentre en concordancia con las garantías consagradas en la Convención, su aplicación debe llevar un carácter excepcional y respetar el principio de presunción de inocencia y los principios de legalidad, necesidad y proporcionalidad, indispensables en una sociedad democrática” (*Caso J Vs Perú, 2014*).

Sobre las medidas alternativas a la prisión de la libertad, el estándar de convencionalidad, establece: “...la Corte considera que las autoridades internas deben propender por la imposición de medidas alternativas a la prisión preventiva so pena de que se desvirtúe el carácter excepcional de la misma” (*Romero Ferris Vs Argentina, 2019*). De esta manera al aplicarse la prisión preventiva, sin preponderar las medidas alternativas, se estaría afectando a la excepcionalidad, más aún, en la realidad ecuatoriana que pretende desde la perspectiva de los juristas y la sociedad, que se debe aplicar como regla la prisión preventiva en casos de corrupción, peculado y enriquecimiento ilícito, al aplicarse de esta manera la prisión preventiva, se incumpliría con el control de convencionalidad en las decisiones judiciales. Al respecto de lo referido, el estándar de convencionalidad, también establece que la libertad es la regla, exponiendo lo siguiente: “...esta Corte ha señalado que la regla general debe ser la libertad del imputado mientras se resuelve acerca de su responsabilidad penal...” (*Rosadio Villavicencio Vs Perú, 2019*).

### **Legitimidad de la prisión preventiva**

En el caso *Barreto Leiva Vs Venezuela*,

la Corte expresa un argumento respecto del fin legítimo, estableciendo lo siguiente: “...El Estado incumplió su obligación consagrada en el artículo 2 de la Convención, puesto que en su ley interna no establecía garantías suficientes al derecho a la libertad personal, ya que permitía el encarcelamiento de comprobarse únicamente “indicios de culpabilidad”, sin establecer que, además, es necesario que la medida busque un fin legítimo”. De lo inferido se denota que la prisión preventiva no puede darse únicamente por indicios de culpabilidad, respecto del fin legítimo, no establece una definición descriptiva, por lo tanto, es importante referirse al caso *Romero Ferris Vs Argentina*, el mismo que extiende la interpretación del fin legítimo estableciendo lo siguiente: “En lo que refiere al primer punto, el Tribunal ha indicado que la medida solo se debe imponer cuando sea necesaria para la satisfacción de un fin legítimo, a saber que: el acusado no impedirá el desarrollo del procedimiento ni eludirá la acción de justicia. Asimismo, ha destacado que el peligro procesal no se presume, sino que debe realizarse la verificación del mismo en cada caso, fundado en circunstancias objetivas y ciertas del caso concreto...”(*Romero Ferris Vs Argentina, 2019*). De esta manera, el fin legítimo se entiende que la prisión preventiva evite que el acusado impida el procedimiento de justicia y no eluda la misma, pero establece un parámetro que debe ser tratado inexorablemente en la motivación y es la verificación de circunstancias objetivas en las que se pueda dar estos casos, dejando de lado la presunción. Esto es importante porque en la realidad ecuatoriana, se utiliza la prisión preventiva, en los casos de corrupción en la que por lo general incurren políticos, y los jueces que utilizan medidas alternativas son señalados por no ordenar la prisión preventiva, de esta manera los jueces están decidiendo conforme la sociedad lo exige y no baja un control de convencionalidad ex officio, puesto que la sociedad se encuentra estigmatizada en tanta impunidad de políticos que no han sido sancionados por los delitos que han cometido, por tanto, si se aplicara justicia en función de este estigma social se perdería la aplicación excepcional y se incumpliría el fin legítimo, sentando precedentes que atentan contra el bloque de constitucionalidad, puesto

que estas sentencias como se explicó en apartados anteriores, forman parte de la Constitución por la cláusula abierta y al no fundarse en parámetros objetivos se estaría configurando arbitrariedad en la aplicación de la prisión preventiva. Para afianzar y en forma concluyente lo que es el fin legítimo, es imperativo citar el párrafo 102 del caso *Ferris*, el cual establece “De este modo, el Tribunal considera que únicamente deben ser consideradas como finalidades legítimas de la prisión preventiva, aquellas que está atadas directamente con el desarrollo eficaz del proceso, es decir, que estén vinculadas con el peligro de fuga del procesado, directamente establecido en el Art. 7.5 de la Convención Americana y aquella que busca evitar que el procesado impida el desarrollo del procedimiento”(*Romero Ferris Vs Argentina, 2019*).

#### **Características personales y gravedad del delito**

Una de las restricciones más importantes que desarrolla la jurisprudencia de Corte IDH son las que tiene que ver en cuanto a las características personales de las personas, desarrollada en el Caso *Álvarez Vs Honduras*, estableciendo que: “...Las características personales del supuesto autor y la gravedad del delito que se le imputa no son, por sí mismos, justificación suficiente de la prisión preventiva...”(*Caso López Álvarez Vs Honduras, 2013*). De acuerdo a lo establecido en este precedente, la redacción no expone una restricción cerrada, puesto que las características personales y la gravedad del delito en parte si son una justificación para la aplicación de la prisión preventiva, pero no es una justificación suficiente, de esta manera es un punto que bien se podría tomar en cuenta, pero no se puede decidir en base a estos aspectos, con características personales y en razón de la realidad que vive el país, se podría ejemplificar que el que el procesado sea político o que el delito sea peculado, concusión o cohecho no es justificación suficiente para que sean privados de la libertad.

#### **Medida cautelar y no punitiva**

La prisión preventiva es una medida cautelar y no punitiva, plantea de forma concreta el caso

López Álvares Vs Honduras, siendo un enunciado concreto le compete a quien redacta la presente investigación extender su contenido, de manera que analizando el contexto de la inferencias, siento que la Corte intenta aclarar que la medida cautelar, al ser una medida de ningún modo pretende sancionar al procesado, puesto que se entiende revestido del principio de inocencia, una sanción se da cuando el procesado más allá de toda duda razonable y en función de la valoración de la prueba, se le ha declarado culpable en un proceso, por tanto, la prisión preventiva, por el mismo hecho de ser una medida, únicamente cumple con el fin legítimo ya explicado, mas no pretende sancionar, como mal cree la sociedad al pensar que al dejar libre a un procesado, se está dejando libre a un delincuente.

### **Límite temporal**

El límite temporal de la prisión preventiva ha sido desarrollado, pronunciándose la Corte de la siguiente manera: “... aun cuando medien razones para mantener a una persona en prisión preventiva, el periodo de la detención no debe exceder el límite de lo razonable conforme el artículo 7.5 de la Convención”(Arguelles y otros Vs Argentina, 2019). Para complementar lo expuesto, es importante citar: “Este tribunal considera que la inclusión de límites temporales para una detención es una salvaguardia contra la arbitrariedad de la privación de la libertad”(Wong Ho Wing Vs Perú, 2018). De acuerdo a lo expuesto, queda claro que los límites a la privación de la libertad se deben dar de acuerdo a lo razonable y que es una salvaguardia a la arbitrariedad, pero lo que no queda claro cuál es el límite de lo razonable, bajo este respecto la jurisprudencia cita el Art. 7:5 de la Convención, el mismo que establece lo siguiente: “ Toda persona detenida o retenida debe ser llevada, sin demora, ante un juez u otro funcionario autorizado por la ley para ejercer funciones judiciales y tendrá derecho a ser juzgada dentro de un plazo razonable o a ser puesta en libertad, sin perjuicio de que continúe el proceso. Su libertad podrá estar condicionada a garantías que aseguren su comparecencia en el juicio”(Convención Americana Sobre Derechos Humanos o Pacto de San José de Costa Rica, 1969). De lo establecido en la convención tampoco se

establece un tiempo mínimo o máximo que pueda ser considerado como razonable, no obstante, la doctrina, por medio de estudios en cuanto a la afectación en las personas el estar privados de la libertad, Luigi Ferrajoli, ha establecido que una persona privada de la libertad, más allá de los diez años nadie puede volver a ser normal, de esta manera se debería tener como parámetro de tasación este tiempo, se debe recalcar que el argumento no se presenta como que la prisión preventiva pueda tener un límite de diez años, sino que ese tiempo sea tomado para hacer la proporción en su aplicación.

### **Motivación**

Sobre la motivación se ha establecido lo siguiente: “...para que se respete la presunción de inocencia al ordenarse medidas restrictivas de la libertad es preciso que el Estado fundamente y acredite, de manera clara y motivada, según cada caso concreto, la existencia de los referidos requisitos exigidos por la Convención...”(Usón Ramírez vs Venezuela, 2009). De acuerdo a lo expresado en el precedente, para que exista el respeto a la presunción de inocencia, deber ser requisito principal que exista una motivación clara de acuerdo al caso concreto, bajo los referidos de la convención, se entiende por referidos, la limitación de los principios en los que se debe fundar la motivación, siendo estos el de legalidad, presunción de inocencia, necesidad y proporcionalidad.

### **Indicios de culpabilidad**

En cuanto a la realidad de los indicios de culpabilidad, es importante aclarar que no es una justificación suficiente para aplicar la prisión preventiva, el estándar de convencionalidad, ha sido claro al establecer que: “Este tribunal ha precisado también que para restringir el derecho a la libertad personal a través de medidas como la prisión preventiva deben existir indicios suficientes que permitan suponer razonablemente que la persona sometida al proceso ha participado en el ilícito que se investiga. Sin embargo, aun verificando este extremo, la privación de libertad del procesado no puede residir en fines preventivo – generales o preventivo especiales atribuibles a la pena, sino que sólo se puede fundamentar en un fin

legítimo...”(Caso *J Vs Perú*, 2014). De lo expuesto, se colige que, si bien se verifica razonablemente indicios respecto de la participación del procesado en el delito que se investiga, este no puede ser el fundamento para dictar la prisión preventiva, puesto que la motivación se debe dar en función del fin legítimo, de otra manera se estaría anticipando la pena contraviniendo el principio de inocencia.

### III. METODOLOGÍA

El presente artículo científico se desarrolla en función de una investigación teórico – descriptiva de carácter documental, puesto que en la ejecución se llevaron a cabo procesos de indagación, formación de esquemas, depuración de información y análisis de documentos electrónicos disponibles, en contexto de las distintas temáticas abordadas, esto en razón de los criterios en cuanto al principio de convencionalidad, cláusula abierta de convencionalidad desarrollados por el jurista académico Paul Córdova y cohesionando esta información de forma práctica con el modelo propuesto por Neil MacCormick.

Toda la información ha sido revisada, escogida y compilada con una respectiva diferenciación de temas que ha permitido generar una estructura en el presente artículo, para lo cual ha sido de gran aporte el gestor bibliográfico Mendeley. Las fuentes bibliográficas están sustentadas principalmente en jurisprudencia de la Corte IDH, así también complementada con libros, que han desarrollado a un nivel doctrinario las bases para darle un sentido práctico al presente artículo científico.

### IV. RESULTADOS

Con el fin de que las decisiones judiciales se configuren bajo parámetros de justificabilidad y razonabilidad a la hora de motivar las decisiones respecto de la fijación de la prisión preventiva, se desarrollará el modelo de Neil MacCormick, puesto que su esquema toma como base el precedente genérico constituido para la toma de decisiones, lo cual facilita a que los estándares de la CIDH sean la base para motivar la decisión del juzgador. En este sentido, a continuación, se desarrollará las condiciones de: (1) Universalidad, (2) Consistencia y coherencia (3) Consecuencialismo.

#### (1) Condición de universalidad

Los requisitos que se debe cumplir para que se configure la condición de universalidad son los siguientes:

- a. Premisa que desarrolle una norma general o principio
- b. Precedente genérico constituido

#### a. Premisa que desarrolle una norma general o principio

##### a.1 Motivación

Para la aplicación de este principio, se debe tomar en cuenta la siguiente premisa:

- En función de la presunción de inocencia, es preciso que se fundamente y acredite de manera clara y motivada, de acuerdo al caso concreto, la existencia de los referidos requisitos exigidos por la convención

##### a.2 Principio de proporcionalidad

Para cumplir con el principio de proporcionalidad en cuanto a la medida de prisión preventiva, se debe cumplir con cuatro elementos del test de proporcionalidad siendo los siguientes:

- Medida legítima. - No se da por la aplicación de la norma objetiva en el ordenamiento jurídico local, sino que debe estar acorde con la Convención Americana.
- Medida idónea. – Se debe aplicar la medida con el único fin de que el procesado comparezca al proceso, mientras no existan otras medidas menos lesivas para el cumplimiento de este fin.
- Medida necesaria. – Se aplicará en razón de asegurar los fines del proceso, la necesidad se valora en función de que el procesado no impida el desarrollo eficiente de la investigación y que no eluda la acción de la justicia.
- Medida proporcional. – El Estado debe evitar que la medida de coerción procesal sea igual o más gravosa para el imputado que la pena que se espera en caso de condena.

##### a.3 Aplicación excepcional

Para la aplicación excepcional, se debe tomar

en cuenta las siguientes premisas:

- La regla general es la libertad del imputado mientras se resuelve acerca de su responsabilidad penal
- Que no existan otras garantías que aseguren la comparecencia del juicio
- Se debe respetar el principio de presunción de inocencia
- Se debe desvirtuar el carácter excepcional de la misma

#### **a.4 Legitimidad de la prisión preventiva**

Para la aplicación de la legitimidad de la prisión preventiva, se debe tomar en cuenta las siguientes premisas:

- La prisión preventiva no puede darse únicamente por indicios de culpabilidad
- Se establece cuando exista un verdadero peligro de fuga del acusado
- Se establece cuando el procesado impida el desarrollo del proceso

#### **a.5 Características personales y gravedad del delito**

Para la aplicación de esta norma general, se debe tomar en cuenta la siguiente premisa:

- Las características personales del supuesto autor y la gravedad del delito que se le imputa no son, por si mismos, justificación suficiente de la prisión preventiva.

#### **a.6 Límite temporal**

Para la aplicación de esta norma general, se debe tomar en cuenta la siguiente premisa:

- La detención no debe exceder el límite de lo razonable

#### **a.7 Indicios de culpabilidad**

Para la aplicación de esta norma general, se debe tomar en cuenta la siguiente premisa:

- Deben existir indicios suficientes que permitan suponer razonablemente que el procesado ha participado en el ilícito

### **b. Precedente genérico constituido**

#### **b.1 Motivación**

- Usón Ramírez Vs Venezuela

#### **b.2 Principio de proporcionalidad**

- López Álvarez Vs Honduras.
- Romero Ferris Vs Argentina.

#### **b.3 Aplicación excepcional**

- Usón Ramírez Vs Venezuela
- Caso J Vs Perú
- Romero Ferris Vs Argentina.
- Rosadio Villavicencio Vs Perú

#### **b.4 Legitimidad de la prisión preventiva**

- Barreto Leiva Vs Venezuela
- Romero Ferris Vs Argentina

#### **b.5 Características personales y gravedad del delito**

- López Álvarez Vs Honduras.

#### **b.6 Límite temporal**

- Arguelles y otros Vs Argentina
- Wong Ho Wing Vs Perú

#### **b.7 Indicios de culpabilidad**

- -Caso J Vs Perú

### **(2) Consistencia y coherencia**

Los requisitos que se debe cumplir para que se configure la condición de consistencia y coherencia son los siguientes:

- a. Premisas normativas que no generan antinomias con las normas validas y objetivadas
- b. Que se ajuste a la realidad con relación a la materia de prueba

#### **a. Premisas normativas que no generan antinomias con las normas validas y objetivadas**

Para cumplir con este requisito, es pertinente analizar la normativa local en cuanto a la prisión preventiva y relacionar con las premisas que desarrollen una norma general o principio, no obstante, para el cumplimiento del principio de motivación y la cláusula abierta de constitucionalidad, se tomará en cuenta todos los parámetros de los precedentes genéricos, para la formulación de las preguntas que debe resolver el

juez a la hora de tomar su decisión respecto de la prisión preventiva.

Para desarrollar este apartado, es pertinente exponer que el Código Orgánico Integral Penal, a partir del Art. 519 hasta el Art. 521, objetiva las reglas generales para aplicar las medidas cautelares, pero es importante que se aclare que la prisión preventiva se reconoce como una de varias medidas cautelares, pero que se subsume a estos requisitos específicos. Sin embargo, no se determine que dentro de los artículos citados exista alguna disposición que contravenga las premisas normativas dispuestas en este estudio, no obstante, si se toma en cuenta la premisa de medida legítima que forma parte del principio de proporcionalidad, es claro que, no se da por la aplicación de la norma objetiva en el ordenamiento jurídico local, sino que debe estar acorde con la Convención Americana, en este sentido, estas premisas a no ser que existan anomalías, que no es el caso de la realidad ecuatoriana, complementarían el ordenamiento jurídico local y sirven de base para motivar la decisión del juez, como se expone en el apartado b)

## **b. Que se ajuste a la realidad con relación a materia de prueba**

En este apartado se formula los cuestionamientos que debe resolver el juez a la hora de tomar su decisión respecto de la prisión preventiva, para lo cual será imprescindible valorar los medios de prueba aportados en el caso concreto.

### **b.1 Principio de proporcionalidad**

¿Cuáles son los requisitos de la convención para que la prisión preventiva se configure como medida legítima?

En este apartado se debe tomar en cuenta los siguientes a la hora que el juez motive:

- Aplicación excepcional
- Legitimidad
- Características personales y gravedad del delito
- Límite temporal
- Indicios de culpabilidad

¿En función de que la medida se determine idónea, existen otras medidas menos lesivas para

que el procesado comparezca al proceso?

¿En función de que la medida se determine necesaria, esta medida garantiza el desarrollo eficiente de la investigación?

¿Con esta medida se garantiza que el procesado no eluda la acción de la justicia?

¿Con esta medida se evita que la coerción procesal sea igual o más gravosa para el imputado con relación a la pena?

### **b.2 Aplicación excepcional**

¿Se está aplicando la libertad como regla general?

¿Con esta medida se está respetando la presunción de inocencia?

¿Por los medios de prueba adoptados, se ha desvirtuado el carácter excepcional de la prisión preventiva?

### **b.3 Legitimidad de la prisión preventiva**

¿No se está aplicando la prisión preventiva considerando únicamente los indicios de culpabilidad?

¿Se plantea la prisión preventiva por un verdadero peligro de fuga del acusado?

¿El procesado ha impedido de alguna manera el desarrollo del proceso?

### **b.4 Características personales y gravedad del delito**

¿Las características personales y la gravedad del delito se han tomado en cuenta para solicitar la prisión preventiva?

### **b.5 Límite temporal**

¿Cuál es límite de tiempo razonable para aplicar la prisión preventiva en este caso?

### **b.6 Indicios de culpabilidad**

¿Existen indicios suficientes para suponer razonablemente que el procesado ha participado en el ilícito?

## **(3) Consecuencialismo**

Para que el consecuencialismo se efectivo, es pertinente que no afecten a otras ramas del derecho. Para tal cometido, es importante que el juez al momento de decidir, reafirme su posición,

respondiendo este cuestionamiento:

**3.1 ¿Con esta decisión se cumple con los principios constitucionales de motivación, proporcionalidad, presunción de inocencia, debido proceso?**

**V. DISCUSIÓN**

El modelo de MacCormick, se desarrolla como un esquema dialógico, el que se caracteriza porque la decisión no nace desde el autoconvencimiento, sino por el diálogo compartido, como un debate intersubjetivo de carácter consensual, de esta manera se expone una dinámica práctica y a la vez compleja, en razón que se integra la teoría de la validez jurídica a un parámetro normativo que se acopla a los referentes genéricos, integrando las posiciones iuspositivistas por las que el constitucionalismo ha sido severamente criticado.

Por lo expuesto, el razonamiento y la decisión del juez se justifica por adecuarse a la exigencia práctica de la razón, aunque el sacrificio trascienda a la reformulación de la práctica formal que es base de la posición iuspositivista, esto en función de que se ha convenido en que han existido limitaciones y carencias dentro del desarrollo de este modelo. La diferencia con el modelo de MacCormick, es que, no se busca únicamente buenos argumentos, sino que también integra la fidelidad positivista de razonamiento deductivo, pero desde una perspectiva argumentativa en el cual se esquematiza la selección de un buen argumento para motivar la decisión, de esta manera se hace eficiente la pretensión integradora entre la lógica formal y material.

En un plano pragmático y utilitarista, alejándose de las cuestiones doctrinarias, a manera personal, se puede distinguir una variedad de modelos, unos pueden ser más prácticos y dinámicos que otros, algunos pueden darse inclusive con fórmulas matemáticas para incidir en el carácter lógico, sin embargo, en el método de MacCormick, no se ejemplifica el modelo de una manera práctica, por tanto, se ha intentado darle esta dinámica de acuerdo al contexto problemático del artículo científico, como es la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva, en este sentido, se intenta que sea un aporte académico de gusto al lector.

**Conclusiones**

Respecto a cuál es el fundamentar teórico del modelo de MacCormick como esquema de motivación, se concluye que, este modelo, se desarrolla como un esquema dialógico, el que se caracteriza porque la decisión no nace desde el autoconvencimiento, sino por el diálogo compartido, como un debate intersubjetivo de carácter consensual, de esta manera se expone una dinámica práctica y a la vez compleja, en razón que se integra la teoría de la validez jurídica a un parámetro normativo que se acopla a los referentes genéricos, integrando las posiciones iuspositivistas por las que el constitucionalismo ha sido severamente criticado.

Con relación a cuáles son los estándares de las sentencias de CIDH para la fijación de la prisión preventiva, para que el juez motive correctamente y de forma integral, se debe cumplir con los siguientes estándares:

- Aplicación excepcional
- Legitimidad
- Características personales y gravedad del delito
- Límite temporal
- Indicios de culpabilidad

Cabe recalcar, que estos están integrados por premisas que desarrollan la norma general, lo que se expone aquí es una conclusión de los cuestionamientos establecidos en el artículo científico, para entender la aplicación completa es imprescindible analizar el apartado de resultados.

En cuanto a cómo el modelo de MacCormick aporta como esquema de motivación para la fijación de la prisión preventiva, se determina en un plano pragmático y utilitarista, alejándose de las cuestiones doctrinarias, a manera personal, se puede distinguir una variedad de modelos, unos pueden ser más prácticos y dinámicos que otros, algunos pueden darse inclusive con fórmulas matemáticas para incidir en el carácter lógico, sin embargo, en el método de MacCormick, no se ejemplifica el modelo de una manera netamente práctica, por tanto, se ha intentado darle esta dinámica de acuerdo al contexto problemático del artículo científico, como es la aplicación de los estándares de la CIDH en la fijación de la prisión preventiva, en este sentido, se intenta que sea un

aporte académico de gusto al lector.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexy, R., Peczenick, A., Atienza, M., & Wig-, J. H. (2019). *Teorías de la argumentación jurídica que establecen criterios de corrección i. e.*

Atienza, M. (2020). *LAS RAZONES DEL DERECHO.*

Usón Ramírez vs Venezuela, (2009).

Córdova Vinueza, P. (2016). *Derecho Procesal Constitucional: Estudios críticos de doctrina, dogmática, argumentación y jurisprudencia.* Quito: CEP.

Caso López Álvarez Vs Honduras, (2013).

Caso J Vs Perú, (2014).

Wong Ho Wing Vs Perú, 6 *Angewandte Chemie International Edition* 951 (2018).

Arguelles y otros Vs Argentina, (2019).

telégrafo, E. (24 de Julio de 2018). Redacción justicia. *La comandante de Policía de Guayaquil, Durán y Samborondón, y el Gobernador del Guayas se quejaron por la libertad de presuntos delincuentes*, pág. 6.

Gobierno, M. d. (16 de Mayo de 2016). *Ministerio de Gobierno.* Obtenido de [www.ministeriodegobierno.gob.ec/ministerio-del-interior-denuncia-a-fiscal-y-tribunal-a-cargo-del-caso-nemesis/](http://www.ministeriodegobierno.gob.ec/ministerio-del-interior-denuncia-a-fiscal-y-tribunal-a-cargo-del-caso-nemesis/)

Romero Feris Vs Argentina, (2019). [https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec\\_399\\_esp.pdf](https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_399_esp.pdf)

Rosadio Villavicencio Vs Perú, 53 ISSN 2502-3632 (Online) ISSN 2356-0304 (Paper) *Jurnal Online Internasional & Nasional* Vol. 7 No.1, Januari – Juni 2019 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta 1689 (2019). [www.journal.uta45jakarta.ac.id](http://www.journal.uta45jakarta.ac.id)

Morillas Cueva, L. (2016). Reflexiones sobre la prisión preventiva. *Anales de Derecho*, 34(1), 1.

Mir Puig, S. (2015). *Derecho Penal Parte General.* Barcelona: Reppertor.

Convención Americana sobre Derechos Humanos o Pacto de San José de Costa Rica, *Tratados multilaterales interamericanos* 24 (1969). [http://www.oas.org/dil/esp/tratados\\_B-32\\_Convencion\\_Americana\\_sobre\\_Derechos\\_Humanos.pdf](http://www.oas.org/dil/esp/tratados_B-32_Convencion_Americana_sobre_Derechos_Humanos.pdf)

Peralta Patricio. (2019). *Presidente Moreno vuelve a pedir a operadores de justicia no liberar reos detenidos por Policía - Pichincha Universal.* El Universo. <http://www.pichinchacomunicaciones.com.ec/presidente-moreno-vuelve-a-pedir-a-operadores-de-justicia-no-liberar-reos-detenido-por-policia/>

Rodríguez Moreno, F. (2020). *Curso de Derecho Penal Parte General.* Quito: Cevallos.

Suárez, L. (2016). Razón práctica y argumentación en maccormick: de la descripción a la justificación crítico-normativa. *Derechos y Libertades*, 15(II), 173–210.

# Effect of COVID-19 pandemic on perceptions and career goals of undergraduate tourism students in Ecuador

María José Ortiz Zurita<sup>1\*</sup>; Lluís Coromina Soler<sup>2</sup>

## Abstract

This paper explored the perceptions and career goals of undergraduate tourism students, before and during the pandemic COVID-19, in the *Universidad Estatal de Milagro, in Milagro*, Ecuador. The study is based on a quantitative approach. The sample is made up of 207 students during 2018 (before the COVID-19 pandemic) and 161 students in 2020 (during COVID-19). The questionnaire included questions about professional perceptions and questions about the professional goals that students have in the short and long term. Finally, perceptions exclusively related to COVID-19 were measured. The results showed that the vast majority of the students are highly motivated and committed to pursue a career in the tourism industry. A high percentage of the participants expressed their desire to do a Tourism master degree and undertake their own tourism businesses, despite the uncertainty now generated by COVID-19. The findings also reaffirmed the importance of guiding improvements on tourism higher education and tourism industry, with the aim of ensuring the quality of the tourist services, with highly skilled professionals, especially in emerging tourist destinations as Ecuador.

**Keywords:** undergraduate Tourism students, perceptions, tourism career, tourism career goals, COVID-19.

## Efecto de la pandemia COVID-19 en las percepciones y objetivos profesionales de estudiantes de pregrado de Turismo en Ecuador

## Resumen

Este artículo explora las percepciones y objetivos profesionales que tienen los estudiantes de pregrado de Turismo, antes y durante la pandemia COVID-19, en la Universidad Estatal de Milagro, en Milagro, Ecuador. El estudio se basa en un enfoque cuantitativo. La muestra se compone de 207 estudiantes durante el 2018 (antes de la pandemia COVID-19) y de 161 estudiantes en el 2020 (durante el COVID-19). El cuestionario incluyó preguntas sobre percepciones profesionales y preguntas acerca de los objetivos profesionales que tienen los estudiantes a corto y largo plazo. Finalmente, se midieron las percepciones exclusivamente relacionadas al COVID-19. Los resultados mostraron que la gran mayoría de estudiantes están altamente motivados y comprometidos con seguir una carrera en la industria del turismo. Un alto porcentaje de los participantes expresó su deseo de hacer una Maestría en Turismo y emprender sus propios negocios turísticos, a pesar de la incertidumbre ahora generada por el COVID-19. Los hallazgos también reafirmaron la importancia para orientar mejoras en la educación superior del turismo y en la industria del turismo, con el objetivo de asegurar la calidad de los servicios turísticos, con profesionales altamente calificados, especialmente en destinos turísticos emergentes como Ecuador.

**Palabra clave:** Estudiantes de pregrado de Turismo, percepciones, carrera de Turismo, objetivos profesionales en Turismo, COVID-19.

**Recibido:** 5 de junio de 2021

**Aceptado:** 15 de agosto de 2021

<sup>1\*</sup> Licenciada en Turismo; Universidad Estatal de Milagro, Milagro (Guayas) Ecuador

<sup>2</sup> PhD en Economía. Vicedecano Facultad de Turismo; Universidad de Girona, Girona, España

\*Autor para correspondencia: [mortizz1@unemi.edu.ec](mailto:mortizz1@unemi.edu.ec)

## I. INTRODUCTION

Tourism is one of the largest economic sectors that plays an important role in creating jobs, driving exports and generating prosperity across the world (WTTC, 2018). Over the decades, this industry has shown a sustained and consistent trend of growth and deepening diversification (UNWTO, 2018). However, the strong negative impact that this industry has had with the arrival of COVID-19 is indisputable, not only in Ecuador but worldwide.

The growth of tourism worldwide and the importance of this industry in each territory are evident, since tourism provides economic and social development, while managed with knowledge. In this sense, education in hospitality and tourism is essential for a tourist destination to prosper and achieve a certain degree of economic, social and environmental sustainability, making it competitive (Gándara, 2004).

The education of human resources is the key to sustainability, productivity and survival of the companies and institutions that make up the tourism sector. In a nation, the role of higher education is indisputable for its socioeconomic development (Lindong, 2007; Celis, 2017). This background makes the study of perceptions that the undergraduate students have about this profession indispensable to know whether they have uncertainty about their career, since they have witnessed the effects of COVID-19 in their future professional field.

Limited studies have been done about undergraduate tourism students' perceptions toward the career and the industry, few have been made in Latin America, and unfortunately no one in Ecuador. Of the studies carried out, few of them have attempted to detect students' different career perceptions according to their individual characteristics such as gender, years of study in college, work experience, specific major, and their willingness to choose the major (King & Hang, 2011).

This study is relevant considering the boom in the tourism sector before the COVID-19 in South America, and considering the impact of the pandemic. These issues are also important for the tourism industry professionals and for the education providers that is why the purposes of this research were to examine the perceptions that undergraduate tourism students have about the profession and if they have the intention to pursue a career in this work field through the time. The

research was designed to achieve the following three objectives:

1. To determine the perceptions of undergraduate tourism students about their career, comparing the situation before and during the COVID-19 pandemic.
2. To identify the career goals of undergraduate tourism students before and during the COVID-19 pandemic.
3. To identify the level of commitment that the undergraduate tourism students have with their professional preparation facing the context generated by COVID-19.

This study was developed with the students who were enrolled in *Licenciatura en Turismo in the Universidad Estatal de Milagro* (Ecuador) during 2018 (pre-pandemic) and 2020.

## II. LITERATURE REVIEW

Tourism is the service industry where the customers and the personnel have frequent face-to-face interactions. "Since the tourism industry relies so heavily on people to deliver a service, this would result in a negative impact on service quality and consumer satisfaction, which might then hinder the competitiveness of the industry" (Roney & Öztin, 2007). A positive attitude of tourism employees toward their works is fundamental to get satisfied and loyal customers. In this sense, Kusluvan & Kusluvan (2000); Richardson (2008) claim the importance of examining students' attitudes toward the industry because this lies in the fact of having a skilled, enthusiastic, and committed workforce in the hospitality industry.

For a long time, the tourism industry worldwide has been confronted with the problem of attracting and retaining high-quality employees (Kusluvan & Kusluvan, 2000). Students are the potential supply of labor in the market, and having positive attitudes will more likely lead to greater attraction and retention of these graduates in the industry (King & Hang, 2012).

Even when it is recognized that tourism has become a fundamental piece for the socio-economic development of countries, the education in tourism and its importance is still not fully recognized and valued (Jafari & Ritchie, 1981; Zagorani, 2009; Celis, 2017). In this era of increasing globalization of higher education, in which academic institutions around the world compete for students and funding, the lack of data does

not allow comparing international tourism institutions and programs, which implies an important problem (Airey et al., 2015).

Tourism as an academic discipline was not established in the United States until the 1960s, with the first tourism program in 1963, at Michigan State University, followed by the University of Wisconsin, with the first tourism course in 1973 (Jafari, 2003; Celis, 2017). As time goes by, changes in education, driven by the labor market and the development of a service economy, have led tourism studies to reach the age of majority (Airey & Tribe, 2006; Celis, 2017). Despite this, tourism is a newer field of study compared with other research in social sciences as Psychology, Political Sciences, Sociology, etc. Although it is recognized that the tourism sector represents high economic values, research on education in tourism is relatively new (Ring et al., 2009).

This research ascertained undergraduate student's perceptions about a career in the tourism industry before and during the pandemic COVID-19. Wang and Huang (2014) expand and support an explanation of why is important to analyze the perceptions of Tourism students towards their career. They mention that several centers of higher education include different specializations of tourism among their academic offer, so it is essential for them to understand the perceptions that students have towards this career and their future work field. Besides, they say that for tourism educators is important to know these perceptions in order to recruit a greater number of students in their educational establishments. In the same way, Wang & Huang (2014) think it can help to improve study programs and made them more realistic for students. Also, they state that the tourism and hospitality industry definitely influence positively or negatively on the perceptions and career goals of the students, making it more or less attractive for them. Therefore, they say that working on this kind of study it will also allow employers to know how to attract professionals with projection in the industry to work for their companies.

Concerning the attitudes of young people to tourism careers, Airey & Frontistis (1997) claim that while tourism is held out as one of the world's major industries and sources of employment it would be suitable to know more about what potential recruits think about it, in order to provide a basis for attracting the best possible work force. Although there is

substantial literature about tourism employment, only a limited number of studies were done to highlight the perceptions of students towards careers in the tourism industry (Roney & Öztin, 2007). For them, this means that more empirical studies focusing on this topic are required in order to evaluate the status of tourism jobs in the human resources planning process for the tourism sector. They say that usually, human resources plan focus on the employment needs of large international tourism companies, especially in hospitality, and neglect perceptions of students.

Some researchers since the new century began to study the perceptions of undergraduate tourism students. Kusluvan & Kusluvan (2000) carried out a study about the perceptions and attitudes of undergraduate tourism students towards working in the tourism industry. They tested a sample of four-year tourism and hotel management students, in seven different schools in Turkey and reported unfavorable perceptions towards different dimensions of working in the tourism industry. Roney & Öztin (2007) worked on the career perceptions of undergraduate tourism students. This paper focused on a sample of 450 Turkish students studying tourism at university level. The results showed that the respondents' perceptions were neither positive nor negative. The findings also indicated that: willingness to study tourism; willingness to work in tourism after graduation; and work experience; were important factors in shaping their image of tourism careers. Richardson (2010) examined the Tourism and Hospitality students' perceptions of a career in the industry. The finding of his research showed that the international students were more likely to believe that the tourism and hospitality industry offers the factors they find important when choosing a career. Richardson (2010) focused on generation Y's perceptions and attitudes towards a career in Tourism and Hospitality. This exploratory study based on a quantitative approach found that more than 50% of Australian respondents were contemplating careers outside the industry. Of those with work experience in tourism, 38.1% stated that they will not work for this industry after graduation, with 91.7% of these respondents' citing working experience in the industry as the main reason for their decision.

Although the hospitality and tourism industry, was negatively affected by many health-related crises in the past, such as SARS, Zika Virus, Ebola, none has

reached such broad and deep adverse effects as the COVID-19 pandemic (Kaushal & Srivastava, 2021). Scholars suggested that the COVID-19 pandemic is amplifying the vulnerability of the hospitality and tourism workforce, manifested in issues of precarious work contracts, inequality, and exploitation of minimal criteria for employment (Baum et al., 2020). Tourism students, as future industry employees, are witnessing terrible consequences of COVID-19 on the tourism industry, such as business shutdowns, dwindling travel demand, employee layoffs, etc., and all these adversities could dampen students' confidence and commitment to their academic program and future industry career (Zhong et al., 2021).

### III. CASE STUDY

As mentioned before, tourism education offers have increased around the world. Authors such as Hannam et al. (2004) and Suvantola (2004) concluded that the number of Hospitality and Tourism programs at higher level would continue to increase because of the students' demand, better employment opportunities, better salaries and greater professional promotion, this accompanied by the demand of the tourist industry, which seeks to obtain well-prepared workers. In Ecuador, the situation is not different. The fastest and important growth of the Tourism sector in Ecuador and worldwide brought about that, since 2004, the *Universidad Estatal de Milagro* started to offer a degree in Tourism, as part of the formative options of the School of Administrative and Commercial Sciences. The students who choose the "*Licenciatura en Turismo*" program have to study eight semesters (four years), do 96 hours of community work and 240 hours of pre-professional internships. In total, they have to comply with 120 credits to get their professional degree.

## IV. METHODOLOGY AND RESULTS.

### IV.1. Questionnaire design.

This study is based on a quantitative approach. A questionnaire was prepared to measure tourism students' career perceptions. The statements and questions used were taken from previously published studies (Roney & Oztin, 2007; Lu & Adler, 2009; Richardson, 2010; Richardson & Butler, 2012; Wang & Huang, 2014). Some modifications were made and certain additional details were considered according to

the reality of the case studied.

The questionnaire was composed of four sections. The first section contained 6 questions, 5 of them multiple-choice questions and 1 open-ended question. These questions considered general information of the respondent such as gender, year of study in the career, willingness to choose the career, work experience in tourism and current occupation. The second section contained 18 statements about career perceptions. These items were measured on a five-point Likert scale, where 1 meant "Strongly disagree", 2 meant "Disagree", 3 meant "Neutral (neither agree nor disagree)", 4 meant "Agree" and 5 "Strongly agree". The third section contained 6 multiple choice questions about their career goals in the short and long term. In this section, some open-ended questions were included with the objective that the respondents expand their answers. The fourth section contained 3 questions focused exclusively on perceptions related to COVID-19. This survey could be completed in a maximum of 10 minutes.

Before sending the survey to the degree program students, ten pilot tests were conducted among 6 Professors, 2 PhD tourism students and 2 undergraduate tourism students. This is to check the relevance and clarity of the questions. Changes were done at the end of these pilots, and then it was sent to the students.

### IV.2. Sampling design.

The first time (before COVID-19) the survey was done at the beginning of the month of June, specifically from the 1st to the 10th of June, 2018 with 1st to 4th year tourism students of the *Universidad Estatal de Milagro*. It was carried out via web survey and the respondents were invited to fill out the survey from their institutional emails. The study population was finite, of the total of 220 students enrolled in the Tourism career, 207 participated - response rate 94%. A total of 207 surveys were found valid. During the pandemic, the survey was carried out from the 14th to the 23rd of September 2020. All the students enrolled in the semester from May to September 2020 were invited resulting in 161 responses - a response rate of 93%.

The data were collected by an online survey program and ANOVA test analyses were carried out to determine the differences pre and during COVID-19.

### IV.3. Profile of the Survey Sample.

Results show that in 2018 the respondents were mostly females. 159 women filled out the survey, which represents 77%. While the men were 48, which means 23%. Also, it can be seen that in 2020 -during COVID-19- the situation was similar, where 132 women and 29 men participated. This allows us to observe that this career has been more selected by women. The analysis of the distribution of respondents according to the year of study in 2018 revealed that the number of students who are in the first year (first or second semester) is higher (39%) than the other three years. In 2020, we could see a variation where the most representative percentage was 37% of the students who are in the second year (third or fourth semester).

### V. RESULTS.

The following section includes the analyses of variables willingness to choose the career, work experience, and current activity, besides of the Tourism career's perceptions included in the second part of the questionnaire. Then, they are going to be examined the research findings of the career goals in short and long-term asked in the third section of the questionnaire. And finally, the study is going to include an analysis of questions related exclusively to the COVID-19.

In 2018, 69% of students (142 of 207 respondents) chose the Tourism program as their first option to study. The 31% indicated that this program was not their first option. To go deeper into this question, in the survey, a brief explanation about why the students chose the Tourism career was asked. The responses of this open-ended question were codified in ten representative items. The highest percentage (24%) was for "for learning languages and knowing different places and cultures". Unfortunately, with an important percentage (14%) 30 students explained that they chose the Tourism program "because it was the one assigned to them and since they wanted to study something, they are studying it." It means that actually, they were not willing to study this degree program. Some of them said that they accepted to study Tourism with the idea of changing their studies in the second semester. Other students explained that they did not think about this career as their first option to professionalize themselves, but through time they were keened on the career and now they feel very well with the program. Happily, in 2020, during COVID-19 the survey results

show that there was no difference with the previous study since the vast majority (70%) of the students chose the Tourism degree program as their first option. Also, the most important percentage of students attributes the selection for the Tourism program "for learning languages and knowing different places and cultures." This matched with the 2018 study. On this occasion, it is necessary to emphasize the interest of the students in "knowing and promoting Ecuador's tourism", as the percentage grew from 9% to 20%. Surely, many students have already evidenced the crisis in the tourism sector in our country, due to COVID-19, and would like to contribute to its improvement.

Tourism and hospitality employers seem to consider work experience as more important than a degree when they hire a new employee; however, the hospitality degree qualification is needed for entering management levels (Harkison, 2004). The case study in 2018 showed that the higher percentage (48%) of the students enrolled in the program have not had any kind of experience in the tourism sector, they have not worked nor done pre-professional practices in this work field. During COVID-19, it is remarkable to see the growth of the percentage (from 17% to 32%) that represents the students who have worked in a different area other than tourism. This situation is probably an effect of COVID-19 since it made students look for any work in order to earn money to help their families. The fact of being studying virtually allows the combination of the two activities.

The study results in 2018 showed that the vast majority of the Tourism career students in the *Universidad Estatal de Milagro* (79% of the respondents) just dedicate themselves to study the Tourism career. The results also showed that although with a small proportion, 13% of the respondents share their time between studying Tourism and doing another career or specialization course. In this case, the survey required that these students answer which career or specialization course they also study, resulting the following ones: English, Cosmetology, Gastronomy, Nursing, Language and Literature, Business Administration and Laws. In 2020 (during the COVID-19 survey), the situation is repeated, most of the students (71%) of the career only dedicate themselves to study Tourism. The interest in studying another career or specialization course is almost nil (1%), perhaps due to the situation generated by the pandemic, including

the lack of financial resources. Surprisingly, it can be observed that in 2020 the percentage which represents students who study Tourism and also work in a different sector now is the second most representative with a 24% (in 2018 was 4%), this due to the need for money.

**V.1. Perceptions of undergraduate tourism students.**

Table 1 shows data of 18 statements provided about Tourism career perceptions considered in the second part of the survey. The overall mean value ( $\bar{x}$ ) was 3,88 out of 5, which means the perception of the tourism students towards their career, in general, was neither positive nor negative.

In this Table, it can be seen that before of COVID-19 (in 2018) the 36% were agreed with the statement “Tourism offers me a stable job” ( $\bar{x}$  = 3,75), but we can see that also a high percentage (25%) is neutral concerning this. The seasonality factor influenced this, according to Jolliffe & Farnsworth (2003), seasonality dramatically influences tourism industry employment, leading to widespread seasonal employment, underemployment, and unemployment.

Also, it is possible to see that the highest percentage (39%) of the students strongly agreed with the statement “It is necessary to have a university degree in the field of tourism to work in this industry” ( $\bar{x}$  = 3,85). These perceptions are encouraging since it means that students trust that professionalization in tourism is essential to enter the labor field.

Also, Table 1 shows some data about the Tourism career perceptions during the COVID-19 where the overall mean value was 3,74 out of 5, which as in the

previous study, was neither positive nor negative. The results of this section, as can be seen also in Table 1, are similar to the 2018’ study. Both show the same trend. It can be highlighted who students (57%) strongly agreed with the statement "Working in tourism will allow me to contribute positively to society" ( $\bar{x}$  = 4,17), something that must be valued, since this perception is important to generate positive impacts on a population that has been affected in various ways, due to COVID-19.

Analysis of Variance (ANOVA) tests were used to compare the statistical difference between the pre-pandemic and during pandemic periods. For these tests, an alpha level of 0.05 was used, where a significance level (p-value) lower than 0.05 suggests that there was an important difference at 95% confidence level; while a significance level (p-value) higher than 0.05 points out that there was no statistical difference between the two analyzed periods. Results show that the mean for those who thought in 2018 tourism offers a stable job was higher than in 2020. This is probably because the COVID pandemic caused many closures of tourist businesses, and therefore layoffs of personnel. Unfortunately, the tourism industry was one of the most affected. Likewise, as can be seen in Table 1 the ANOVA indicates that the perception that the workload in the tourism field is reasonable between 2018 and 2020 had also a statistical difference. The mean of who thought in 2018 that the workload in the tourism field is reasonable, was higher than in 2020. This is probably because in time of COVID people started teleworking. It may also be due to the layoffs of personnel causing them to overload the functions of those who continue to be hired.

**Table 1:** Tourism career’s perceptions

	year	N	Mean	Std. Deviation	ANOVA
					p-value
The labor supply in the field of tourism is wide, diverse and interesting for me.	2018	207	4.15	1.12	0.157
	2020	161	3.97	1.34	
I am proud for having chosen the Tourism career in front of relatives and friends.	2018	207	4.22	1.15	0.671
	2020	161	4.16	1.33	
Tourism is a respected profession in society.	2018	207	3.74	1.17	0.108
	2020	161	3.52	1.37	
Tourism career presents intellectual challenges.	2018	207	4.13	1.19	0.182
	2020	161	3.96	1.27	

Tourism offers me a stable job.	2018	207	3.75	1.12	0.034
	2020	161	3.49	1.22	
You can earn a lot of money working in tourism.	2018	207	4.00	1.18	0.300
	2020	161	3.87	1.28	
Since you start working in the tourism sector, this profession allows you to earn competitive salaries.	2018	207	3.77	1.08	0.100
	2020	161	3.58	1.16	
The work environment in tourism is pleasant.	2018	207	4.19	1.13	0.307
	2020	161	4.06	1.31	
Tourism is a profession that gives you the opportunity to grow at work.	2018	207	4.19	1.14	0.558
	2020	161	4.12	1.28	
There is gender discrimination in the labor sector of tourism.	2018	207	2.82	1.31	0.206
	2020	161	2.65	1.32	
The workload in the tourism field is reasonable.	2018	207	3.80	1.04	0.043
	2020	161	3.56	1.21	
Working in tourism allows using modern technology, equipment and resources.	2018	207	4.26	1.14	0.383
	2020	161	4.15	1.28	
In tourism, it is easy to get a job anywhere (even abroad).	2018	207	3.59	1.19	0.107
	2020	161	3.39	1.21	
It is possible to combine the tourism profession with maternity/paternity.	2018	207	2.99	1.12	0.512
	2020	161	3.07	1.14	
In tourism, jobs offer opportunities for constant training.	2018	207	4.00	1.11	0.419
	2020	161	3.90	1.22	
Working in tourism allows you to obtain transferable skills (judgment and decision-making, solving complex problems, time management, active listening, etc.).	2018	207	4.14	1.14	0.402
	2020	161	4.03	1.31	
Working in tourism will allow me to contribute positively to society.	2018	207	4.29	1.10	0.359
	2020	161	4.17	1.30	
It is necessary to have a university degree in the field of Tourism to work in this industry.	2018	207	3.85	1.22	0.090
	2020	161	3.61	1.39	

Source: Survey results.

## V.2. Career goals of undergraduate tourism students.

Career goals are very important to know what the students consider about their future in the tourism industry. This information is valuable for developing successful human resources strategies in the tourism labor field and offering postgraduate studies according to the interests and needs of the market.

As can be seen in Table 2, before the coronavirus, the vast majority of the study's respondents (98%) have the intention to work in the tourism industry upon graduation. Among the preferred sectors of the tourism industry for future careers, the most favored area was "Transportation (airlines, cruises, etc.);" with 51%. It is important to mention that in the survey,

this question allowed to choose more than one option as a response if the student wanted it. The second preferred sector was "Intermediation (travel agency, tour operator, wholesaler, retailer, etc.);" with 42%. The third preferred area was "Planning and tourism management (Municipality, Prefecture, Ministry of Tourism, Tourism Organization or Association, etc.);" with a 38%.

In the same table (in 2020 during the COVID-19) also the majority of the students (99%) answered they have the intention to work in the tourism industry upon graduation, which means that despite the pandemic, they continue to project themselves working in the tourism sector. The students still want to work in sectors such as Transportation (63%), Intermediation (51%) and Planning and tourism management (48%).

**Table 2:** Preferences for working in the tourism industry upon graduation

Profile	2018		2020	
	Frequency (n=207)	Percentage	Frequency (n=161)	Percentage
<b>Intention to work in the tourism industry upon graduation</b>				
Yes	202	98%	159	99%
No	5	2%	2	1%
<b>Preferred Sectors of the tourism Industry for working upon graduation*</b>				
Transportation (airlines, cruises, etc.)	105	51%	100	63%
Intermediation (travel agency, tour operator, wholesaler, retailer, etc.)	86	42%	81	51%
Planning and tourism management (Municipality, Prefecture, Ministry of Tourism, Tourism Organization or Association, etc.)	79	38%	76	48%
Accommodation	71	34%	68	43%
MICE (Meetings, Incentives, Conventions and Exhibitions)	69	33%	65	41%
Tourism products (recreational centers, tourist farms, etc.)	63	30%	71	45%
Food and beverage sector (restaurants, cafeterias, etc.)	56	27%	55	35%
Tourism Education, Consulting and Research	32	15%	26	16%
He/she does not answer because he/she does not want to work in the tourism sector	5	2%	2	1%

\* Response categories were not mutually exclusive.

Source: Survey results.

Table 3 refers to expected job positions upon graduation and after five years working in the tourism work field. In 2018, concerning expected positions for future graduates, 20% expected to start as “Tour guides”, 17% “Hotel receptionists” and 15% “Emissive or receptive assistants in a travel agency”. Remarkably, 14% of the respondents chose the option “Manager of my own company”. In this case, the students were asked what kind of company they want to undertake, to which they replied: travel agencies, tours operators, hotels, restaurants, cafeterias, bars, agrotourism farms, recreational centers, event planning and tourist transportation companies.

In the case of expected job positions after five years, it was interesting to know that the percentage of students wishing to start their own businesses grew and was the highest percentage between the options (19%). Among the business options that they considered were the same ones cited in the previous question, adding hostels and resorts. During the COVID-19, in 2020, there was a notable change, the vast majority of students (23%) chose “Cabin crew” as their expected starting job position. It is followed by “Tour guide” 18% and “Hotel receptionist” 17%. And, as the expected job position after five years, 18% of the respondents selected to want to be Managers of their own companies.

**Table 3:** Expected job positions in the Tourism work field

Profile	2018		2020	
	Frequency (n=207)	Percentage	Frequency (n=161)	Percentage
<b>Expected starting job positions</b>				
Tour guide	41	20%	29	18%
Hotel receptionist	36	17%	27	17%
Emissive or receptive assistant in a travel agency	31	15%	27	17%
Manager of my own company	29	14%	23	14%

Cabin crew	29	14%	37	23%
Tourism Technician of a public institution	26	13%	9	6%
Waiter/Waitress	5	2%	3	2%
Bartender	3	1%	4	2%
Other	2	1%	0	0%
He/she does not answer because he/she does not want to work in the tourism sector	5	2%	2	1%
<b>Expected job positions after five years</b>				
Manager of my own company	39	19%	29	18%
Hotel General Manager	29	14%	23	14%
Travel agency General Manager	23	11%	22	14%
Event planner	19	9%	5	3%
Director of a department in a public institution	18	9%	8	5%
Head of a department in a travel agency	18	9%	24	15%
Professor in Tourism careers	19	9%	9	6%
Head of a department in a hotel	15	7%	18	11%
Recreational center Administrator	11	5%	9	6%
Bar / cafe / restaurant General Manager	5	2%	6	4%
Bar / cafe / restaurant Supervisor	3	1%	2	1%
Other	3	1%	1	1%
He/she does not answer because he/she does not want to work in the tourism sector	5	2%	5	3%

Source: Survey results.

The results of the 2018 study showed that the majority of the study's respondents (93%) have the interest to perform their tourism profession in a different region or even country than their usual residence. Just the 5% (10 students) answered that they did not want to work in another region or abroad because of different reasons as: for not leaving his/her son/daughter alone, for not leaving his/her mother alone, for not separating from his/her family, because he/she believes in the tourist potential of Ecuador and he/she wants to contribute in the development of his/her country, because he/she wants to undertake a tourism business in his/her region, because he/she thinks that he/she would not get used to the different weather in other countries. In COVID-19 times (2020) the survey' results show that the vast majority of the students (92%) are willing to perform the tourism profession in a different region or country than their usual residence.

Considering that the desire to seek greater professionalization is a career goal, questions about

this intention were included in the survey. The answers of the 2018 study are showed in Table 4 where we can observe that 92% of the respondents answered that they would like to do a Tourism Master degree, while in 2020 it was 88% of respondents. Those who would like to study a postgraduate in tourism indicated that they would like to study preferably the following master degrees: Tourism Management (48% in 2018 and 43% in 2020), Hotel Management (36% in 2018 and 53% in 2020), Tourism Marketing (26% in 2018 and 35% in 2020) or Event Management (22% in 2018 and 30% in 2020). Is important to quote that this question allowed the students to choose the options they wanted, without excluding another selection. In addition, they could indicate the topic of Master they would like if it was not on the list. The respondents provided the following: Sustainable tourist destinations and Territorial tourism planning, Travel agencies management, International tourism management, Food and beverage, Gastronomic Tourism, Culinary Arts, Business Management and Foreign languages.

**Table 4:** Interest in a Tourism Master degree

Profile	2018		2020	
	Frequency (n=207)	Percentage	Frequency (n=161)	Percentage
<b>Interest in studying a Tourism Master degree</b>				
Yes	190	92%	142	88%
No	5	2%	6	4%
Maybe	12	6%	13	8%
<b>Which Tourism Master degree offer*</b>				
Tourism Management	100	48%	70	43%
Hotel Management	74	36%	86	53%
Tourism Marketing	53	26%	57	35%
Event Management	45	22%	48	30%
Cultural tourism	41	20%	42	26%
Sustainable tourism	34	16%	42	26%
I do know yet	12	6%	-	-
Other	8	4%	3	2%
Not answer (because he/she does not want to do a Tourism Master degree)	5	2%	16	10%

\* Response categories were not mutually exclusive.

Source: Survey results.

**5.3. Level of commitment generated by COVID-19.**

Finally, results of perceptions exclusively related to the COVID-19 are shown in Tables 5 and 6. This information is important because we can know if this pandemic generates uncertainty in the students about their future professional career, and if they are going to continue committed to their preparation, or if they are considering giving up studying this program.

As seen in Table 5, the majority of the 161 respondents (40%) recognized to have a medium uncertainty about the future of Tourism career because of the situation generated by the COVID-19. Besides, it can be seen that 25% of the students mentioned having

high uncertainty, and 20% selected to have very high uncertainty, which means that the vast majority of the study's respondents have uncertainty about their careers. These results are not positive because this uncertainty can cause students to drop out of their studies.

Table 5 also shows the level of commitment to professional preparation. Results were really encouraging because despite the great uncertainty that students have about the future of their professional careers, the vast majority (66%) selected to be very highly committed to their professional preparation, regardless of the context generated by the COVID-19.

**Table 5:** Level of uncertainty about the future and level of commitment to professional preparation facing the COVID-19 context

	No	Little	Medium	High	Very high
Level of uncertainty	7% (11)	7% (12)	40% (64)	25% (41)	20% (33)
Level of commitment	2% (4)	1% (2)	3% (5)	27% (43)	66% (107)

Source: Survey results.

In Table 6, it can be observed that 93% of the students who participated in this study consider that the Tourism career continues and will continue to be a career with great job opportunities despite the

COVID-19. 61% of those who are convinced of this, attribute it to the fact that these times of pandemic will allow tourism professionals and businesses to reinvent themselves to meet the needs of demand. On the

contrary, 7 of the 12 people who do not consider that the career will continue offering great job opportunities, support their answer because they believe that it will be more difficult to get a job or start a business.

**Table 6:** Perception if the career gives great job opportunities despite COVID-19

Profile	Frequency (n=161)	Little
<b>Despite COVID-19, do you consider that the Tourism career continues and will continue being a career with great job opportunities?</b>		
Yes	149	93%
No	12	7%
<b>If the answer was "yes", which was the reason selected</b>		
Because it will allow tourism professionals and businesses to reinvent themselves to meet the needs of demand.	91	61%
Because people continue and will continue to do tourism and nothing will change.	31	21%
Because it is the opportunity to make domestic tourism grow.	17	11%
Because tourism activity can give more attention to specialized tourism.	7	5%
He/she did not answer.	3	2%
<b>If the answer was "no", which was the reason selected</b>		
Because it will be more difficult to get a job or start a business.	7	58%
Because many tourism businesses closed or will close their activities.	2	17%
Because people will not do tourism for a long time.	2	17%
Because companies do not hire new staff.	1	8%

**Source:** Survey results.

In summary, we could observe that the vast majority of the respondents before or during the pandemic of the COVID-19 have chosen the Tourism career as their first option to study, supporting this decision on their motivation for learning languages and knowing different places and cultures. In the COVID-19 times it could be observed that the interest in knowing and promoting the tourism of Ecuador increased (from 9% to 20%), perhaps because of the economic crisis that motivates professionals to work for the reactivation of productive sectors such as tourism. Besides, these results demonstrated that it is necessary to generate strategic alliances with companies in the tourism industry with the aim of allowing students to do pre-professional practice since a high percentage of them do not have any kind of work experience. Also, we could see that the majority of the respondents said that they just study Tourism at the university.

During the COVID-19 pandemic, it could be observed that many students (from 17% to 32%) are combining their tourism studies with work, and unfortunately, the work they do is not in this professional field. Concerning the 18 statements related to the perceptions

that the tourism students have about their career; this section got as an overall mean value a 3,88 out of 5 before the COVID-19 study and a 3,74 out of 5 during the COVID-19 study, which means the perception was neither positive nor negative. Satisfactorily we could see that the majority of the students want to work in the tourism industry upon graduation. The expected starting job positions are as Cabin crew or Tour guides and after five years the respondents hope to have their own Tourism businesses. In both studies, the highest percentage of the respondents affirmed their availability to perform the Tourism profession in a different region or country. Also, it could be seen that the majority of the respondents showed interest to study for a Tourism Master degree. Preferably, they would like to specialize in Tourism Management and Hotel Management. Finally, the second study revealed that students are uncertain about the future of their Tourism career, due to the context generated by the COVID-19. Fortunately, the vast majority acknowledge that they are very highly committed to their professional preparation despite this pandemic.

## VI. Conclusions.

This study explored perceptions and career goals of tourism undergraduate students enrolled in the *Universidad Estatal de Milagro – Ecuador* before and during the COVID-19 pandemic. Interesting results were found with this research. The vast majority of the undergraduate students expressed their desire to work in the Tourism industry upon graduation (98% before the COVID-19 survey and 99% during the COVID-19 survey) and their interest in studying a Tourism Master degree (92% before the COVID-19 survey and 88% during the COVID-19 survey).

The respondents of this study were asked to agree or disagree with 18 statements to measure different perceptions about the career. The results showed that the undergraduate tourism students who participated in this study have good perceptions about their career (the overall mean value was 3,88 out of 5 in the first survey and 3,74 in the second one), they are motivated and they want to pursue a career in this industry. Even the majority of the students who participated in the survey carried out during COVID-19, reaffirmed their very high commitment (66%) to their professional preparation, despite the complex situation that the scenario of this pandemic is presenting.

Satisfactorily, the study respondents anticipate that the labor supply in the field of tourism is wide, diverse and interesting. They believe that this career is going to present them with intellectual challenges. They also think they could enjoy a pleasant work environment, have the opportunity to grow as professionals, use cutting-edge technology and contribute positively to society.

The research conducted by Kuslivan & Kuslivan (2000) found that some of the concerns that seemed to account for the negative attitudes towards tourism career were stressful jobs, lack of family life because of the nature of the work, long working hours, exhausting and seasonal jobs. Agreeing with their findings, we could see that just the 8% (before the COVID-19 survey) and the 9% (during the COVID-19 survey) of the respondents strongly recognized that working in the tourism sector will allow them to combine their profession with maternity and paternity, which means that the majority of the respondents, unfortunately, think that their future jobs are going to take a lot of their time; a factor which demotivates them.

The result of the study demonstrated that

transportation (airlines, cruises, etc.) sector was preferred for a career in the industry. The highest percentage of respondents expect that they are going to start working as “Tour guides” or “Cabin crew” upon graduation. In the case of their expected job position after five years working in the industry, it was gratifying to find that the highest percentage of the students is planning to start their own business. They mentioned between their preferences the following: travel agencies, tour operators, hotels, hostels, resorts, restaurants, cafeterias, bars, agrotourism farms, recreational centers, event planning and tourist transportation companies. Likewise, it was encouraging to see that the majority of the respondents affirmed being interested in studying for a Master degree. The preferred ones were Tourism Management and Hotel Management.

If this industry wants to maintain highly motivated students and recruit and retain highly skilled professionals, it will be necessary that educators and the industry work together to improve the tourism work field. From the perspective of tourism higher education providers, it is important to be studying the perceptions that potential students and current students have about the career because it will affect positively or negatively the number of students they will receive and retain in their educational establishments. When the tourism career is promoted to attract potential students, it will be fundamental to provide the correct information about the future job careers that students can pursue in the tourism sector. This will make them know in advance the tourism work field and avoid wrong expectations and future negative perceptions about the career. It will be also indispensable to create methods that improve the image that current students have about the profession and future work field. Besides, it will be very important to design updated and high-quality study programs, offer undergraduate and postgraduate degrees in concordance with the interests and needs of the market, organize academic events and provoke the approach of students with recognized tourism professionals who with their experience help the students to feel the reality of the sector and motivate them to be part of it.

From the perspective of the tourism industry, it will be crucial to develop successful human resources strategies and improve issues related to working hours, salary levels, career promotions, gender discrimination and job security in order to help to create a better

tourism work field and therefore a good perception of this career. Besides, it is important to mention that according to the results of this research, the students believe that it is necessary to have a university degree for working in this industry. In this sense, it would be significant that employers implement and respect the selection processes to hire the most qualified professionals for working with them. It is also relevant to quote that this study showed an important result related to the intention of tourism entrepreneurship, thus the facilities that the government provides to the tourism sector will also be taken into consideration by many future entrepreneurs who want to undertake in tourism, despite feeling uncertainty in the sector, as a result of COVID-19.

Educators and the tourism industry cannot be working separately. It is necessary that universities make strategic alliances with tourism businesses that will favor both parties, either by providing a trained workforce that ensures the success of the company or allowing students to put their knowledge into practice. Unfortunately, we could see that the vast majority of this study's respondents did not have any type of work experience or if they have experience, this is not in the field of tourism; so, it is urgent to generate these alliances that allow them to do pre-professional practices. But this relationship will have to provide internships in relation to the student's level of education, just in this way it will be achieved the implementation of the students' knowledge, and the university and company's success. Only by working together and being aware of undergraduate tourism students' perceptions, it will be possible to have an excellent and competitive tourism industry, where motivated and well-prepared tourism professionals offer the best experiences to their customers.

## VII. References

- Airey, D., & Frontistis, A. (1997). Attitudes to careers in tourism: An Anglo Greek comparison. *Tourism Management*, 18(3), 149–158. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(96\)00116-1](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(96)00116-1)
- Airey, D., & Tribe, J. (eds.) (2006). *An International Handbook of Tourism Education*. Oxford: Routledge.
- Airey, D., Tribe, J., Benckendorff, P., & Xiao, H. (2015). The Managerial Gaze: The Long Tail of Tourism Education and Research. *Journal of Travel Research*, 54(2), 139–151. <https://doi.org/10.1177/0047287514522877>
- Baum, T., Mooney, S. K., Robinson, R. N., & Solnet, D. (2020). COVID-19's impact on the hospitality workforce—new crisis or amplification of the norm? *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 32(9), 2813–2829. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2020-0314>
- Celis Sosa, D. (2017). *Análisis de la Educación Superior de Turismo en América Latina y España*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- Gándara, J. (2004). La Calidad y la Competitividad de los Destinos Turísticos Urbanos the Quality and Competitiveness of Urban *Tourism Destinations*. *Turismo-Visao E Acao*, 6 (January 2004), 69–94. <https://doi.org/10.14210/rtva.v6n1.p69>
- Hannam, K., Mitsche, N., & Stone, C. (2004). “Tourism employability and the European Social Fund”. Ponencia presentada en la conferencia *Critical Issues in Tourism Education*, de la Association for Tourism in Higher Education, in Buckinghamshire, United Kingdom.
- Harkison, T. (2004). Who pushed who? The role of an academic degree in the hospitality industry within New Zealand. In Conference proceedings of the New Zealand Tourism and Hospitality Conference 2004. Victoria University, Wellington, New Zealand, December 8–10, 2004 (pp. 35–42).
- Jafari, J. (2003). “Research and scholarship”. *The Journal of Tourism Studies*, 14(1), pp. 6-16.
- Jafari, J., & Ritchie, J. B. (1981). “Toward a framework for tourism education: Problems and prospects”. *Annals of Tourism Research*, 8(1), pp. 13-34. [https://doi.org/10.1016/0160-7383\(81\)90065-7](https://doi.org/10.1016/0160-7383(81)90065-7)
- Jolliffe, L., & Farnsworth, R. (2003). Seasonality in tourism employment: Human resource challenges. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 15(6), 312–316. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-04-2020-0314>

- org/10.1108/09596110310488140
- Kaushal, V., & Srivastava, S. (2021). Hospitality and tourism industry amid COVID-19 pandemic: Perspectives on challenges and learnings from India. *International Journal of Hospitality Management*, 92, 102707. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102707>
- King, P. W. Y., & Hang, F. K. W. (2011). Career Perceptions of Undergraduate Gaming Management Students. *Journal of Teaching in Travel and Tourism*, 11(4), 367–391. <https://doi.org/10.1080/15313220.2011.624409>
- Kusluvan, S., & Kusluvan, Z. (2000). Perceptions and attitudes of undergraduate tourism students towards working in the tourism industry in Turkey. *Tourism Management*, 21(3), 251–269. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(99\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(99)00057-6)
- Lindong, L. (2007). *A Cross-Case Study of the Competitive Advantage of Private Higher Educational Institutions in Kuching, Sarawak*. University of Sains Malaysia, Penang. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/11957106.pdf>
- Lu, T. (Ying), & Adler, H. (2009). Career Goals and Expectations of Hospitality and Tourism Students in China. *Journal of Teaching in Travel and Tourism*, 9(1–2), 63–80. <https://doi.org/10.1080/15313220903041972>
- Richardson, S. (2010). Generation Y's Perceptions and Attitudes Towards a Career in Tourism and Hospitality. *Journal of Human Resources in Hospitality and Tourism*, 9(2), 179–199. <https://doi.org/10.1080/15332840903383855>
- Richardson, S. (2010). Tourism and Hospitality Students' Perceptions of a Career in the Industry. A Comparison of Domestic (Australian) Students and International Students Studying in Australia. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.1375/jhtm.17.1.1>
- Richardson, S., & Butler, G. (2012). Attitudes of Malaysian Tourism and Hospitality Students' towards a Career in the Industry. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 17(3), 262–276. <https://doi.org/10.1080/10941665.2011.625430>
- Ring, A., Dickinger, A., & Wöber, K. (2009). Designing the ideal undergraduate program in tourism: Expectations from industry and educators. *Journal of Travel Research*, 48(1), 106–121. <https://doi.org/10.1177/0047287508328789>
- Roney, S. A., & Öztin, P. (2007). Career Perceptions of Undergraduate Tourism Students: A Case Study in Turkey. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 6(1), 4–18. <https://doi.org/10.3794/johlste.6.1.118>
- Suvantola, J. (2004). "Self-determination theory in charting students' motivation". Ponencia presentada en la conferencia *Critical Issues in Tourism Education*, de la Association for Tourism in Higher Education, en Buckinghamshire, United Kingdom.
- Wang, S., & Huang, X. (2014). College Students' Perceptions of Tourism Careers in China: Implications for the Industry and Education Providers. *Journal of Human Resources in Hospitality and Tourism*, 13(3), 211–233. <https://doi.org/10.1080/15332845.2014.866449>
- Zagorani, F. (2009). "Balancing tourism education and training". *International Journal of Hospitality Management*, 28, pp. 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2008.03.006>
- Zhong, Y., Busser, J., Shapoval, V., & Murphy, K. (2021). Hospitality and Tourism Student Engagement and Hope During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 33:3, 194-206. <https://doi.org/10.1080/10963758.2021.1907197>

# Estimación empírica de la probabilidad de eventos letales causados por inundaciones en Perú

Alberto Franco Cerna-Cueva<sup>1</sup>; Ricardo Martín Chávez-Asencio<sup>2</sup>;  
Nelino Florida-Rofner<sup>3\*</sup>

## Resumen

La investigación estimó empíricamente la probabilidad de eventos letales causados por inundaciones en función de las viviendas afectadas. La estimación empírica utilizó la base de datos de desastres del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) del Perú para el periodo 2003–2017; se realizó un análisis descriptivo de las inundaciones y posteriormente se estimó una curva probabilística de eventos letales utilizando un modelo logístico, relacionando el logaritmo en base 10 de las viviendas con la probabilidad de encontrar al menos un muerto. Los resultados, muestran que las inundaciones ocupan el quinto lugar en cuanto al promedio anual de fallecidos y el segundo lugar en cuanto a la cantidad de viviendas afectadas, por otra parte, según la curva probabilística de eventos letales (al menos un muerto) la tasa de letalidad es de 27 fallecidos por cada 1 000 emergencias y que las viviendas afectadas y el número de fallecidos tienen una correlación moderada a fuerte ( $r^2 = 0.669$ ). El modelo presenta un  $R^2 = 0.98$  que indica confiabilidad. Se concluye, que el modelo propuesto puede ser utilizado para estimar probabilísticamente el riesgo de eventos letales en función a la cantidad de viviendas construidas.

**Palabras clave:** Variabilidad física y climática, viviendas afectadas, tasa de letalidad, modelo empírico

## Empirical estimation of the probability of lethal events caused by floods in Peru

## Abstract

The research empirically estimated the probability of lethal events caused by floods based on the affected homes. The empirical estimation used the disaster database of the National Institute of Civil Defense (INDECI) of Peru for the period 2003–2017; A descriptive analysis of the floods was carried out and subsequently a probabilistic curve of lethal events was estimated using a logistic model, relating the logarithm in base 10 of the houses with the probability of finding at least one death. The results show that floods occupy the fifth place in terms of the annual average of deaths and the second place in terms of the number of homes affected, on the other hand, according to the probabilistic curve of lethal events (at least one death) the rate the fatality rate is 27 deaths per 1 000 emergencies and that the affected homes and the number of deaths have a moderate to strong correlation ( $r^2 = 0.669$ ). The model presents an  $R^2 = 0.98$  which indicates reliability. It is concluded that the proposed model can be used to probabilistically estimate the risk of lethal events based on the number of houses built.

**Keywords:** Physical and climatic variability, affected dwellings, lethality rate, empirical model

**Recibido:** 28 de mayo de 2021

**Aceptado:** 16 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Investigador independiente, Perú, francoc\_92\_08@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7448-558X>

<sup>2</sup> Profesor asociado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua. Perú - Tingo María; ricardo.chavez@unas.edu.pe; <https://orcid.org/0000-0002-5301-3273>

<sup>3</sup> Profesor Asociado Investigador. Universidad Nacional Agraria de la selva. Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua. Perú - Tingo María; nelinof@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8751-4367>

\*Autor para correspondencia

## I. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son los desastres más frecuentes a nivel mundial. Según un informe del Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), en el periodo 1998 – 2017 las inundaciones representaron el 43% de todos los eventos registrados a nivel mundial, cerca de la mitad del total; por otra parte, más de 2000 millones de personas en el mundo se vieron afectadas por este fenómeno y las pérdidas económicas se estiman en \$ 656 000 millones de dólares estadounidenses (Wallemacq, 2018). En el Perú, según el World Resource Institute (WRI), para el 2030, se estima que la población afectada por inundaciones fluviales será de 360 000 habitantes y afectará al 1,20% del producto bruto interno (PBI) (Organización de las Naciones Unidas-ONU, 2020). Perú es un país altamente vulnerable a inundaciones. Más de 2000 personas perdieron la vida debido a las inundaciones durante el período 1980-2013, mientras que los daños reportados superaron los US \$ 2 mil millones (Bischiniotis et al., 2019). Entiéndase como afectado, persona, animal, territorio o infraestructura que sufre perturbación en su ambiente por efectos de un fenómeno, para este estudio, las viviendas afectadas se definen como las viviendas que sufren perturbación en su estructura por efectos de la inundación (INDECI, 2005)

En el Perú, el Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) es la institución encargada de establecer los instrumentos técnicos para la estimación de los riesgos. El problema con la metodología de evaluación del riesgo del CENEPRED, es que los riesgos, se estiman como probabilidad de daño, pero la forma en que el especialista evalúa dicho riesgo es autónoma, es decir, se escogen los parámetros que el especialista crea conveniente, siguiendo el proceso de análisis jerárquico o AHP (Analytic Hierarchy Process), (CENEPRED, 2015). Aunque esta metodología permite que se puedan integrar los diversos factores que influyen en los riesgos de inundación, el especialista, se puede centrar en integrar los diversos factores que crea relevantes y perder de vista el objetivo central que es la estimación probabilística de daños producto de este fenómeno. En pocas palabras la metodología CENEPRED se

enfoca en evaluar el riesgo de inundación tomando en cuenta los factores que influyen en el riesgo mas no se centra en cuantificar el riesgo en sí mismo, en términos probabilísticos

El estudio probabilista que relacionan el número de muertos en función de los edificios afectados fue utilizado por Zhai *et al.*, (2006) en Japón, para analizar la data histórica del periodo 1947-2000, los datos de muertos y heridos en el tiempo siguieron una distribución log – normal. Además, el modelo de Jonkman *et al.*, (2002), determina la probabilidad de muerte por inundaciones fluviales en función de la profundidad y la tasa de crecimiento del nivel del agua en la inundación, el modelo empírico probabilista utilizado fue el log – logístico.

Es por estas causas que la evaluación de riesgos es necesaria ya que esta es una herramienta que hace posible estimar de manera cuantitativa los daños que pueden producir las inundaciones, lo que a su vez permite diseñar planes coherentes con la realidad. Aunque se considera que la pérdida de vidas y las lesiones son consecuencias importantes de las inundaciones, existe un número limitado de métodos disponibles para estimar estos daños (Jonkman *et al.*, 2002). Una importante explicación racional de esta exclusión es que se ha considerado que es difícil predecir la pérdida de vidas, porque la pérdida depende de los elementos naturales como el momento de la ocurrencia de la inundación y de elementos socioeconómicos. Por lo que, un enfoque determinista resulta sumamente complicado (Zhai *et al.*, 2006).

Todos los métodos anteriores se basan en la idea de que el número de muertos y heridos es función de las características de la inundación y de la vulnerabilidad social, y al momento en el Perú no se ha completado un modelo teórico verdaderamente satisfactorio; sin embargo, esto se debe principalmente a la falta de fundamentos empíricos que interrelacione las variables de un evento (Jonkman, 2005). Por lo tanto, es importante desarrollar un modelo empírico de las víctimas mortales de las inundaciones que refleje tanto el tipo de inundación como las características regionales. En este contexto, el propósito de la investigación fue estimar empíricamente la probabilidad de eventos letales en función de las viviendas afectadas por una inundación y encontrar una curva probabilística

de eventos letales en el territorio peruano para el periodo 2003 – 2017.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación

El Perú se encuentra ubicado en la región central y occidental de América del Sur. Limita al norte con

Ecuador y Colombia, al este con Brasil, al sureste con Bolivia y al sur con Chile. El territorio peruano se encuentra entre las zonas 17,18 y 19L y entre los -1 a los -18° de latitud sur con una extensión terrestre de 1'285,215 km<sup>2</sup> (Ministerio de defensa-MINDEF, 2005).

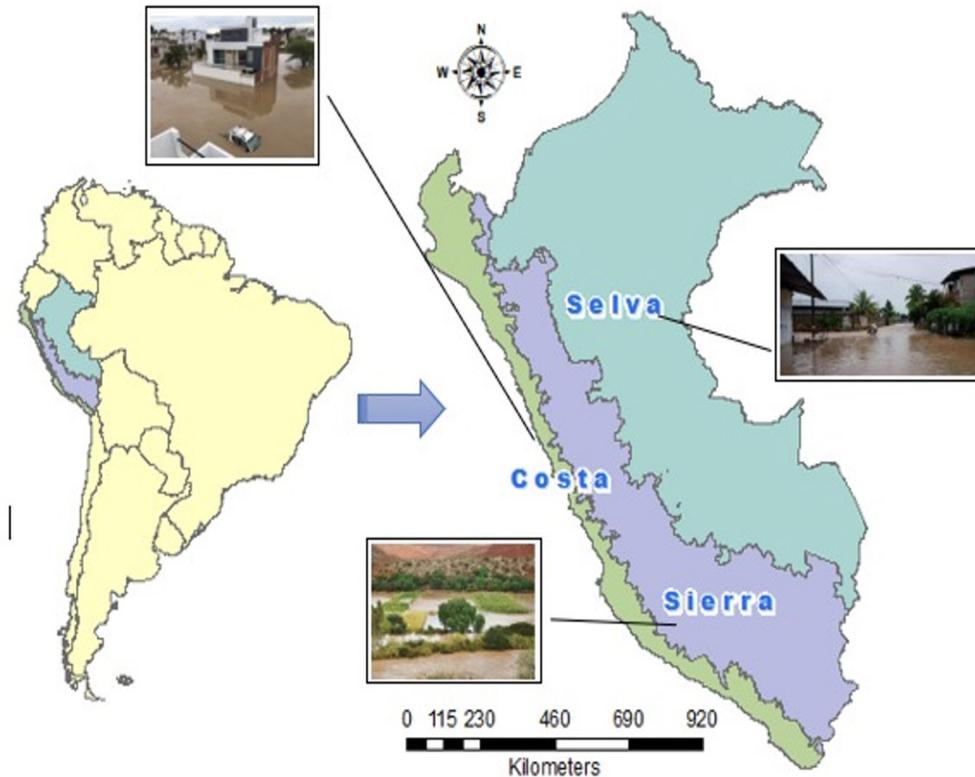


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

### Características físico-climáticas del Perú

El Perú se ubica entre la línea ecuatorial y el trópico de Capricornio y, por tanto, debería contar con un clima tropical; sin embargo, diversos factores, como la Corriente Peruana o de Humboldt, la cordillera de los Andes, y la dinámica de los ciclones y anticiclones generan un clima heterogéneo (Ministerio del Ambiente-MINAM, 2016). Al respecto, una metodología de clasificación que expresa la gran variabilidad de las condiciones físicas, climáticas y ecológicas del territorio peruano, es propuesta por Pulgar (2014), clasifica al Perú en ocho regiones naturales, haciendo un corte transversal (W-E) desde la orilla del mar hacia las cumbres nevadas hasta llegar a la llanura amazónica, se suceden diversos climas que

los Antiguos Peruanos agruparon en las siguientes categorías:

1. El templado y húmedo de la “Chala”, con variaciones estacionales.
2. El cálido-seco de la “Yunga”, con variaciones estacionales.
3. El templado, seco y agradable de la “Quechua”, con variaciones estacionales.
4. El frío-seco de la “Suní”, con variaciones estacionales.
5. El muy frío de las “Punas”, con variaciones estacionales.
6. El glacial de las “Jancas”, con variaciones estacionales. Descendiendo hacia el Atlántico, los climas que acabamos de indicar se repiten en orden inverso, hasta que, a los

1.000 metros de altitud, aproximadamente, termina la yunga fluvial. Prosiguiendo al oriente, nos encontramos con dos nuevas modalidades climáticas:

7. El húmedo-ardiente diurno y fresco nocturno de la “Rupa-Rupa”, con variaciones excepcionales.
8. El muy cálido y húmedo de la Amazonia “Omagua”, con variaciones estacionales muy leves (con régimen bimodal).

#### Análisis y procesamiento de datos

Se realizó un análisis descriptivo de las inundaciones para el periodo 2003 – 2017, contando solo los eventos de inundaciones categorizados como emergencia por el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú, (INDECI, 2017). Los datos analizados fueron:

- Ranking de fallecidos y viviendas afectadas promedio por tipo de emergencia
- Variación de fallecidos y viviendas afectadas en total para el periodo 2003 – 2017
- Estadísticas descriptivas de los fallecidos y viviendas afectadas

Para obtener el modelo empírico de la probabilidad de eventos letales en función de las viviendas afectadas, se aplicó el modelo propuesto por Zhai *et al.* (2006), para ello, se ordenaron los datos de las viviendas afectadas de menor a mayor, excluyendo las emergencias en donde hubo o viviendas afectadas, por otra parte, los datos de los fallecidos fueron cambiados a 1 si había 1 o

más fallecidos, se realizó también la distribución acumulada de eventos para que pueda relacionarse con las viviendas afectadas como probabilidad acumulada.

Para encontrar el modelo empírico entre la probabilidad de un evento letal o de encontrar al menos un muerto en función de las viviendas afectadas, a través de la ecuación (1):

$$\text{Probabilidad(EL)} = \frac{1}{1+e^{a+b \times \text{Log}_{10}(\text{VA})}} \quad (1)$$

Donde:

EL= Evento letal o el evento de emergencia de inundación en donde se encuentra al menos un muerto

VA= las viviendas afectadas

Se estimaron los parámetros del modelo con el método de mínimos cuadrados, también se determinó el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> así también los límites de confianza del modelo a un 95%

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Análisis descriptivo de las inundaciones en el Perú

En el Perú para el periodo 2003 – 2017, como se puede ver en la Figura 2, las inundaciones ocupan el quinto lugar en cuanto a muertes en promedio causadas por año, con un promedio de 10.53 muertes por año y con respecto a las viviendas afectadas, las inundaciones ocupan el segundo lugar con un promedio anual por emergencia de 88.22 como se describe en la Tabla 1.

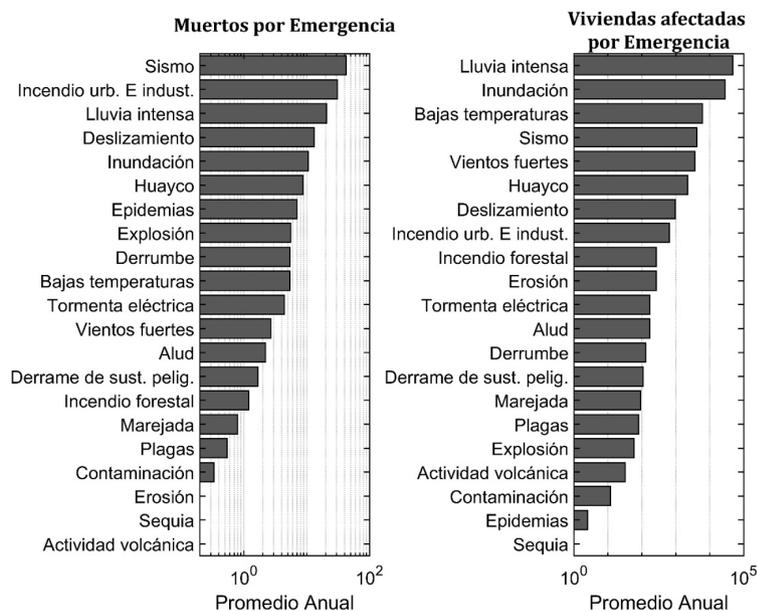


Figura 2. Rankig de fallecidos y viviendas afectadas por inundaciones en comparación con otras emergencias en el Perú para el periodo 2003 - 2017

En el Perú el promedio de fallecidos anual por inundaciones es de 10.53, esto es muy similar a la tasa de mortalidad en Australia para el periodo 1788 - 1996, con un promedio de 10.15 por año (Coates, 1999), sin embargo, es mayor si se lo compara para el mismo país en diferente periodo, 6.64 para el periodo 1997 - 2008 (FitzGerald *et al.*, 2010).

De acuerdo con los registros de INDECI, para el periodo de 2003 - 2017 en el Perú se han registrado 158 fallecidos, haciendo un promedio anual de fallecidos de 10.53, sin embargo, de acuerdo con Worldmapper (2020), en el Perú, para el periodo 2001 - 2017 se registran 693 fallecidos, haciendo un promedio anual de 43.31 personas fallecidas al año. Esta disconformidad, tal vez pueda explicarse por la categorización de emergencia que hace INDECI para poder registrar una inundación en su base de datos. De acuerdo con el glosario de términos del INDECI (2005), una emergencia se define como el “estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el

medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada”. Puede ser que una inundación no altere el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada, y aun así causar fallecidos. Puede ser este el criterio de discriminación que hace que el número acumulado de fallecidos sea menor de lo que registran otras fuentes.

Con respecto a las estadísticas mostradas en la Tabla 1 se observa un promedio por emergencia de 88.22 viviendas afectadas, es decir, por cada emergencia en promedio se encontrarán 88.22 viviendas afectadas por inundaciones por cada emergencia. La cantidad máxima de viviendas afectadas por emergencia de inundación en el periodo 2003 - 2017, es de 9 513. En acumulado del periodo 2003 - 2017 se observaron 428 085 viviendas afectadas.

Tabla 1. Resumen de estadísticas sobre afectados y fallecidos en las emergencias por inundación para el periodo 2003 - 2017

Estadística	Viviendas Afectadas	Fallecidos
Promedio <sup>1</sup>	88.22	0.027
Máximo <sup>2</sup>	9 513	14
Acumulado <sup>3</sup>	428 085	158

<sup>1</sup> Promedio de viviendas afectados o fallecidos por emergencia

<sup>2</sup> Máximo de viviendas afectados o fallecidos por emergencia

<sup>3</sup> Acumulado de viviendas afectados o fallecidos por emergencia

De acuerdo con la Tabla 1, para el Perú la tasa de mortalidad por evento es de 0.027, es decir, por cada 1000 emergencias de inundación aproximadamente se encontrarán 27 muertos. De acuerdo con el estudio de Jonkman *et al.* (2002), la tasa de mundial de letalidad para inundaciones costeras es de 0.011, para inundaciones de drenaje es de 0.00053, para inundaciones de río es de 0.0049 y para inundaciones rápidas es de 0.036, por otra parte, el mismo autor estima que para América, la tasa de mortalidad por inundaciones rápida es de 0.027. El alto valor de la tasa de letalidad puede explicarse en primer lugar por razones geográficas descritas por Pulgar (2014), Además, según el CENEPRED (2014), las condiciones físicas del país hacen propicio la ocurrencia de inundaciones rápidas ya que gran parte del país presenta superficies montañosas y tectónicamente activas además de ser una de los países de América las más intensas temporadas de precipitación, por otra parte, aunque el Perú tenga una extensa zona costera, la mayor parte de las inundaciones ocurren en los interiores del país.

### Relación de los eventos letales con las viviendas afectadas por inundaciones

En la Figura 3 se puede ver que el total de personas fallecidas pueden estar correlacionadas con la cantidad de edificios afectados por las inundaciones, calculando el coeficiente de correlación  $r^2$  de Pearson arrojó un valor de 0.669 y de acuerdo con Ortega *et al.* (2009), a partir del valor calculado se puede decir que los fallecidos y la cantidad de viviendas afectadas presentan una correlación entre moderada y fuerte. Es de esperarse que mientras más viviendas se vean afectadas por inundaciones, aumente el número de fallecidos, esto a sido contrastado por Zhai *et al.* (2006) quienes relacionaron los edificios afectados por las inundaciones con la probabilidad de muerte y lesiones. Además, que una inundación sea extensa y afecte un gran número de viviendas, significa que las zonas aledañas al cuerpo de agua alcanzan mayores alturas de inundación y con respecto a la relación de la mortalidad y la profundidad de inundación ha sido confirmada por Jonkman *et al.* (2002) y Boyd *et al.* (2005).

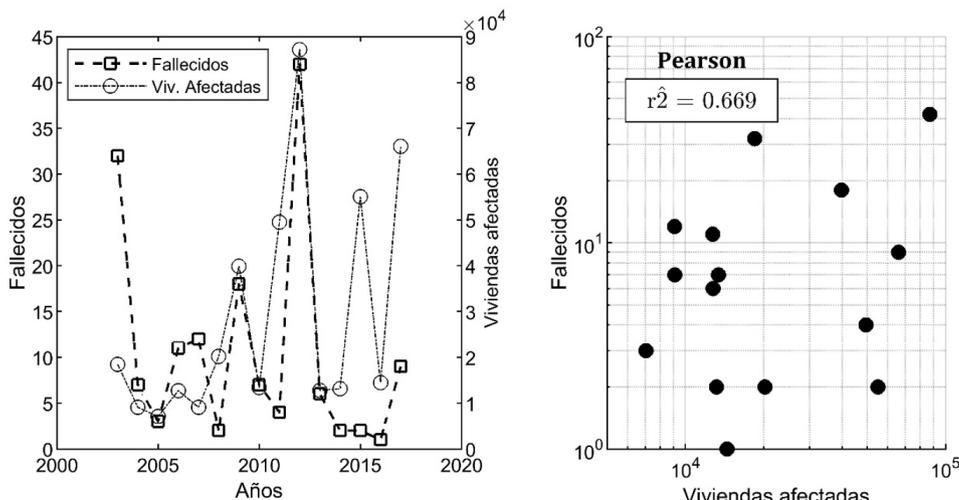


Figura 3. Variación anual y correlación del total de fallecidos y viviendas afectadas

### Modelo empírico

Se realizó la regresión de la probabilidad de encontrar al menos un muerto en función de las viviendas afectadas por la inundación utilizando el modelo de Zhai *et al.* (2006). El modelo se muestra

en la Figura 4, en el eje y, se muestra la probabilidad de encontrar al menos 1 muerto por la inundación y en el eje x se muestra la cantidad de viviendas afectadas por las inundaciones.

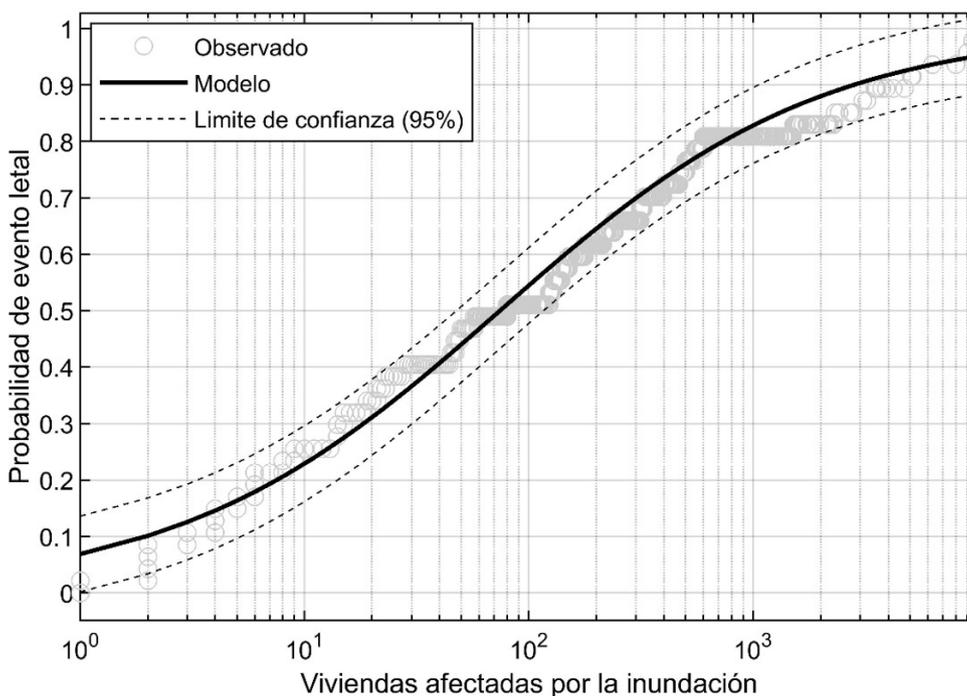


Figura 4. Modelo empírico de la probabilidad de un evento letal en función de las viviendas afectadas por inundación

Los parámetros calculados del modelo de Zhai *et al.*, (2006) se muestran en la Tabla 2, calculando también los parámetros a un nivel de confianza

del 95%, por otra parte se obtuvo un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.98$ .

Tabla 2. Parámetros estimados con el modelo de Zhai *et al.*, (2006)

Parámetros	Estimado	Li (95%)	Ls (95%)	R <sup>2</sup>
a	2.608	2.588	2.627	0.98
b	-1.394	-1.405	-1.382	

Li= Límite inferior, Ls= Límite superior, a,b= Constantes del modelo.

El modelo presenta un  $R^2 = 0.98$  el cual es cercano a 1, lo que indica una alta confiabilidad de predicción, por otra parte, el  $R^2$  encontrado en este estudio, es superior a los valores que encontró Zhai *et al.* (2006) quien relacionó los fallecidos y heridos en función de las construcciones afectadas por inundaciones en Japón. Por otra parte, los parámetros del modelo a y b son menores en este estudio si se los compara con los de Zhai *et al.* (2006); el coeficiente b en este estudio es de -1.394 y el estudio de Zhai *et al.* (2006) es de -1.595. El coeficiente b refleja el aumento de la probabilidad de un evento letal con respecto al cambio del logaritmo en base 10 de la cantidad de viviendas afectadas, es decir, si b es menor la probabilidad de eventos letales aumenta de manera más rápida con la cantidad de

viviendas afectadas. El menor valor del coeficiente b para el estudio de Zhai *et al.* (2006) con respecto a este estudio, puede explicarse por la mayor densidad poblacional que hay en Japón con respecto a Perú, es decir, la probabilidad de muerte en función a los edificios inundados aumenta de manera más rápida en Japón que en Perú.

#### Limitaciones del modelo

Con respecto a la cantidad de fallecidos por evento, como se puede ver en la Cuadro 3, en 38 emergencias (52.8%) se registró un fallecido y en un evento (1.4%) se registraron 14 fallecidos. El modelo empírico no obedece a ninguna distribución de frecuencia, por lo que las predicciones de la probabilidad de eventos letales no deben calcularse

fuera del rango de viviendas afectadas en el que se calculó el modelo (las predicciones deben hacerse para 9 513 viviendas afectadas o menos). Por otra parte, el modelo calcula la probabilidad de un evento letal, es decir la probabilidad de calcular un muerto como mínimo y 14 muertos como máximo, ya que 14 fue la cantidad máxima de fallecidos encontrados en una emergencia por inundación. Sin embargo,

esto no significa que las probabilidades de encontrar exactamente 1, 2, 3 ... 14 muertos sean exactamente igual. Para una estimación posterior de la cantidad específica de fallecidos se puede utilizar la **Cuadro 3** y considerar eventos independientes al evento letal y el evento de encontrar exactamente una cantidad específica de fallecidos para finalmente multiplicar ambos eventos y encontrar la probabilidad de encontrar una cantidad específica de fallecidos

**Tabla 3.** Cantidad de eventos en los que se registraron un número específico de fallecidos

Fallecidos	Eventos	Porcentaje
1	38	52.8%
2	18	25.0%
3	7	9.7%
4	3	4.2%
5	1	1.4%
8	4	5.6%
14	1	1.4%

#### Aplicación práctica del modelo

En muchas metodologías de evaluación de riesgos se realiza la simulación hidráulica para determinar el alcance de la inundación para un periodo de retorno determinado, por lo que conociendo el catastro de la zona de análisis, se puede estimar muy bien la cantidad posible de viviendas afectadas para una inundación específica y a partir del conocimiento de las viviendas afectadas aplicando el modelo propuesto de este estudio, se puede estimar en el sentido estricto de la palabra el riesgo de encontrar de 1 hasta 14 muertos en términos porcentuales de probabilidad. Esta forma de calcular riesgo se interpreta mejor en cuanto al posible daño, a diferencia del CENEPRED, (2015), en donde las categorías de riesgo son muy generales lo que hace que sea ambigua la estimación del daño real.

Finalmente, la pérdida de vidas humanas es el componente más importante en las dimensiones de los daños causados por inundaciones, además, es muy común encontrar en inundaciones, personas heridas, viviendas, carreteras, pistas, centros educativos, de salud, redes de agua y desagüe afectados o destruidos, entre otros, a los cuales se les puede aplicar el mismo análisis a partir de una data histórica relacionándolas con una variable independiente que pueda medirse directamente en la zona de estudio, por ejemplo en esta investigación, la variable independiente fue la cantidad de viviendas

afectadas, las cuales pueden ser estimadas a partir de simulación hidráulica.

#### IV. CONCLUSIONES.

En el Perú, las inundaciones son el quinto desastre que causa mayor cantidad de muertes anuales en promedio y ocupa el segundo lugar en cuanto a viviendas afectadas, la cantidad de fallecidos y viviendas afectadas por inundación tienen una correlación de moderada a fuerte ( $r^2 = 0.669$ ), por otra parte, la tasa de mortalidad por inundaciones en el Perú es de aproximadamente 27 fallecidos por cada 1 000 emergencias.

Se determinó el modelo que relaciona la probabilidad de encontrar al menos un muerto por inundación relacionándolas con la cantidad de viviendas afectadas, obteniendo un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.98$ , que indica confiabilidad del modelo. Con respecto a las limitaciones, solo se pueden estimar las probabilidades a partir del modelo si el número de viviendas es de hasta 9 513, por otra parte, el número máximo de muertes por evento letal predicho en el modelo es de hasta 14 fallecidos.

#### V. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por financiar parcialmente esta investigación a través del fondo de desarrollo Universitario (FEDU).

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bischiniotis, K., van den Hurk, B., Zsoter, E., Coughlan de Perez, E., Grillakis, M., & Aerts, J. C. J. H. (2019). Evaluation of a global ensemble flood prediction system in Peru. *Hydrological Sciences Journal*, 64(10), 1171–1189. <https://doi.org/10.1080/026266667.2019.1617868>
- Boyd, E., Levitan, M., & Van Heerden, I. (2005). Further specification of the dose-response relationship for flood fatality estimation. US-Bangladesh Workshop on Innovation in Windstorm/Storm Surge Mitigation Construction. *National Science Foundation and Ministry of Disaster & Relief, Government of Bangladesh. Dhaka, April*, 19–21.
- Brown, C. A., & Graham, W. J. (1988). Assessing the threat to life from dam failure. *Journal of the American Water Resources Association*, 24(6), 1303–1309. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1988.tb03051.x>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por inundaciones fluviales. Recuperado de [http://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL-EVAR.INUNDACIONES.pdf](http://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL-EVAR.INUNDACIONES.pdf)
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. (2015). Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (2nd ed.). Recuperado de [http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas\\_detalle.aspx?idp=112](http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas_detalle.aspx?idp=112)
- Coates, L. (1999). Flood fatalities in Australia, 1788-1996. *Australian Geographer*, 30(3), 391–408. <https://doi.org/10.1080/00049189993657>
- DeKay, M. L., & McClelland, G. H. (1993). Predicting Loss of Life in Cases of Dam Failure and Flash Flood. *Risk Analysis*, 13(2), 193–205. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1993.tb01069.x>
- FitzGerald, G., Du, W., Jamal, A., Clark, M., & Hou, X.-Y. (2010). Flood fatalities in contemporary Australia (1997-2008). *Emergency Medicine Australasia*, 22(2), 180–186. <https://doi.org/10.1111/j.1742-6723.2010.01284.x>
- Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI. (2005). *Glosario de términos del compendio estadístico de prevención y atención de desastres*. [https://www.indeci.gob.pe/compend\\_estad/2005/pdfs/doc322\\_8.pdf](https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2005/pdfs/doc322_8.pdf)
- Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI. (2017). *Emergencias por desastres para el periodo 2003 - 2017, Perú*. Matriz de Base de Datos. [https://www.indeci.gob.pe/compend\\_estad/2018/index.html](https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2018/index.html)
- Jonkman, S. N. (2005). Global perspectives on loss of human life caused by floods. *Natural Hazards*, 34(2), 151–175. <https://doi.org/10.1007/s11069-004-8891-3>
- Jonkman, S. N., Van Gelder, P. H. A. J. M., & Vrijling, J. K. (2002). Loss of life models for sea and river floods. *Flood Defence*, 1, 196–206. <https://www.researchgate.net/publication/228766594>
- Ministerio de defensa-MINDEF. (2005). Libro blanco de la defensa nacional. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mindef/informes-publicaciones/334409-libro-blanco-de-la-defensa-nacional>
- Ministerio del Ambiente-MINAM. (2016). El Perú y el cambio climático. Tercera comunicación Nacional del Perú. Características naturales y del territorio. Primera edición, 329 pp. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>
- Ortega, R. M. M., Pendás, L. C. T., Ortega, M. M., Abreu, A. P., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 8(2).
- Organización de las Naciones Unidas-ONU. (2020). Cambio climático y medioambiente. Noticia ONU 5 noviembre 2020. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2020/11/1483612>

- Pulgar, V. (2014). Las ocho regiones naturales del Perú. *Terra Brasilis (Nova Série) Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica*. Recuperado de <https://journals.openedition.org/terrabrasilis/1027?lang=en>
- Worldmapper. (2020). *Muertes por inundaciones 2001-2017*. Recuperado de <https://worldmapper.org/maps/flood-deaths-2001to2017/>
- Wallemacq, P. (2018). Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017. Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.13140/>
- Zhai, G., Fukuzono, T., & Ikeda, S. (2006). An empirical model of fatalities and injuries due to floods in Japan. *Journal of the American Water Resources Association*, 42(4), 863–875. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2006.tb04500.x>

# Estudio comparativo de niveles de ansiedad generados por el COVID-19 en pacientes con diagnóstico previo de reacción al estrés

Marco Vinicio Ramírez Enríquez<sup>1\*</sup>; María Isabel Ramos Noboa<sup>2</sup>

## Resumen

El objetivo de la presente investigación es establecer la diferencia entre los niveles de ansiedad antes y después de la pandemia COVID-19, en una muestra de 30 pacientes con diagnóstico previo de reacciones de estrés (CIE 10: F43.0, F43.8). Para este estudio, se empleó una metodología de diseño no experimental y de alcance descriptivo-comparativo, de corte longitudinal. La evaluación se realizó a través del empleo de la Escala de Ansiedad de Hamilton (Hamilton Anxiety Scale- *HAS*). La edad de los examinados tenía una media ( $\bar{X}$ ) de 28,27 años, con una distribución de género mayoritariamente femenino (60%). Entre los resultados se encontró que, en un 60% de los casos, los niveles de ansiedad encontrados en el postest son mayores que los hallados en el pretest y que dichas diferencias son estadísticamente significativas, ( $p < .05$ ). Se concluye que dicho incremento es mayor en personas jóvenes y jóvenes adultos, de género femenino, con una instrucción primaria o secundaria y de condiciones socioeconómicas bajas; paralelamente, la condición de estar casado funcionó como un factor protector ante la ansiedad.

**Palabras claves:** Ansiedad, reacción al estrés, pacientes, COVID-19

## Comparative study of anxiety levels generated by COVID-19 in patients with a previous diagnosis of reaction to stress

### Abstract

The objective of this research is to establish the difference between anxiety levels before and after the COVID-19 pandemic, in a sample of 30 patients with a previous diagnosis of stress reactions (ICD 10: F43.0, F43.8). For this study, a non-experimental design methodology with a descriptive-comparative scope, longitudinal cut, was used. The evaluation was carried out through the use of the Hamilton Anxiety Scale (*HAS*). The age of the examinees had a mean ( $\bar{X}$ ) of 28.27 years, with a mostly female gender distribution (60%). Among the results, it was found that, in 60% of the cases, the anxiety levels found in the post-test are higher than those found in the pre-test and that these differences are statistically significant ( $p < .05$ ). It is concluded that this increase is greater in young people and young adults, female, with a primary or secondary education and low socioeconomic conditions; At the same time, the condition of being married worked as a protective factor against anxiety.

**Keywords:** Anxiety, stress reaction, patients, COVID-19

**Recibido:** 18 de mayo de 2021

**Aceptado:** 14 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Psicólogo Clínico, Máster en Trabajo Social, Centro de Salud Tipo A- Mocha, ORCID: 0000-0003-4330-8817

<sup>2</sup> Psicóloga Clínica, Máster en Psicoanálisis con Mención en Educación, Docente Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, ORCID 0000-0003-0965-0416

\*Autor para correspondencia [vinicioram@yahoo.es](mailto:vinicioram@yahoo.es)

## I. INTRODUCCIÓN

La pandemia COVID- 19 ha causado alarma, incertidumbre y altos niveles de estrés en la sociedad, esta condición ha permitido la instalación de diversos trastornos ansiosos en la población general. La sintomatología descrita se ha visto exacerbada por desinformación, sobreinformación y difusión de noticias erróneas al respecto. (Ozamiz-Etxebarria, Dosil-Santamaria, Picaza-Gorrochategui, & Idoiaga-Mondragon, 2020).

La declaratoria de emergencia en varios países ha incluido la restricción de movilidad y el establecimiento de cuarentenas (Díaz, J., Beverinotti, J., Andrian, L. G., Castellani, F., Abuelafia, E., Manzano, O., & Castilleja, L., 2020). El distanciamiento entre las personas, las limitaciones en la comunicación interpersonal y la ausencia de comunicación directa que se derivan de esta condición anómala, han incrementado el desarrollo de problemas de salud mental, particularmente de trastornos ansiosos y depresivos, los cuales han alcanzado niveles moderados a graves en un 28,8% y 16,5% respectivamente (Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C. S., & Ho, R. C., 2020); sumando a altos nivel de estrés (35%), especialmente en mujeres (Qiu, J., Shen, B., Zhao, M., Wang, Z., Xie, B., & Xu, Y., 2020).

Las personas que poseían condiciones premórbidas, han experimentado una agudización de su sintomatología, lo que, sumado a las limitaciones de las intervenciones psicosociales, el asesoramiento psicológico y los procesos de tratamiento ocasionados por la crisis sanitaria, han generado que en dicha población se instalen trastornos de salud mental con morbilidad asociada y mayor cronicidad (Gómez-Batiste et al., 2020). Otro factor que influye en la agudización de trastornos mentales previos, es que toda la atención de los servicios de salud se ha enfocado en brindar atención a la población que presenta sintomatología relacionada con la COVID- 19, priorizando los servicios de medicina y relegando a un segundo plano a la salud mental (Hernández, 2020).

## Estrés

Lo señalado implica que, a partir de la emergencia sanitaria, se han elevado los niveles de estrés y *disestrés* de la población. El término estrés se refiere al “estado psicofísico que experimentamos cuando existe un desajuste entre la demanda percibida y la percepción de la propia capacidad para hacer frente a dicha demanda” (Gonzales, 2006, p. 8), lo que ha cobrado particular vigencia en tiempos de pandemia. El estrés puede producir una respuesta patológica ante la demanda ambiental excesiva o la situación percibida como amenazante, pero también puede ser considerado como un mecanismo adaptativo ligado a la supervivencia de la especie (Orlandini, 1999). Cuando la respuesta del organismo es eficaz y controlada ante las situaciones descritas, se genera una conducta adaptativa, comúnmente denominada *eustrés*; caso contrario el sujeto experimentará diversos niveles de estrés.

Los estilos de vida adoptados por la sociedad actual, donde la sobrecarga de demandas ambientales ligadas a las exigencias de éxito inmediato; los fenómenos de desintegración y fragmentación social; así como como los acontecimientos crasamente negativos como catástrofes, pérdida de un ser querido, ruptura de relaciones, desempleo, anuncio de enfermedades, entre otros; pueden generar respuestas desajustadas (Leira, 2012); estas condiciones se han visto exacerbado por los desafíos impuestos por la crisis sanitaria. Lo señalado ha determinado que el exceso de la demanda termine sobrepasando las capacidades resolutivas de los sujetos, ocasionando una inadecuada adaptación al medio.

Así, aunque el estrés representa un mecanismo normal y adaptativo, cuando la persona se encuentra sometida a situaciones estresantes de elevada intensidad y duración, como la que actualmente vivimos; es muy probable que se generen respuestas disfuncionales, interfiriendo en el desempeño, y transformándose, además, en un problema de salud que incluye alteraciones psicofisiológicas que afectan la vida instintiva del sujeto, alterando su sueño, alimentación, sexualidad; y generando alteraciones neurovegetativas como taquicardia, dolencias musculares, molestias

digestivas; y del rendimiento intelectual, como falta de concentración y problemas de memoria (Sierra, Ortega, & Zubeidat, 2003). Cuando estas reacciones se prolongan en el tiempo se produce una sobrecarga en el organismo que puede desencadenar problemas en la salud, relacionados al estrés malo, también llamado *disestrés*.

### **Reacción de estrés agudo y grave**

El CIE 10, manual que constituye un estándar internacional para la generación de estadísticas de morbilidad, define a la reacción de estrés agudo frente a determinados agentes como “un trastorno transitorio que se produce en un individuo, sin aparentemente ningún otro trastorno mental, en respuesta a un estrés físico o psicológico excepcional, que remite normalmente en horas o días” (World Health Organization, 2000, p.120). La instalación y gravedad de dicho trastorno, se ven mediatizados por la vulnerabilidad del sujeto y su capacidad de afrontamiento personal.

En cuanto a la reacción de estrés grave, esta se categoriza como un cuadro que incluye un estado inicial de embotamiento afectivo, sintomatología ansiosa y depresiva, además de sentimientos de ira y conductas de sobrevigilancia, ante el impacto de un agente estresor; el cuadro descrito debe presentarse de manera inmediata o al cabo de unos pocos minutos y dichos síntomas tienen una presentación cambiante, donde ninguno de ellos predomina sobre los otros durante mucho tiempo (World Health Organization, 2000). Cuando la temporalidad con la que se presenta el factor estresante es pasajera, el curso de evolución del trastorno es rápido (menos de un día); en los casos en que la situación estresante es continua, la adaptación es más compleja, pero, aun así, los síntomas comienzan a mitigarse después de 24 o 72 horas.

Habitualmente, las personas que presentan una reacción de estrés agudo o grave se han visto expuestas directa o indirectamente a un suceso lesivo y potencialmente mortal (American Psychiatric Association (APA), 2002). La exposición directa puede incluir: padecer algún tipo de lesión grave, violencia física o psicológica o experimentar peligro de muerte. La exposición indirecta puede relacionarse al hecho de atestiguar

acontecimientos dañinos ocurridos a terceras personas o a recibir una noticia de esta naturaleza que le han ocurrido a familiares o amigos cercanos (American Psychiatric Association (APA), 2002). Como es evidente, las condiciones generadas por la crisis sanitaria constituyen un factor estresor que puede determinar la instalación de reacciones de estrés agudo y grave.

### **Ansiedad**

La ansiedad es una respuesta anticipatoria del organismo frente a estímulos percibidos como amenazantes o peligrosos, que se acompaña de síntomas motores y fisiológicos (Sierra, Ortega, & Zubeidat, 2003). El proceso descrito, es mediatizado por una interpretación particular de la realidad, en la que las emociones y la conducta que se desencadena a partir de ella, son reacciones a nuestra forma de representar la realidad. En otras palabras, el sujeto no reacciona emocional o conductualmente ante la realidad objetiva presente en el exterior, sino que lo hace frente a la realidad subjetiva que crea a partir de ella (Mayorga, 2018).

La ansiedad puede considerarse una respuesta normal que permite al individuo adoptar las medidas necesarias para el afrontamiento de una amenaza real o percibida, con el objetivo de preservar su vida. El ser humano ha desarrollado respuestas adaptativas eficaces, a través de un proceso evolutivo que involucra millones de años: la reacción de lucha o huida (Torrents et al., 2013). Por lo tanto, esta anticipación tiene una función muy importante relacionada con la supervivencia; sin embargo, cuando las representaciones de la realidad son inadecuadas, condensada en discursos autodestructivos (ideas irracionales o distorsiones cognitivas), generan estados emocionales y conductuales desadaptativos e incluso trastornados (Mayorga, 2018).

A partir de lo señalado se infiere que, aún fenómenos como la pandemia COVID-19, requieren cierto procesamiento cognitivo, para instalar una patología; por ello, los desórdenes ansiosos se han conceptualizado a través del tiempo como una respuesta esencialmente cognoscitiva, que genera reacciones emocionales, comportamentales y fisiológicas excesivas o prolongadas, y ocurre ante una situación percibida

como amenazante (Ramos, Piqueras, Martínez, & Oblitas, 2009); basada a menudo en eventos que aún no ocurren o pueden no llegar a ocurrir. Refieren los autores que la ansiedad es patológica cuando sobrepasa cierta intensidad o supera la capacidad adaptativa de la persona, lo que provoca un malestar significativo, con síntomas cognitivos, emocionales, conductuales, motores y fisiológicos (Arias, Herrero, Cabrera, Chibás, & García, 2020), la mayoría de las veces muy inespecíficos.

### **Relación entre el estrés y la ansiedad**

Cabe señalar que la literatura psicológica establece que las reacciones de estrés y la ansiedad son patologías que presentan altos niveles de comorbilidad (Sevillano-García, Manso-Calderón, & Cacabelos-Pérez, 2007); la distribución por sexo es discutible, pues algunas investigaciones señalan que el fenómeno resulta menos evidente en pacientes de sexo femenino (Gaytan, 2015), mientras que otras sugieren una mayor incidencia del mismo en el sexo femenino (Cobo, 2017). Los estudios de Cobo (2017) también revelan que el grupo etario más vulnerable corresponde a las personas entre 18 y 40 años; mientras que, una escolaridad universitaria y una buena ubicación laboral resultan ser factores protectores ante el estrés y la ansiedad (Gaytan, 2015).

Aunque el impacto psicoemocional provocado por la pandemia COVID- 19 resulta evidente, la investigación al respecto ayudará a comprender con mayor profundidad el impacto de este fenómeno; también es relevante, revisar el comportamiento del fenómeno frente a determinados factores sociodemográficos, los cuales pueden llegar a ser estimados de riesgo o protectores, dependiendo del caso. En función de lo señalado, los objetivos del presente estudio son: a) Establecer el nivel de vulnerabilidad que representan determinados factores sociodemográficos frente a las exigencias que se desprenden de la pandemia COVID- 19. b) Determinar en qué grado el nivel de ansiedad de una muestra de pacientes con diagnóstico previo de reacciones de estrés, se ve alterado como resultado de la pandemia COVID- 19; se estima que se encontrará un aumento significativo de la ansiedad en los participantes del estudio.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de investigación**

El diseño del presente estudio es no experimental; de tipo cuantitativo; de alcance descriptivo- comparativo, de corte longitudinal (Gómez & De León, 2014), en el que se analizan los niveles de ansiedad generados por el aislamiento social COVID 19 en pacientes con diagnóstico previo de reacción al estrés.

### **Participantes**

La muestra está conformada por 30 participantes. El 40% son hombres y el 60% mujeres; con edades comprendidas entre 18 a 40 años ( $\bar{X} = 28,27$ ), de la provincia de Tungurahua- Ecuador. El método de muestreo empleado en este estudio es de tipo no probabilístico por conveniencia con criterios de inclusión. Estos criterios comprendieron: a) Participación voluntaria en el estudio; b) Ser mayor de edad; c) Haber tenido un diagnóstico previo de reacciones de estrés (CIE 10: F43.0, F43.8); y d) Firma de autorización y difusión de los resultados de la investigación.

### **Instrumentos**

Escala de Ansiedad de Hamilton (*Hamilton Anxiety Scale- HAS*): La escala consta de 14 ítems, de los cuales 13 hacen alusión a signos y síntomas ansiosos y el último está destinado a valorar el comportamiento del individuo durante la entrevista. El evaluado debe puntuar la intensidad en la que se le presentan los síntomas ansiosos basándose en una escala de tipo Likert de 5 valores categoriales basados en: ausente, leve, moderado, grave y muy grave; por lo tanto, se trata de un instrumento que valora los montos de ansiedad en pacientes previamente diagnosticados como ansiosos. El marco de referencia temporal son los últimos días (al menos los 3 últimos) en todos los ítems, excepto el último, en el que se valora la conducta del sujeto durante la entrevista. La escala de ansiedad de Hamilton posee una consistencia interna determinada por alfa de Cronbach de 0.79 a 0.86, el cual se considera muy bueno (Hamilton, 1967).

### **Procedimiento**

Tras la respectiva autorización del proyecto de

investigación intitulado “Estudio comparativo de niveles de ansiedad generados por el COVID-19 en pacientes con diagnóstico previo de reacción al estrés”, se procedió a la aplicación de la escala psicométrica (Escala de Ansiedad de Hamilton), a una muestra de 30 usuarios de la Unidad de Salud del cantón Mocha, quienes habían sido previamente diagnosticados con de reacciones de estrés (CIE 10: F43.0, F43.8); las aplicaciones se llevaron a cabo en el mes de noviembre de 2019 y en el mes de junio de 2020. Todos los participantes fueron informados del proceso, al que dieron su autorización a través de la firma de una carta de consentimiento informado, también se contó con el consentimiento informado del Centro de Salud.

Una vez recolectados los datos, se procedió a la depuración de la información, la sistematización y digitalización en bases de datos y análisis estadístico en el programa SPSS. Con los resultados se realizó el análisis comparativo y la formulación de los reportes de investigación. Es importante recalcar, que se respetaron los criterios establecidos para la protección de datos, así como las normas éticas

contempladas por el Manual APA.

### Análisis de datos

Se emplearon dos tipos de análisis estadísticos en el estudio. El primero comprende un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas de la muestra examinada. Este análisis comprendió el manejo de estadísticos de tendencia central (media) y dispersión (desviación típica). Posteriormente, se realizó un análisis comparativo empleando la prueba W de Wilcoxon, para estudios no paramétricos de grupos relacionados. El análisis estadístico de los resultados se realizó a través del uso del software SPSS en la versión 22 (IBM Corp., 2012).

## RESULTADOS

### Análisis sociodemográfico

La primera tabla corresponde a las características sociodemográficas de la muestra, la misma incluye: edad, sexo, y procedencia. Los resultados corresponden a medidas de distribución como media ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (s), y frecuencias (f) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis sociodemográfico

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Des. Típ.
<b>Edad</b>	18	40	28,27	8,63
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Género</b>				
Masculino	12	40,0	40,0	40,0
Femenino	18	60,0	60,0	100,0
<b>Estado Civil</b>				
Soltero (a)	5	16,7	16,7	16,7
Casado (a)	19	63,3	63,3	80,0
Unión de Hecho	6	20,0	20,0	100,0
<b>Nivel de Instrucción</b>				
Primaria	13	43,3	43,3	43,3
Secundaria	12	40,0	40,0	83,3
Superior	5	16,7	16,7	100,0
<b>Nivel Socioeconómico</b>				
Clase pobre	17	56,7	56,7	56,7
Clase media baja	3	43,4	43,4	100,0

Nota: n = 30 observaciones

La edad de los participantes de la investigación se ubica en una media ( $\bar{X}$ ) de 28,27 años con una desviación estándar (s) de 8,63. La distribución por género está conformada por 18 personas de género

femenino que representa un porcentaje de 60% y 12 personas de género masculino que representa el 40%.

El estado civil de los participantes se agrupa

de la siguiente manera: 63,3% de los participantes están casados; 20% viven en unión de hecho; y el 16,7% son solteros. En lo que respecta a nivel de instrucción, el 43,3% de los participantes posee instrucción primaria; el 40% tiene instrucción secundaria; y el 17,7% han alcanzado un nivel de instrucción superior.

En cuanto al nivel socioeconómico, los participantes de este estudio se agrupan en dos quintiles: el 56,7% pertenecen a la clase pobre, y el 43,3% a la clase media baja, ningún participante pertenece a las categorías media, media alta o alta de la clasificación del quintil de pobreza (Atuesta, Cuevas, & Zambonino, 2016).

**Comparaciones**

Para las comparaciones, se empleó la prueba

W de Wilcoxon, prueba no paramétrica que se emplea en investigaciones de grupos relacionados. El estadístico permite comparar los rangos pretest y postest de un grupo de participantes que no posee una distribución normal, en este caso, debido a su tamaño (30 sujetos); también es el más recomendable, dada la naturaleza ordinal de la prueba psicométrica utilizada.

En la primera tabla se muestran los rangos diferenciados en tres categorías. En primer lugar, los rangos negativos, que señalan los casos en los que la puntuación del pretest es mayor que la del postest (9 casos); en segundo lugar, los rangos positivos, que señalan los casos en los que la puntuación del postest es mayor a la del pretest (18 casos); y finalmente, los empates (3 casos). Ver Tabla 2.

**Tabla 2.** Niveles de Ansiedad Pretest- Postest

Niveles de Ansiedad		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pretest - Postest	Rangos negativos	09	9,28	83,50
	Rangos positivos	18	16,36	294,50
	Empates	03		
	Total	25		

**Nota:** n = 30 observaciones

La tabla revela que en 18 casos (60%) los niveles de ansiedad encontrados en el postest son mayores que los hallados en el pretest; en 9 casos (30%) los valores del pretest son mayores que la del postest, de tal manera, que la ansiedad de los participantes no se ha incrementado a pesar de los efectos de la pandemia provocada por COVID-19; y en 3 de los casos (10%) se obtiene la misma puntuación en el pretest y en el postest.

Posteriormente, analizamos la siguiente tabla, para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre pretest y postest. Ver Tabla.

**Tabla 3.** Diferencias de Ansiedad Pretest- Postest

Niveles de Ansiedad	Pretest Postest
Z	-2,547(a)
Sig. asintót. (bilateral)	,011*

**Nota:** \* p < ,05

El valor de probabilidad asociada al estadístico calculado es de 0,011, valor que se encuentra por debajo de 0,05 (p < .05), a partir de lo cual se puede afirmar que existen diferencias estadísticamente

significativas entre las puntuaciones de ansiedad del pretest y postest, donde la probabilidad de la intervención del azar es inferior al 5%.

**Discusión:**

Los estudios revelan que los sobrevivientes de COVID-19 presentaron una alta prevalencia de secuelas psicoemocionales, y el 55% de las muestras examinadas presentan una puntuación patológica para al menos un trastorno, particularmente un trastorno ansioso (Gennaro, De Lorenzo & Poletti, 2020). La investigación también evidencia que existe un mayor predominio de sintomatología cognitiva y emocional, que de síntomas fisiológicos y somáticos asociados a los trastornos ansiosos (Tirino-Quijije & Giniebra-Urra, 2020). La mayoría de investigaciones realizadas a nivel mundial en referencia a la crisis sanitaria provocada por el COVID- 19, revelan que las variables sociodemográficas influyen en el proceso de asimilación de la situación por parte de la persona, y la respuesta que se desarrolla

frente a la ansiedad (Qiu et al., 2020; Wang et al., 2020). Entre las variables sociodemográficas que tienen un mayor nivel de incidencia figuran edad, género, estado civil, nivel de instrucción y nivel socioeconómico.

La media de edad de los participantes de esta investigación (28,27 años) los ubica en un grupo de alta vulnerabilidad frente al estrés y ansiedad provocados por el COVID-19; estudios previos han revelado que las personas entre 18 y 30 años presentaron niveles más altos de estrés psicológico que los encontrados en otras poblaciones (Huarcaya-Victoria, 2020); mientras que en Ecuador la edad de las personas que presentaron mayores niveles de ansiedad se ubica entre los 26 y 35 años (García, Viveros, Carrión, & Román, 2020). Lo señalado concuerda con las edades con mayor grado de mortalidad por COVID-19 en Ecuador, pues el 60,7% de todas las muertes registradas por la pandemia, se agrupan en el rango de 20 a 49 años, de acuerdo a la información emitida por el Ministerio de Salud Pública (2020). Este fenómeno podría verse afectado por el mayor uso de medios digitales por parte de este grupo etario y el consecuente acceso indiscriminado a rumores, noticias falsas e información errónea que empieza a propagarse por las redes sociales, factor que ha demostrado desencadenar altos niveles de estrés y ansiedad en quienes consumen dicha información (Shimizu, 2020).

En cuanto al género como variable sociodemográfica, el presente estudio muestra que el 60% de la población que ha experimentado aumento en sus niveles de estrés pertenecen al género femenino (Segura & Pérez, 2016). La prevalencia del fenómeno descrito mantiene congruencia con estadísticas mundiales, un estudio realizado durante la fase inicial de la pandemia reveló que los examinados que experimentaron estrés psicológico fueron mayoritariamente mujeres (Huarcaya-Victoria, 2020); hallazgo que fue corroborado por investigaciones previas (García et al., 2020; ; Qiu et al., 2020; Wang et al., 2020), las cuales revelaron que un mayor impacto psicológico, en diversos niveles de intensidad (mínimo, moderado y moderado- grave), se correlaciona al hecho de ser mujer, las cuales también presentan mayor cantidad de síntomas

físicos asociados a la ansiedad durante el brote de la enfermedad.

En lo que respecta al nivel de instrucción y considerando que la mayoría de los examinados poseen una instrucción primaria, los resultados que se han encontrado en esta investigación concuerdan con lo que revelan otros trabajos al respecto de las diferencias halladas por nivel de educación; pues, de manera general un menor nivel educativo se relaciona con mayores niveles de temor y con efectos psicológicos más severos (Rodríguez-Rey, Garrido-Hernansaiz, & Collado, 2020; Wang et al., 2020). Lo señalado, podría deberse al hecho de que las diferencias a nivel educativo suelen ser un indicador de desigualdad de recursos económicos en el marco de la crisis sanitaria (De-Abreu & Angelucci-Bastidas, 2020; Johnson, Saletti-Cuesta, & Tumas, 2020). Paralelamente, el hecho de que la mayoría de los examinados se encuentren casados, funciona como un factor protector frente al estrés y la ansiedad (Rodríguez-Rey et al., 2020), provee al sujeto de un mayor nivel de control de su ansiedad y lo vuelve más resiliente (Tirino-Quijije & Giniebra-Urra, 2020).

Finalmente, la totalidad de los examinados se encuentran ubicados en clase media baja o pobreza, condiciones que evidentemente generan diversas formas de discriminación y desventaja frente a los desafíos planteados por la crisis sanitaria provocada por el COVID-19; pues la falta de ingresos y recursos económicos vuelve casi imposible seguir la recomendación de distanciamiento social, específicamente el permanecer en casa (Fernández-Sánchez, Gómez-Calles, & Pérez-Pérez, 2020). Aunque la crisis provocada por efecto de la pandemia es de carácter sanitario y constituye una clara amenaza para la vida de millones de personas; el impacto en la economía, el comercio y los empleos, sumado a la ausencia de medidas apropiadas a nivel político, ha generado que las clases menos privilegiadas corran un alto riesgo de caer en la pobreza y tengan mayores dificultades para reestablecer sus medios de vida durante el periodo de recuperación (Organización Internacional del Trabajo, 2020), factor que agrava los niveles de estrés y ansiedad de las personas que enfrentan este escenario desde

esta condición particular.

En cuanto al efecto que ha generado la crisis sanitaria sobre los niveles de ansiedad de un grupo de pacientes con diagnóstico previo (reacciones de estrés), los resultados obtenidos en la presente investigación revelaron que el 60% de los examinados evidenciaron un aumento en sus niveles de ansiedad, al ser comparados con los valores obtenidos previo a la pandemia COVID-19. Este efecto ha sido constatado en otras poblaciones, donde los niveles de estrés y ansiedad han aumentado considerablemente, sobre todo en grupos considerados de riesgo, debido a su edad, género, condición económica, etc. (Ozamiz-Etxebarria, Dosil-Santamaria, Picaza-Gorrochategui, & Idoiaga-Mondragon, 2020). El aumento transitorio de los niveles de ansiedad como respuesta cognoscitiva, emocional, comportamental y fisiológica, ante una situación percibida como amenazante, es habitual y no constituyen una reacción patológica, mientras no sobrepase cierta intensidad, ni supere la capacidad adaptativa de la persona (Arias, Herrero, Cabrera, Chibás, & García, 2020).

El hecho inesperado de que, a pesar de las condiciones impuestas por la pandemia COVID-19, en un 10% y 30% de los participantes los niveles de ansiedad no hayan experimentado variaciones e incluso hayan llegado a disminuir; podría explicarse a partir de los trabajos de Ozamiz-Etxebarria, y otros (2020), donde se ha destacado que el tiempo de preparación, el nivel de información, y el grado de proximidad a los casos de contagio o muerte, impiden que los niveles de ansiedad crezcan desmesuradamente. Paralelamente, otras investigaciones han revelado que, en personas donde el menor contacto social supone un alivio transitorio frente a las demandas ambientales (ambientes académicos o laborales hostiles), los niveles de ansiedad incluso han llegado a disminuir (Gómez-León, 2021). Sin embargo, este fenómeno de resiliencia merece más investigación.

## CONCLUSIONES

Variables sociodemográficas como ser joven adulto se relacionan con un mayor nivel de vulnerabilidad para desarrollar cuadros de ansiedad

provocados por la crisis sanitaria; cabe recalcar que este rango de edad también aparece como el que presenta mayores tasas de mortalidad durante la pandemia. Paralelamente, el hecho de pertenecer al género femenino, también se correlaciona con un aumento en el nivel de vulnerabilidad para desarrollar sintomatología ansiosa, de diversas intensidades, ante la pandemia COVID- 19.

Un menor nivel de instrucción aparece como un factor de riesgo para desarrollar trastornos ansiosos, aunque este fenómeno parece relacionarse con el hecho de que, generalmente la dificultad para acceder a estudios superiores, es un indicador de desigualdad económica. A este respecto, resulta evidente que las condiciones de pobreza agravan los desafíos a los que las personas deben hacer frente durante la crisis sanitaria COVID-19; pues imposibilita atender a las recomendaciones de teletrabajo o distanciamiento social; además de que dificulta el eventual restablecimiento de actividades productivas; todo lo cual, aumenta los niveles de estrés y ansiedad que puede padecer un individuo.

Como se podía anticipar, los niveles de ansiedad de la mayoría de personas, se han elevado como resultado de la pandemia COVID-19, particularmente los de personas previamente diagnosticada con cuadros que suelen presentar comorbilidad con trastornos ansiosos (reacciones de estrés agudo y grave). Sin embargo, resulta desconcertante el hecho de que una proporción menor, aunque considerable, de examinados no haya mostrado variabilidad en sus niveles de ansiedad e inclusive estos hayan llegado a disminuir.

El fenómeno descrito puede estar asociado a variables protectoras, tales como tiempo de preparación, nivel de información, proximidad a los casos de contagio y en el caso de esta investigación, el hecho de estar casado y la compañía y apoyo que aquello implica. También ha ayudado el hecho de que las condiciones de distanciamiento han impedido que algunas personas deban enfrentar ambientes académicos o laborales que generaban estrés y ansiedad. A pesar de lo señalado, indagar sobre las razones que han evitado el incremento de la ansiedad, debe ser investigado con más probidad, a fin de establecer cuáles son los factores

protectores de salud mental en época de pandemia COVID-19.

## REFERENCIAS

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). (2002). *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM-IV-TR*. Barcelona: Masson.
- Arias, Y., Herrero, Y., Cabrera, Y., Chibás, D., & García, Y. (2020). Manifestaciones psicológicas frente a la situación epidemiológica causada por la COVID-19. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19, 1-13.
- Atuesta, B., Cuevas, F., & Zambonino, D. (2016). ¿Qué impulsó la reducción de la pobreza y la desigualdad en Ecuador en la última década? En A. Molina, J. Rosero, M. León, R. Castillo, F. Jácome, D. Rojas, . . . M. Sharman, *Reporte de pobreza por Consumo. Una historia del mercado laboral urbano* (págs. 210-259). Quito: INEC.
- Cobo, A. A. (2017). *Comorbilidad de trastorno de ansiedad generalizada y otras entidades clínicas en pacientes que acuden a la Consulta Externa del Instituto de Neurociencias período 2014 - 2015*. Universidad de Guayaquil: Maestría thesis.
- De-Abreu, Y., & Angelucci-Bastidas, L. T. (2020). Preocupaciones asociadas al COVID-19. *Boletín Científico Sapiens Research*, 10(2), 3-14.
- Díaz, J., Beverinotti, J., Andrian, L. G., Castellani, F., Abuelafia, E., Manzano, O., & Castilleja, L. (2020). *El impacto del COVID-19 en las economías de la región (Región Andina)*. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002281>
- Fernández-Sánchez, H., Gómez-Calles, T., & Pérez-Pérez, M. (2020). Intersección de pobreza y desigualdad frente al distanciamiento social durante la pandemia COVID-19. *Revista Cubana de Enfermería*, 36, 1-15.
- García, V., Viveros, L., Carrión, N., & Román, J. (2020). Comportamiento de los ecuatorianos frente al COVID-19. *Horizontes de Enfermería*(10), 44-54.
- Gaytan, C. A. (2015). *Ansiedad, depresión y stress postraumático como comorbilidad psiquiátrica en pacientes con lesión medular*. Universidad de San Carlos de Guatemala.: Maestría thesis.
- Gennaro, M., De Lorenzo, R., Conte, C., Poletti, S., Vai, B., Bollettini, I., . . . Rovere-Querini, P. (2020). Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors. *Brain, Behavior, and Immunity*, 89, 594-600.
- Gómez, C., & De León, E. (2014). *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en Ciencias Sociales*. México: Tirant Humanidades.
- Gómez-Batiste, X., Leiva, J. P., Tuca, A., Beas, E., Montoliu, R., Gálvez, R., . . . Amblà, J. (2020). Organización paliativa durante la pandemia de la COVID-19 y propuestas para la adaptación de los servicios y programas de cuidados paliativos y de atención psicosocial ante la posibilidad de reactivación de la pandemia y época pos-COVID-19. *Medicina Paliativa*, 27(3), 242-254.
- Gómez-León, M. I. (2021). Disminución de la ansiedad en las víctimas del bullying durante el confinamiento por COVID-19. *Revista de Educación a Distancia*, 21(65), 1-20.
- Gonzales, M. (2006). *Manejo del Estrés*. Antequera: Innovación y Cualificación.
- Hernández, J. (2020). Impacto de la COVID-19 sobre la salud mental de las personas. *Medicentro Electrónica*, 24(3), 578-594.
- Hamilton, M. (1967). Development of a rating scale for primary depressive illness. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 6, 278-96.
- Huarcaya-Victoria, J. (2020). Consideraciones sobre la salud mental en la pandemia de COVID-19. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 37(2), 327-334.
- Johnson, M., Saletti-Cuesta, L., & Tumas, N. (2020). Emociones, preocupaciones y reflexiones frente a

- la pandemia del COVID-19 en Argentina. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25, 2247-2257.
- IBM Corp. (2012). *IBM SPSS Statistics for Windows*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Leira, M. S. (2012). *Manual de bases biológicas del comportamiento humano*. Montevideo: Udelar. CSE.
- Mayorga, M. (2018). *Escuelas de psicología: un breve recorrido por las teorías de la personalidad*. Quito: Centro de Publicaciones PUCE.
- Ministerio de Salud Pública. (28 de Enero de 2020). *Actualización de casos de coronavirus en Ecuador*. Obtenido de Situación Nacional por COVID-19: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/INFOGRAFIA-gennNACIONALCOVID19-COE-NACIONAL-08h00-28012021.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (07 de Abril de 2020). *Observatorio de la OIT: El COVID-19 y el mundo del trabajo. Segunda edición*. Obtenido de Estimaciones actualizadas y análisis: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/--dcomm/documents/briefingnote/wcms\\_740981.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/--dcomm/documents/briefingnote/wcms_740981.pdf)
- Orlandini, A. (1999). *El estrés. Qué es y cómo evitarlo*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- Ozamiz-Etxebarria, N., Dosil-Santamaria, M., Picaza-Gorrochategui, M., & Idoiaga-Mondragon, N. (2020). Niveles de estrés, ansiedad y depresión en la primera fase del brote del COVID-19 en una muestra recogida en el norte de España. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(4), e00054020.
- Qiu, J., Shen, B., Zhao, M., Wang, Z., Xie, B., & Xu, Y. (2020). A nationwide survey of psychological distress among Chinese people in the COVID-19 epidemic: implications and policy recommendations. *General Psychiatry*, 33(2), e100213.
- Ramos, V., Piqueras, J. A., Martínez, A. E., & Oblitas, L. A. (2009). Emoción y Cognición: Implicaciones para el Tratamiento. *Terapia psicológica*, 27(2), 227-237.
- Rodríguez-Rey, R., Garrido-Hernansaiz, H., & Collado, S. (2020). Psychological Impact of COVID-19 in Spain: early data report. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(5), 550-552.
- Segura, R. M., & Pérez, I. (2016). Impacto diferencial del estrés entre hombres y mujeres: una aproximación desde el género. *Alternativas en psicología*(36), 105-120.
- Sevillano-García, M. D., Manso-Calderón, R., & Cacabelos-Pérez, P. (2007). Comorbilidad en la migraña: depresión, ansiedad, estrés y trastornos del sueño. *Revista de neurología*, 45(7), 400-405.
- Shimizu, K. (2020). 2019-nCoV, fake news, and racism. *The Lancet*, 395, 685-686.
- Sierra, J. C., Ortega, V., & Zubeidat, I. (2003). Ansiedad, angustia y estrés: tres conceptos a diferencia. *Mal-estar E Subjetividade*, 3(1), 10-59.
- Tirino-Quijije, D., & Giniebra-Urra, R. (2020). Resiliencia y ansiedad en personas con COVID-19 en Manta, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 4(7), 323-343.
- Torrents, R., Ricart, M., Ferreira, M., López, A., Renedo, L., Lleixà, M., & Ferré, C. (2013). Ansiedad en los cuidados. Una mirada desde el modelo de Mishel. *Index de Enfermería*, 22(1), 60-64.
- Wang, C., Pan, R., Wan, X., Tan, Y., Xu, L., Ho, C. S., & Ho, R. C. (2020). Immediate psychological responses and associated factors during the initial stage of the 2019 coronavirus disease (COVID-19) epidemic among the general population in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1729.
- World Health Organization. (2000). *Guía de bolsillo de la clasificación CIE-10 : clasificación de los trastornos mentales y del comportamiento*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

## Evaluación de cadmio y plomo en almendras de cacao por espectroscopia de absorción atómica

Marlon, Batallas-Valarezo<sup>1\*</sup>; Marcia, Preciado-Alvarado<sup>2</sup>; Fredis, Pesantez-Franco<sup>3</sup>.

### Resumen

El objetivo de la investigación es evaluar la concentración de cadmio y plomo en testa y cotiledón de almendras de cacao, para determinar en qué parte de la almendra existe mayor acumulación de estos metales, el método aplicado para la cuantificación de cadmio y plomo fue la espectroscopia de absorción atómica en horno de grafito, también se determinó parámetros físicos-químicos como humedad, pH y acidez; las muestras de cacao fueron recolectadas en 5 fincas productoras ubicadas en el sector La Adelina, cantón Balao. En los resultados obtenidos se determinó un porcentaje de humedad menor al 2% con respecto a las muestras de las 5 fincas; el pH es inversamente proporcional con la acidez, en la finca 1 la testa fue la que presentó un pH mayor de 3,34 con un porcentaje de acidez bajo de 2,4%. En lo que corresponde a la evaluación de metales pesados, se determinaron una ligera concentración de cadmio y plomo en la testa del cacao, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles por el Códex Alimentarius. Sin embargo se debe tener un control ya que a futuro dichos resultados podrían verse influenciados por la acumulación de estos metales.

**Palabras claves:** cadmio, plomo, cacao, testa, cotiledón, espectroscopia.

## Evaluation of cadmium and lead in cocoa beans by atomic absorption spectroscopy

### Abstract

The objective of the research is to evaluate the concentration of cadmium and lead in the testa and cotyledon of cocoa beans, in order to determine in which part of the kernel there is a greater accumulation of these metals, The method applied for the quantification of cadmium and lead was atomic absorption spectroscopy in a graphite furnace, physical-chemical parameters such as humidity, pH and acidity were also determined; The cocoa samples were collected from 5 cocoa farms located in the La Adelina sector, canton Balao. In the results obtained, a moisture content of less than 2% was determined with respect to the samples from the 5 farms; pH is inversely proportional to acidity. In farm 1 the testa had a pH of 3.34 with a low acidity percentage of 2.4%. With regard to the evaluation of heavy metals, a slight concentration of cadmium and lead was determined in the cocoa testa, which are within the limits allowed by the Codex Alimentarius. However, control must be exercised, since in the future these results could be influenced by the accumulation of these metals.

**Keywords:** cadmium, lead, cocoa, testa, cotyledon, spectroscopy

**Recibido:** 12 de mayo de 2021

**Aceptado:** 15 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Egresado de la Universidad Técnica de Machala

<sup>2</sup> Egresada de la Universidad Técnica de Machala

<sup>3</sup> Dr. Químico Industrial. Magíster en Enseñanza de la Física Docente Investigador de la Universidad Técnica de Machala

\*Autor para correspondencia: batallas3@utmachala.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, metales pesados como el cadmio y el plomo presentes en el cacao y derivados, ha generado inquietud tanto en países productores como en países importadores. La presencia de estos contaminantes puede ser por origen natural o antropogénico, generando un gran impacto ambiental y a su vez representando un riesgo para la salud (Londoño Franco et al, 2016).

Actualmente en el país, los suelos han aumentado el contenido de metales pesados, interviniendo así en los procesos fisiológicos de la planta de cacao, siendo acumulados y absorbidos en las hojas y concentrados en las semillas. De acuerdo con estudios realizados, El Oro, Guayas y Manabí son unas de las provincias que presentan mayor concentración de metales pesados en almendras de cacao (Vasallo, 2015).

En la Adelina, cantón Balao provincia del Guayas, existen fincas productoras de cacao ubicadas en entornos cercanos a efluentes provenientes de cerros; interviniendo a su vez explotaciones de metales preciosos realizados por el desarrollo de minerías a pequeña escala, considerados estos tipos de procesos como agentes contaminantes (Oviedo et al, 2017), los cuales se almacenan durante las cosechas de cacao, generando así una acumulación de metales pesados.

En este contexto, se evaluaron concentraciones de cadmio y plomo en el cotiledón y en la testa de la almendra de cacao, seleccionando aleatoriamente a 5 fincas productoras. Las muestras fueron analizadas por laboratorios certificados aplicando la técnica de la espectroscopia de absorción atómica, determinando parámetros físicos-químicos de humedad, pH y acidez, realizando un análisis estadístico en el software IBM SPSS Statistics 25.0 para calcular la media y mediana de los valores obtenidos e identificar en qué parte del fruto se acumula mayor concentración de metales pesados, y si estos cumplen con los límites establecidos por la Comisión del Códex Alimentarius.

## II. METODOLOGÍA

La población de estudio fueron las 5 fincas productoras ubicadas en el sector La Adelina, cantón Balao provincia del Guayas, de las cuales se tomaron como muestras las almendras de

cacao cosechadas. De acuerdo a la ubicación de la investigación, los ensayos experimentales de los análisis para cada muestra fueron triplicados y se realizaron en dos instituciones. Para los análisis físicos-químicos, fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Técnica de Machala. Mientras que los análisis de cadmio y plomo, fueron proporcionados y realizados en el laboratorio AVVE S.A. que cuenta con certificación, ubicado en la ciudad de Guayaquil.

Se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos empleando el software IBM SPSS Statistics 25.0 para determinar la media y la mediana mediante la representación gráfica de diagramas de caja y bigotes.

### *Recolección de la muestra*

Se tomó como referencia la Comisión Europea. Reglamento (CE) No. 333 (2007), que es para métodos de muestreo y análisis para metales pesados, donde señala que el muestreo exige un gran cuidado debido a que la muestra recolectada servirá para los análisis correspondientes y debe ser representativos. Para ello, se establecieron los puntos críticos en las 5 fincas productoras, la primera finca se encontraba a una mayor distancia y cerca de la zona minera, a diferencia de las otras 4 fincas, que estaban cercana a la carretera de la zona, pero todas correspondientes al mismo sector.

La muestra global de almendras de cacao fue de 2,5 kg, siendo extraídas directamente de la mazorca, con ayuda de una balanza de mano marca Tolsen 3507 para determinar el peso exacto. Todas las muestras fueron colocadas y rotuladas en un recipiente limpio e inerte para que no se produzca una contaminación ni la pérdida del analito por absorción de las paredes internas del mismo.

### *Preparación de la muestra*

Se secaron las semillas a temperatura ambiente exponiéndolas a los rayos del sol durante 3 semanas y 9 horas. Previo al proceso de trituración se procedió con la separación del cotiledón de la cáscara (testa) de la almendra de cacao, para ello se lo realizó de forma manual, mientras que para la trituración se empleó una licuadora marca Oster, obteniendo una muestra homogénea. Posterior a ello se tamizaron ambas muestras en un tamiz

de acero inoxidable de laboratorio marca Wstyler #20, hasta alcanzar una medición de partículas de 250  $\mu\text{m}$  y finalmente proceder a envasarlas.

#### *Parámetros físicos-químicos de las muestras recolectadas*

##### *Análisis de humedad*

Se pesó aproximadamente 1 g de cada muestra de almendra de cacao entera seca, siendo este el peso requerido, el cual se lo hizo en el determinador de humedad marca Ohaus MB90; colocando la muestra madre en el platillo del equipo y empleando un tiempo alrededor de 5 minutos por muestras, obteniendo así el porcentaje de la humedad respectivamente.

##### *Determinación de pH*

Se calibró el medidor del equipo de pH marca pH-Metro Seven Easy – Metter Toledo, después de ello se mezcló por separado una muestra de 10 g de cotiledón y otra de testa de cacao triturados respectivamente con 100 ml de agua destilada hervida, la misma que fue sometida a calefacción con ayuda de una cocineta marca Goldsun ES-2615-Closeelectricstove hasta alcanzar una temperatura de 80°C, la cual se la agitó durante 20 minutos, luego proceder a filtrar y dejar que se enfríe, para así finalmente introducir el electrodo del pH-metro obteniendo las lecturas de medición de pH tanto de testa como de cotiledón.

##### *Determinación de acidez titulable*

Para la determinación del porcentaje de acidez, se optó como referencia la normativa NTE INEN 38 (2003), para grasas y aceites comestibles; la cual establece que la acidez en este tipo de muestras se determina por volumetría. Para ello, se realizó este proceso tanto en testa como en cotiledón previamente triturados, donde se pesó 5 g de cada muestra empleando una balanza analítica marca Boeco BBL31, la cual se la mezcló con 100 ml de agua destilada, posteriormente hervida en la cocineta, agitándose durante 10 minutos, después se dejó enfriar y se filtró con ayuda de un papel filtro, y se agregó el indicador fenolftaleína de 2 a 3 gotas.

Por otro lado, se procedió a preparar el equipo de titulación, enrasando la bureta con NaOH a

0.1 N, dejando así caer las gotas en la solución principal, agitándose constantemente hasta que cambie la coloración en relación al medio ácido-base y así finalmente anotar el volumen consumido por el viraje.

Para determinar el porcentaje de acidez titulable en ambas muestras se empleó el siguiente cálculo de la Ec. 1:

$$\%A = \frac{Vc * N}{M} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%A= porcentaje de acidez titulable (%)

Vc= Volumen consumido de NaOH (ml)

N= Normalidad de las soluciones de NaOH

M= Peso de la muestra

##### *Digestión de la muestra por vía húmeda*

Previo al análisis en el equipo de espectroscopia, se pesó alrededor de 0,5 g de cada muestra tanto testa como cotiledón en un Becker de 100 ml, y se agregó una mezcla de  $\text{HNO}_3$  (8 ml) con  $\text{HClO}_4$  (2 ml); posteriormente se la cubrió con una luna de reloj para después llevarla a mineralización por nítrico-perclórico por una hora, colocándose dicha mezcla en una placa con base calentadora a una temperatura de 180°C por 90 minutos hasta lograr una digestión total, el gas de color blanco es el indicativo de que la digestión se ha completado y se forma un líquido incoloro. Luego se filtró el extracto en un balón de 50 ml y se aforó con agua desionizada.

##### *Cuantificación de cadmio y plomo por espectroscopia de absorción atómica en horno de grafito*

Este método se llevó a cabo en el equipo espectrómetro de absorción atómica de horno de grafito marca MGA-1000, la información fue facilitado de acuerdo al proceso realizado en el laboratorio AVVE S.A.

Para proceder con el análisis de la muestra, se debe primero alinear el tubo de grafito con la luz emitida por la lámpara espectral, la cual se encuentra dentro del equipo. Esto se hace ya que una vez el horno sea encendido, y así el vapor atómico generado por la muestra permite absorber la luz que proviene de la lámpara del elemento a

determinar (Salome et al, 2020). Por otra parte, con ayuda del software se debe programar el equipo con relación a la longitud de onda a la cual la luz será absorbida por el elemento de interés, para este caso sería tanto en cadmio y plomo.

Una vez que se haya realizado la digestión de las muestras, se aplica la siguiente metodología; se toma un volumen alrededor de 10 µL empleando la micropipeta y se lo inyecta en la parte superior de la entrada del tubo de grafito, donde las temperaturas cumplen un papel importante, en esta etapa se logra calentar al punto de ebullición del solvente que va entre los 80°C a 180°C, lo que se desea en esta etapa es evaporar el solvente y los componentes volátiles presentes. El siguiente paso es el proceso de calcinado, el cual se lo trabaja con un incremento de temperatura que va de 350°C a 1600°C, esto se lo hace para eliminar gran cantidad de material orgánico que se encuentra en la muestra. En la última etapa se da la atomización, donde

el horno se caliente a temperaturas elevadas que van desde los 1800°C a los 2800°C, permitiendo evaporar los residuos que se dieron en el calcinado y se logra llevar los átomos al estado fundamental, midiendo la absorbancia visualizada en el equipo.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### *Parámetros físicos-químicos de las muestras recolectadas*

##### *Análisis de humedad*

La media obtenida de los porcentajes de humedad de las muestras de almendras de cacao enteras de las 5 fincas se observa en la Tabla 1, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango requerido por la normativa NTE INEN 176 (2012), estableciendo que el porcentaje máximo de humedad en almendras de cacao debe ser menor de un 7%. Este tipo de condiciones, proyecta que el fruto ha cumplido con la mayor eliminación de cantidad de humedad durante el proceso de secado.

**Tabla 1.** Porcentaje de humedad de las muestras de granos de cacao (%)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Análisis 1	1,10	1,23	1,05	2,22	0,70
Análisis 2	0,99	1,14	1,00	1,53	1,00
Análisis 3	1,05	1,14	1,09	1,76	0,95
	<b>1,05</b>	<b>1,17</b>	<b>1,05</b>	<b>1,84</b>	<b>0,88</b>

Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación por (Intriago et al, 2019) quienes realizaron un estudio de variables con un test de coeficientes estandarizados al 95% de intervalo de confianza, obteniendo valores de porcentajes de humedad entre un rango de 2 y 4% acorde a criterios de atributo de las almendras de cacao, simulando el mismo proceso de secado a temperatura ambiente y con un tiempo aproximado de 3 semanas, quien además declara en su investigación que la humedad es un factor importante ya que en base a ello se evalúa la calidad del cacao.

##### *Determinación de pH*

Los resultados obtenidos en relación a las medias de pH en la testa y cotiledón de cacao de las diferentes fincas se detallan en la Tabla 2 y 3 respectivamente, existiendo una diferencia de medias en la muestra 1 en comparación con las demás muestras para ambos análisis. Los valores de pH, tanto en testa y en cotiledón, indican que la almendra de cacao es ligeramente ácida y esto se ve influenciado por el proceso de fermentación y secado que comúnmente atraviesa este tipo de frutos.

**Tabla 2.** pH en las muestras de la testa de cacao

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Análisis 1	4,33	5,00	5,26	4,90	5,00
Análisis 2	4,28	5,18	5,22	4,95	5,00
Análisis 3	4,40	5,21	5,24	5,00	5,00
	<b>4,34</b>	<b>5,13</b>	<b>5,24</b>	<b>4,95</b>	<b>5,00</b>

**Tabla 3.** pH en las muestras de cotiledón de cacao

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Análisis 1	4,61	5,04	5,15	5,04	5,00
Análisis 2	4,60	5,00	5,19	5,00	5,18
Análisis 3	4,59	5,04	5,21	5,03	5,21
	<b>4,60</b>	<b>5,03</b>	<b>5,18</b>	<b>5,02</b>	<b>5,13</b>

La investigación por (Amorim et al, 2017) quienes realizaron un estudio de variables físicas y químicas antes y después de la fermentación sometida a los granos de cacao, reportó valores de pH que oscilan entre 5,0 y 5,4 mencionando que en una buena fermentación el pH óptimo asciende de 3,0 a 5,0. Por otro lado, (Andrade Almeida, et al, 2019) aportan que, en su investigación, los granos de cacao de especies de Perú y Ecuador presentan un rango de pH de 4,23 a 5,36, valores que se asimilan con los datos obtenidos en este análisis. De acuerdo a ello, señalan que el cacao mientras más ácido se encuentre, presentará un mayor indicio de contaminación, por lo recomiendan realizar estudios posteriores al mismo.

*Determinación de acidez titulable*

La media de los volúmenes consumidos para la determinación del porcentaje de acidez,

empleando la Ecu. 1 tanto para testa y cotiledón, se presentan en la Tabla 4 y 5, respectivamente. Este parámetro está en relación al pH, siendo inversamente proporcional, por lo que, si el pH aumenta el porcentaje de acidez disminuirá, tal como se ilustra en la tabla de valores de pH y acidez. De acuerdo a la acidez en la testa del cacao, se puede observar que en los resultados obtenidos existe una diferencia de medias en la muestra 4 y 5 en comparación de las demás muestras, las cuales presentan una acidez mayor; el mismo comportamiento sucede en el caso de la acidez del cotiledón, que muestra una diferencia en relación a la muestra 1 con las otras muestras. Estos resultados pueden ser influenciados por el uso de agroquímicos en el cuidado que se le brinda en las plantaciones de esa zona y a su vez se conoce que la testa es la que recubre al cotiledón y por ende es más ácida.

**Tabla 4.** Porcentaje de acidez en las muestras de testa de cacao (%)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Análisis 1	2,6	1,5	1,3	2,0	1,5
Análisis 2	2,6	1,5	1,1	2,1	1,5
Análisis 3	2,1	1,3	0,9	2,0	1,7
	<b>2,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,6</b>

**Tabla 5.** Porcentaje de acidez en las muestras de cotiledón de cacao (%)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Análisis 1	1,9	1,7	1,5	1,7	1,7
Análisis 2	2,1	1,9	1,3	1,9	1,5
Análisis 3	2,3	1,5	1,3	1,7	1,5
	<b>2,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>

Los resultados son respaldados por Zambrano (2018), el cual tuvo como propósito evaluar la influencia del proceso de beneficio del cacao; en donde sus resultados mostraron variaciones con respecto a un pH < 5 y con una acidez > a 2,0 en las muestras de testa de cacao, considerando a la mayoría como ácidas, acumulando así

contaminantes en donde estas variaciones se deben a los diferentes procesos que se brinda durante el secado y la fermentación. (Barbosa et al, 2020) evaluaron las propiedades físicas y químicas de los granos de cacao procedentes de Perú, donde resaltan la relación en valores de acidez y pH, obteniendo porcentajes de acidez entre un rango de

1,6 y 1,8%, el cual disminuye al momento que el pH ascendía, esto ocurría en el proceso de conchado del grano de cacao, por lo que sugieren un manejo adecuado para que el pH no sea menor de 5 y así prevenir la acumulación de contaminantes y la presencia de hongos que desmejoran la calidad del grano de cacao.

*Cuantificación de cadmio y plomo por espectroscopia de absorción atómica en horno de grafito*  
*Cuantificación de cadmio en testa y cotiledón del cacao*

Los resultados proporcionados a través del método de absorción atómica con respecto al análisis de cadmio en la testa y cotiledón de las 5 muestras de cacao, se presentan en la Figura 1. En base al diagrama de caja y bigotes, se puede interpretar que en las fincas 2, 3, 4 y 5 las medianas resultantes oscilan entre valores de 0,4178 a 0,5900 mg/kg. Sin embargo, la mediana obtenida en la finca 1 es la más alta en comparación con las demás con un valor de 0,7793 mg/kg, lo que demuestra una concentración levemente elevada de cadmio en dicho punto.

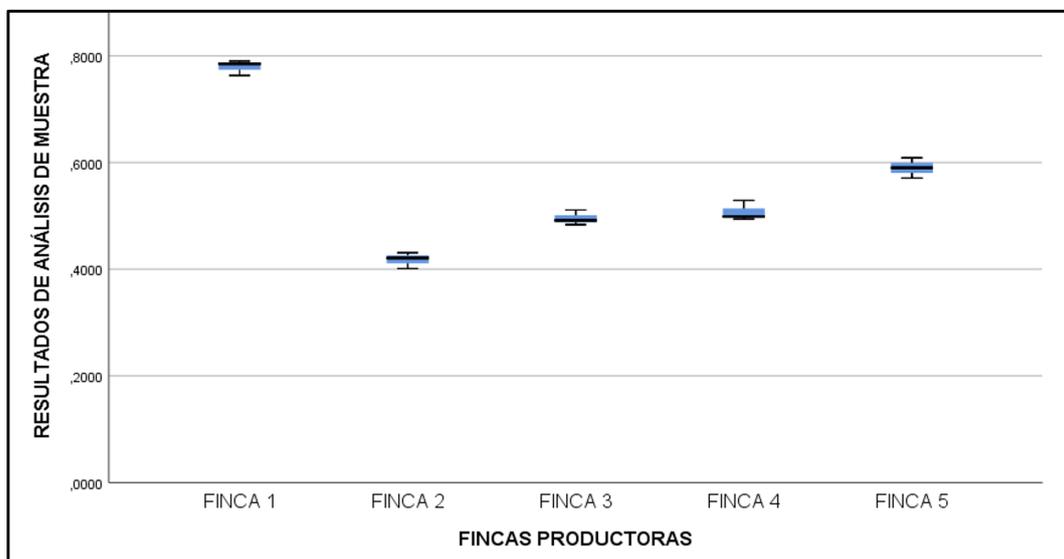


Figura 1. Diagrama de caja y bigote del contenido de Cd en la testa del cacao

En la Figura 2 del diagrama de caja y bigotes se muestran los resultados proporcionados en relación al contenido de cadmio en el cotiledón del cacao; en lo que corresponde a las medianas de las fincas 2, 3, 4 y 5 se determinaron valores que oscilan entre 0,3960 a 0,5427 mg/kg, a diferencia de la finca 1 que se obtuvo una mediana de 0,6933 mg/kg, presentando un valor de concentración

ligeramente alto. La variación que presenta la finca 1 de las otras fincas, en relación al contenido de cadmio tanto en testa como en cotiledón, puede darse como consecuencia ya que esta se encuentra más cerca de la zona minera y por la tanto se ve influenciada por la acumulación de dichos metales en la planta de cacao, teniendo en cuenta que en la testa del fruto existe mayor concentración de cadmio.

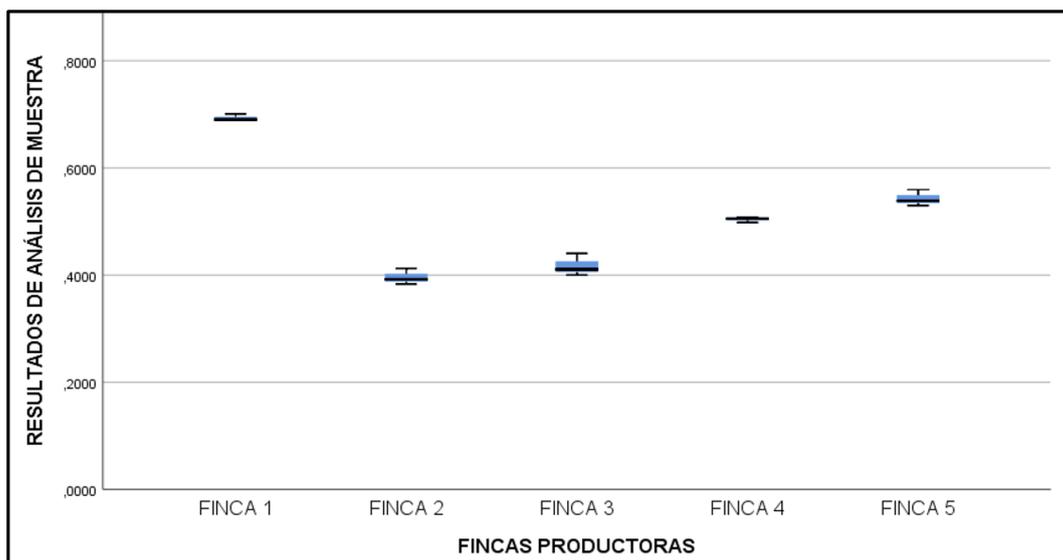


Figura 2. Diagrama de caja y bigote del contenido de Cd en el cotiledón del cacao

Investigaciones desarrolladas por (Mite et al, 2010) donde realizaron un monitoreo de presencia de metales pesados en las almendras de cacao y suelo en la provincia de Santa Elena, reportan que obtuvieron un promedio mayor de cadmio en la testa de cacao, con un valor de 2,61 kg/mg. No obstante, en la investigación de (Díaz et al, 2018) evidencian que existe mayor concentración de metales pesados en el cotiledón del fruto provenientes de fincas de productores orgánicos del cantón Vinces, encontrándose así un promedio 2,45 mg/kg de Cd, señalando que el incremento de la concentración este metal se debía al proceso de secado, por lo que el grano de cacao pierde un 90% de agua y minerales. (Llatance et al, 2018) determinaron que la planta *Theobroma cacao L.* presenta una mayor acumulación de cadmio a diferencia de otras especies que siguen

una secuencia ascendente (raíz, tallo, hoja, fruto) donde reportó que la concentración de cadmio en el cotiledón fue de 0,411 mg/kg y concluye que la acumulación de este elemento se debe a que es una planta de tipo perenne.

#### Cuantificación de plomo en testa y cotiledón del cacao

En la figura 3 se evidencia los resultados obtenidos del análisis de plomo en testa de las 5 fincas productoras; el diagrama de caja y bigotes indica que las medianas de las fincas 2, 4 y 5 alcanzaron valores entre un rango de 0,0901 a 0,0911 mg/kg. Sin embargo, cabe mencionar que la finca 1 y 3, fueron las que presentaron un mayor incremento de plomo en comparación de las demás, con una mediana de 0,0938 y 0,0920 mg/kg respectivamente.

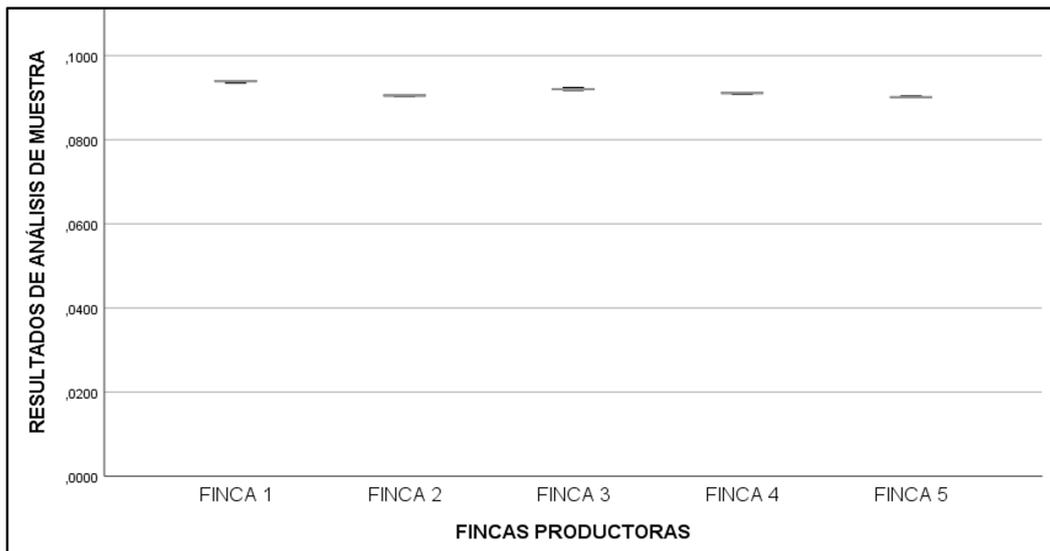


Figura 3. Diagrama de caja y bigote del contenido de Pb en la testa del cacao

Para el caso del análisis de contenido de plomo en el cotiledón del cacao, en lo que respecta al diagrama de caja y bigotes ilustrado en la Figura 4, las fincas 2, 4 y 5 se determinaron medianas que oscilan entre 0,0903 a 0,0909 mg/kg, en comparación de la finca 1 y 3, donde se obtuvieron medianas de 0,0932 y 0,0920 respectivamente. Uno de los posibles factores que intervienen en la variación de concentración de plomo en

la finca 1, como se expuso anteriormente, los valores referenciados se deben a que la muestra fue tomada de una plantación cercana a una zona donde se lleva a cabo actividades mineras y por la cual atraviesa un río que suele usarse para riego de las cosechas; mientras que en la finca 3 las muestras fueron tomadas cerca de la carretera, la cual pudo verse influenciada por la combustión de la gasolina efectuada por los vehículos que circulan cerca del sector.

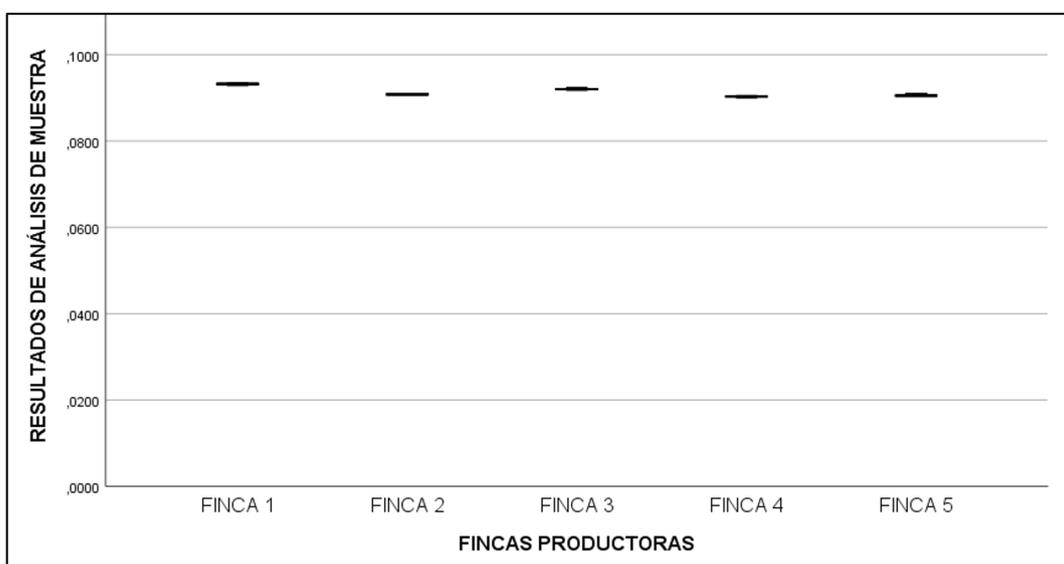


Figura 4. Diagrama de caja y bigote del contenido de Pb en el cotiledón del cacao

En efecto, (Assa et al, 2018) manifiestan que los resultados de su investigación en cuantificación de Pb oscilaron entre 0,0902 y 0,0905 mg/kg, los cuales se asimilan en base a la investigación, donde determinaron metales pesados en almendras de cacao después del proceso de fermentación. Otra investigación proporcionada por (Puga et al, 2006) determinaron que las variaciones de concentración de Cd y Pb no se ven afectadas por la manipulación en el proceso de recolección y secado, sino se atribuye a factores como el agua, tipos de suelo, uso de productos agrícolas o uso de combustibles. Dentro del contexto, estudios realizados por (Prieto et al, 2009) indican que los metales pesados se presentan en la litosfera como consecuencia de las actividades antropogénicas y que dicho factor puede deberse especialmente a la incineración de los residuos sólidos urbanos, uso de lodos residuales practicados en las labores agrícolas, agroquímicos o abonos orgánicos sin compostar.

*Comparación de los valores obtenidos de cadmio y plomo con los límites máximos recomendado por la Comisión del Códex Alimentarius*

La normativa del Códex Alimentarius establece límites máximos permisibles en lo que corresponde a toxinas, metales pesados u otro tipo contaminantes que puedan encontrarse en los alimentos. En base a ello indica que, el contenido de cadmio en la almendra de cacao y derivados como chocolates mayor al 70% de sólidos de base seca es de 0.9 mg/kg; de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, la concentración de cadmio en las muestras de las 5 fincas representan un porcentaje menor del 40% en relación a la normativa, encontrándose por debajo del límite permisible.

Por otra parte, se detalla los niveles máximos permisibles de contenido de plomo en frutas con semillas, donde incluyen al cacao que corresponde como límite aceptable a 1 mg/kg; de acuerdo con la investigación la concentración de plomo determinada en las muestras de las 5 fincas representan un porcentaje menor del 25% en comparación a lo establecido por la normativa, los mismo que se encuentran por debajo del límite permisible. Por lo tanto, ambos parámetros de

cadmio y plomo si cumplen con los requisitos estipulados por la presente normativa.

La investigación realizada por (El Salous & Pascual, 2018), en el cantón Naranjal, donde se hizo una evaluación de cadmio, plomo y ocratoxina en cascarillas de cacao, indican que los valores determinados se encuentran por debajo de lo permisible en base a la normativa INEN 616: 2015 y 621:2010, y que dichos valores son aceptables para la exportación del cacao. Por otro lado, (Arévalo et al, 2016), tuvieron como objetivo medir la influencia del pH en los niveles de absorción del plomo en granos de cacao en la provincia de Esmeralda, donde el promedio de los resultados abarcados en el contenido de plomo, se encuentran por debajo de lo estipulado de acuerdo a la norma INEN 616:2015.

Caso contrario sucede en la investigación por (Díaz et al, 2018), donde los resultados obtenidos de plomo en cotiledón y testa en muestras de fincas productoras del cantón Vinces, se recalcó que, en el cotiledón, en nueve fincas los valores sobrepasan de lo permisible estipulado actualmente por los países europeos FAO/WHO: 2019 que es de 3 mg/kg, y concluyen que dichas variaciones de incremento en metales pesados se deben a los factores o actividades antropogénicas que se ven influenciado en el sector durante el periodo de las cosechas del fruto.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Los resultados de los parámetros físico-químicos de las muestras de testa y cotiledón de las almendras de cacao, evidencian que estos pueden ser indicios de acumulación de metales pesados, principalmente al pH que se relaciona con la acidez, ya que es inversamente proporcional, donde indica que el porcentaje de acidez mientras más alto sea, mayor será el contenido de contaminante, teniendo en cuenta factores de acuerdo en donde se desarrolla este tipo de fruto.

Existe una ligera concentración de cadmio y plomo en la testa del cacao; en comparación del cotiledón, la cual presenta una diferencia menor. Esto puede deberse a mecanismos como la absorción que tiene la planta de cacao, acumulándose de forma ascendente siendo las más afectada la cáscara del fruto.

Los resultados obtenidos de cadmio y plomo si cumplen con lo estipulado de acuerdo a la Comisión del Códex Alimentarius, ya que se encuentran por debajo de los límites permisibles de la normativa referente a frutas con semillas y chocolates. Sin embargo, se debe tener un control en la finca cercana a la zona minera del sector, ya que es la más afectada y en un futuro dichos resultados podrían verse influenciados con respecto a la acumulación de estos metales.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, G., Reis, Q., Valle, R., Andrade, G., & Moreira, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recursos agropecuarios*, 4(12), 579-587. doi:10.19136/era.a4n12.1274
- Andrade Almeida, J., Rivera García, J., Chire Fajardo, G., & Ureña Peralta, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. doi:10.29019/enfoque.v10n4.462
- Arévalo, E., Obando, M., Zuñiga, L., Arévalo, C., Baligar, V., & He, Z. (2016). Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones del Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 82-87. doi:10.21704/rea.v15i2.747
- Assa, A., Noor, A., Yunus, M., & Djide, M. (2018). Heavy metal concentrations in cocoa beans (*Theobroma cacao* L.) originating from East Luwu, South Sulawesi, Indonesia. *Conference on Science*, 39(1), 1-5. doi:10.1088/1742-6596/979/1/012011
- Barbosa, C., Bandeira, M., Fonseca, L., da Silva, E., Oliveira, C., & Soares, E. (2020). Chemical composition and fatty acids profile of chocolates produced with different cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivars. *Food Science and Technology*, 40(2), 326-333. doi:10.1590/fst.43018
- Comisión Europea. Reglamento (CE) No. 333. (2007). Métodos de muestreo y análisis para el control oficial de los niveles de plomo, cadmio, mercurio, estaño orgánico, 3-MCPD y Benzo(a)Pireno en los productos alimenticios. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0333>
- Díaz, L., Mariano, E., & Domínguez, N. (2018). Determinación de Cadmio y Plomo en almendras de cacao (*Theobroma cacao*), proveniente de fincas de productores orgánicos del cantón Vines. *Espirales*, 2(15), 78-90. Obtenido de <http://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/213/159>
- El Salous, A., & Pascual, A. (2018). Determinación de cadmio, plomo y ocratoxina en la harina proveniente de las cascarillas de dos variedades de cacao en Ecuador. *I+D Tecnológico*, 14(1), 49-53. doi:10.33412/idt.v14.1.1802
- Intriago, F., Talledo, M., Cuenca, G., Macías, J., Álvarez, J., & Menjivar, J. C. (2019). Evaluación del contenido de metales pesados en almendras de cacao (*Theobroma cacao* L.) durante el proceso de beneficiado. *ProSciences*, 3(26), 17-23. doi:10.29018/issn.2588-1000vol3iss26.2019pp17-23
- Llatance, W., Gonza, C., Guzmán, W., & Modragón, E. (2018). Bioacumulación de cadmio en el cacao (*Theobroma cacao*) en la Comunidad Nativa de Pakun, Perú. *Forestal del Perú*, 33(1), 63-75. doi:10.21704/rfp.v33i1.1156
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz García, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153. doi:10.18684/BSAA(14)145-153
- Mite, F., Carrillo, M., & Durango, W. (2010). Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas en Ecuador. *XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- NTE INEN 038. (2003). Grasas y Aceites Comestibles. Determinación de la Acidez. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/38.pdf>

- NTE INEN 176. (2012). Cacao en grano. Requisitos. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/176.pdf>
- Oviedo , R., Quimí, E., Naranjo, J., & Arias, M. (2017). Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Bionatura*, 2(4), 437-441. doi:10.21931/RB/2017.02.04.5
- Prieto, J., Gonzáles, C., Román, A., & Prieto G., F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en las plantas por metales pesados provenientes de suelo y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-44. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911243003>
- Puga, S., Sosa, M., Lebgue, T., Quintana , C., & Campos , A. (2006). Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera. *Ecología Aplicada*, 5(1), 150-154. doi:10.21704/rea.v5i1-2.329
- Salome, L., Tapia, W., & Villamarín, A. (2020). Verificación del método analítico de espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito para la cuantificación de cadmio en almendra de cacao (*Theobroma cacao*). *La Granja*, 31(1), 46-60. doi:10.17163/lgr.n31.2020.04
- Vasallo, M. (2015). *Diferenciación y agregado de valor en la cadema ecuatoriana del cacao*. Quito, Ecuador: Instituto de Altos Estudios Nacionales.
- Zambrano, G. A. (2018). Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (*Theobroma cacao*) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial. (tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Aplicaciones de los catalizadores y su evaluación a través de análisis de ciclo de vida

Cristhian David, Chicaiza Ortiz<sup>1\*</sup>; Kimberly Valeria, Salazar García<sup>2</sup>;  
Karel, Diéguez Santana<sup>3</sup>; Ángel Fabián, Chicaiza Ortiz<sup>4</sup>;  
Vanessa Pamela, Navarrete Villa<sup>5</sup>; Jingxin Zhang<sup>6</sup>

### Resumen

En los próximos años, el uso de catalizadores sigue aumentando, ya que desempeña un papel importante en la fabricación de productos básicos, petroquímicos, químicos, farmacéuticos y alimenticios, además de servir como una herramienta para la mejora el rendimiento de las nuevas tecnologías energéticas. Por otro lado, los procesos de síntesis de catalizadores generan residuos en los laboratorios y fábricas, convirtiéndose en un desafío ambiental debido a su composición particular. En este contexto, se pueden utilizar herramientas como el análisis de ciclo de vida (ACV) para cuantificar los impactos ambientales e identificar los puntos débiles, que deberán ser mitigados. Por lo tanto, en esta revisión, se evaluaron tres catalizadores: Zn, Pd, Pt, al igual que sus impactos ambientales. Finalmente, se encontraron algunos de los usos potenciales en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el aumento en el rendimiento de la producción de energía y urea, así como el aumento del rendimiento en el gas total y de hidrógeno; también se consideró el uso de los residuos de base como catalizadores, por ejemplo, en la industria del petróleo y las cenizas generadas durante los procesos de combustión de residuos sólidos urbanos (RSU), neumáticos y carbón.

**Palabras claves:** RSU, catalizadores, evaluación ambiental, ACV

## Catalyst applications and their evaluation through life cycle assessment

### Abstract

Catalyst use will continue to increase in the coming years, as they are essential in the manufacture of commodities and petrochemicals and chemicals, pharmaceuticals, and foodstuffs, and also serves as a tool for improving the performance of new energy technologies. On the other hand, the synthesis of catalysts generates waste in laboratories and factories, presenting an environmental challenge due to its particular composition. In this context, life cycle analysis (LCA) can quantify environmental impacts and identify areas of vulnerability that should be addressed. As a result, this review evaluated three catalysts: Zn, Pd, and Pt, as well as their environmental impacts. Finally, some possible uses include reducing greenhouse gas (GHG) emissions and increasing energy and urea production yields, as well as total gas and hydrogen yields; the use of base residues as catalysts was also considered, for example, in the petroleum industry and the ashes generated during municipal solid waste (MSW) combustion processes.

**Keywords:** MSW, Catalysts, Environmental assessment, LCA.

**Recibido:** 5 de mayo de 2021  
**Aceptado:** 10 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Master of Engineering in Environmental Engineering, Universidad Estatal Amazónica – Sede El Pangui, Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-3970-4550>

<sup>2</sup> Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

<sup>3</sup> MSc. en Ingeniería en Saneamiento Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza-Ecuador  
<https://0000-0003-4064-0566>

<sup>4</sup> MSc. en Ingeniería civil - Construcciones civiles, Ciudades Amazónicas. Facultad Ciencias Socio Ambientales. Universidad  
<https://0000-0002-2405-2783>

<sup>5</sup> MSc. Environmental Science & Engineering, Tianjin University, China  
<https://0000-0002-4867-486X>

<sup>6</sup> Ph.D. in Environmental Engineering, China-UK Low Carbon College, Shanghai Jiao Tong University, China

\*Autor para correspondencia: [cristhianchicaiza@hotmail.com](mailto:cristhianchicaiza@hotmail.com)

## I. INTRODUCCIÓN

La deficiencia de recursos se convirtió en un bloqueo para el desarrollo de la sociedad, mientras que el rápido desarrollo de la economía, la crisis energética mundial se ha convertido cada vez más en un problema urgente. Hoy en día, el despilfarro de recursos se ha vuelto alarmante. Algunos investigadores se han centrado en resolver el problema, mejorando el proceso con elementos catalíticos, reciclando, encontrando nuevas tecnologías energéticas, entre otros (Chen et al, 2018). Al mismo tiempo, el aumento constante de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en los últimos años ha despertado el interés por las soluciones adecuadas; por ejemplo, una opción es la utilización del CO<sub>2</sub> con el CH<sub>4</sub> para producir gas de síntesis mediante el reformado catalítico (Abdullah et al, 2017). La aplicación directa de los catalizadores está dirigida hacia el aumento drástico de la velocidad de la reacción y la distribución de los productos de la reacción, en la que se favorece la producción de uno en específico, sin que este sea consumido durante la reacción; a esta característica se le denomina selectividad (Zanella, 2014).

¿Cómo pueden los investigadores tener la certeza de que un nuevo proceso alternativo resulta mejor que las prácticas actuales? Uno de los métodos más recurrentes utilizados para la evaluación ambiental es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), es un método aceptado por la comunidad científica dirigido hacia la caracterización y cuantificación de los impactos producidos sobre el medio asociado a un producto o procesos (Hernández y Díaz, 2018), que adopta un enfoque holístico y ofrece una visión completa de los impactos ambientales a lo largo de la mayor parte del ciclo de vida de un servicio o producto, lo que permite a los responsables políticos disponer de una herramienta que proporciona una visión clara y facilita la toma de decisiones adecuadas (Mu et al, 2010). La aplicación del ACV a áreas como la catálisis o incluso la nanotecnología tendría que incluir todos los elementos de las actividades de la cuna a la tumba, es decir, desde la extracción de las materias primas, las etapas de producción, el uso de los productos, y la gestión final del producto incluyendo el reciclaje y su eliminación en la etapa de fin de vida (Feijoo et al, 2017).

El enfoque de esta investigación está dirigido

a valorar la importancia de los catalizadores y su utilización para la remoción de contaminantes en agua y aire; en el presente documento se resume los principales hallazgos y algunos casos de estudio de los últimos años y los avances en cuanto a química verde.

Hasta la fecha, se calcula que el 60% de los productos químicos y el 90% de los procesos químicos emplean catalizadores, así como la mayoría de los procesos de refinado del petróleo. La función de los catalizadores en la síntesis química es facilitar las vías de reacción con energías de activación más bajas y evitar la producción de subproductos no deseados (Umile, 2015). Se requieren regularmente catalizadores de alto rendimiento en el sistema; y los catalizadores monolíticos resultan más prometedores que los catalizadores peletizados debido a la baja caída de presión y a las altas tasas de transferencia de calor y masa en los canales de flujo de reactivos (Hirano, T. y Xu, Y., 2017).

El tráfico automotor y la industria son las fuentes de contaminación del aire más importantes en el mundo occidental, siendo estas responsables de las emisiones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y todo tipo de compuestos orgánicos. La catálisis permite la transformación de estas moléculas dañinas para el ambiente en especies benignas como la formación de nitrógeno molecular (N<sub>2</sub>), vapor de agua (H<sub>2</sub>O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aunque este último es un gas precursor del efecto invernadero (Chorkendorff y Iemantsverdriet, 2003). Los procesos catalíticos están dirigidos a evitar daños en la salud humana y el ambiente; como lo es su uso en los convertidores catalíticos de los automóviles, refinado del petróleo en procesos de alquilación, degradación de compuestos orgánicos y amoniacos presentes en el agua, procesamiento de energía, en procesos de craqueo catalítico (ruptura de hidrocarburos de cadena larga), reformado de nafta y la conversión de hidrocarburos en gas de síntesis (Zanella, 2014).

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una selección de la literatura científica tanto en inglés como en español, considerando los siguientes criterios:

- a. Capítulos de libros relacionados directamente al tema de investigación como son los

- procesos catalíticos, diseños y aplicaciones.
- b. Para la revisión de artículos científicos se utilizaron palabras clave de acuerdo a los temas de interés como: catálisis, biodiésel, motores, combustión, ACV, líquidos iónicos, nanopartículas, biopolímeros, entre otros; la búsqueda se realizó en bases de datos internacionales relevantes entre ellos Scopus, Science Direct y artículos publicados por universidades; en los cuales luego de ser seleccionados se procedió a su revisión por la pertinencia y relevancia de la información para el tema de estudio.
  - c. El orden cronológico de artículos y libros publicados corresponde desde el 2017 en adelante (45%), entre el 2011-2016 (22%), 2006-2010 (17%) y publicaciones en años menores al 2005 (14%).

ser empleados en nuevas tecnologías siendo estos de gran importancia, contribuyendo con la disminución de los impactos ambientales; su diseño consta de materiales cerámicos con incrustaciones de metales como paladio y platino; mismos que pueden ser utilizados en motores a diésel, estos metales van a oxidar el monóxido de carbono CO, así como también a hidrocarburos HC transformándolos en carbono C y vapor de agua H<sub>2</sub>O. La función de los catalizadores es disminuir la toxicidad de los compuestos generados por la combustión evitando daños a la salud humana y el ambiente (Hernández C., 2018).

La función de los catalizadores es generar un mecanismo de tipo alternativo, en el cual se involucra un estado de transición diferente y una energía de activación menor, como se muestra en la Figura 1; en la que el catalizador no va a modificar la reacción, ya que solo acelera la velocidad de la misma en condiciones de equilibrio (Zanella, 2014).

### III. DESARROLLO Y DISCUSIÓN.

Los catalizadores son dispositivos que pueden

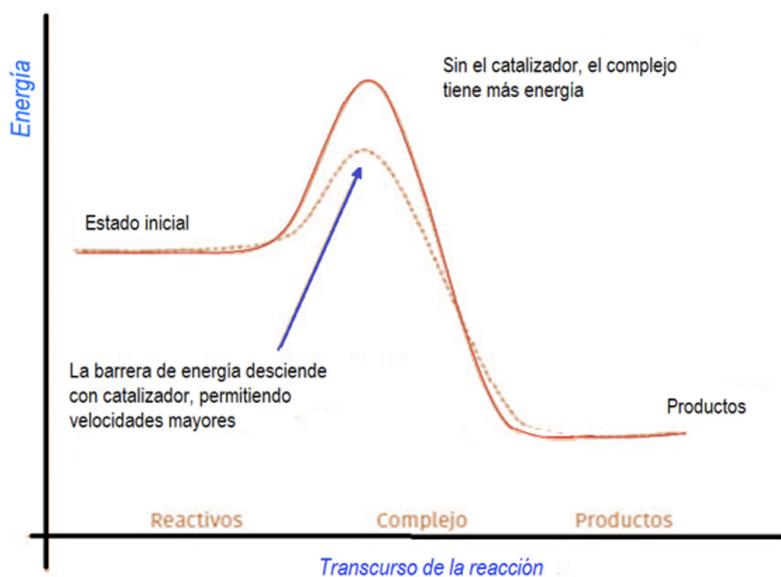


Figura 1. Energía necesaria para llevar a cabo la reacción en reacciones catalizadas y no catalizadas.

Fuente: (Pedroza, Y. 2014) adaptado de (Zanella, 2014).

#### 3.1 Situación actual del proceso de catálisis

La catálisis está muy extendida en las disciplinas científicas y de ingeniería, como demuestra el gran número de revistas que se dedican al tema cada año. Los catalizadores han sido fundamentales en la producción industrial de materias primas químicas, poliolefinas y otros materiales poliméricos (Mathers y

Meier, 2011). En este sentido, un caso de aplicación es el área de producción de hidrógeno basada en varios catalizadores soportados como Pt, Pd, Ir, y otros que exhibieron una mayor resistencia a la deposición de coque y una alta actividad. Sin embargo, debido a su alto coste y limitada accesibilidad, los catalizadores basados en Ni han sido ampliamente investigados y

empleados como alternativas a los metales nobles en los procesos de reformado, principalmente debido a sus ventajas de bajo coste y amplia disponibilidad (Damyanova et al, 2018).

Se han publicado numerosos artículos sobre el desarrollo de catalizadores activos y resistentes al coque para la reacción de reformado en seco del metano (DRM). La reacción de DRM se cataliza frecuentemente con catalizadores como Ru, Rh, Pt, Ni y Co (Abdullah et al, 2017). Otra aplicación de la catálisis es la optimización de la síntesis de amoníaco de NTP, que es un sistema catalítico-promotor muy eficiente. Se trata de un catalizador multifuncional heterogéneo compuesto por una variedad de sitios catalíticos de superficie sólida. El rutenio es uno de los catalizadores más activos para la síntesis de amoníaco (Peng et al, 2017).

La catálisis juega un papel importante en la degradación de compuestos organofosforados permitiendo que los procesos de hidrólisis sean mucho más eficientes incrementando su velocidad. Esta puede ser por medio de la coordinación con un grupo saliente en el que intervienen iones metálicos, estos pueden ser  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ; o en sistemas homogéneos en los cuales se dan reacciones de hidrólisis en la superficie de los óxidos metálicos y silicatos. El catión metálico que es absorbido ya sea en el óxido o en el silicato, se coordinan con un compuesto orgánico para dar lugar a su hidrólisis. La degradación de contaminantes hidrosolubles puede llevarse a cabo a través del carácter ácido de algunos silicatos laminares, cuyos puntos de carga cero son extremadamente bajos, haciendo que el proceso de hidrólisis sea ácido (Domènech y Peral, 2012).

### 3.1.1. Catálisis homogénea y heterogénea

Dado que la catálisis homogénea es un proceso altamente selectivo, es útil a nivel industrial en procesos exotérmicos en los que se prefiere la disposición calórica. Entre los mecanismos de reacción se encuentran la hidrogenación de alquenos, la formación de compuestos de coordinación y las reacciones de inserción. En comparación, la catálisis heterogénea emplea un número limitado de catalizadores que deben soportar temperaturas y presiones elevadas. No requieren un proceso separado de separación de catalizadores, como hace la catálisis homogénea; la catálisis se produce en una

gran superficie de contacto entre las sustancias que reaccionan (que pueden ser líquidas o gaseosas e incluso estar suspendidas en un soporte electrónico) y el catalizador. Los llamados catalizadores uniformes presentan una amplia selectividad geométrica, ya que actúan como tamices moleculares cuando las moléculas que intentan penetrar en su espacio intracristalino interactúan con ellos. Este es el principio subyacente de varios procesos industriales de refinado y petroquímicos que requieren la separación selectiva de isómeros; esta catálisis tiene un importante impacto económico a nivel industrial (Brown, 2005).

### 3.2. Níquel

El níquel puede catalizar la telomerización, la diferencia con la catálisis del paladio es que los catalizadores de níquel dan lugar a más subproductos. Algunos catalizadores de níquel importantes que son activos en la telomerización del butadieno son  $[\text{NiCl}_2]$ , difos,  $\text{NaBH}_4$ ;  $[\text{Ni}(\text{acac})_2]$   $\text{PPh}(\text{OPri})_2$ ,  $\text{NaBH}_4$ ;  $[\text{NiCl}_2]$ ,  $\text{PR}_3$ ,  $\text{BuLi}$ ;  $[\text{NiBr}_2]$ ,  $\text{PR}_3$ ,  $\text{NaOPh}$ ;  $[\text{NiL}_4]$ ,  $[\text{NiCp}_2]$ ,  $\text{PR}_3$ ; etc. (Umile, 2015) en estudios recientes, se investigaron los catalizadores Ni/SO<sub>4</sub> en metanol, etanol y para el reformado de alquitrán, dando como resultado una mejora en el rendimiento del gas de síntesis, así como en el reformado de vapor de tolueno (SRT) como compuesto modelo de alquitrán de biomasa sobre Ni/zeolita, Ni-Fe/zeolita y Ni-Fe-Mg/zeolita en términos de supresión de la deposición de coque y mejora de la estabilidad (Ahmed et al, 2018).

Dadas sus aplicaciones prácticas, es esencial asegurar un buen rendimiento catalítico en un amplio rango de variables, como la velocidad espacial, la relación S/C y la temperatura. Sin embargo, sigue existiendo un problema con respecto al catalizador de nido de abeja de Ni desarrollado (Hirano, T. y Xu, Y., 2017). El trabajo presentado en (Huang et al, 2017), tenía como objetivo explorar catalizadores baratos basados en Ni para la despolimerización de lignina Kraft con ácido fórmico a temperaturas más bajas que otros catalizadores. Otro ejemplo es el desarrollo de pilas de combustible de urea que podría establecer una fuente de energía sostenible que es eficiente, silenciosa, respetuosa con el medio ambiente, además, puede aplicarse en campos sin conexión a la red; aunque el catalizador de Ni muestra

un buen rendimiento para la oxidación de la urea, en las pilas de combustible de urea, el rendimiento de la actividad es bajo a escala comercial (Abdelkareem et al, 2018).

En cuanto a las emisiones de GEI, los óxidos de nitrógeno (NOx) generados por los gases de escape de los motores a diésel y los combustibles fósiles del sector industrial, provocan una serie de graves problemas ambientales como la lluvia ácida o el esmog fotoquímico. Por lo tanto, se han desarrollado diferentes métodos para el control de los NO<sub>x</sub>, por medio del catalizador de óxido de Ni-Ce-Ti, que ha demostrado ser selectivo para el NH<sub>3</sub>-SCR de los NOx en un amplio rango de temperaturas (Abdelkareem et al, 2018).

### 3.3. Platino

Algunos catalizadores de metales nobles pueden presentar una elevada actividad catalítica a bajas temperaturas. Por ejemplo, el catalizador de Pt tiene un buen rendimiento en la hidroxigenación del palmitato de metilo, pero su elevado coste y la baja selectividad de los productos alcanos frenan su desarrollo (Chen et al, 2018). Para facilitar las reacciones en una pila de combustible y al mismo tiempo producir más energía eléctrica en una sola pila, es necesario un catalizador, el Pt se utiliza a menudo resultando vital en los catalizadores de varias pilas de combustible e insustituible para las pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM). Sin embargo, el Pt es relativamente caro, lo que aumenta el coste de producción de las pilas de combustible (Hanindriyo et al, 2017).

### 3.4. Paladio

Un estudio de un novedoso catalizador de nanofibra de carbono de Pd se descubrió que era activo en la reducción catalítica del bromato para la purificación del agua. Los resultados del ACV también muestran las vías de optimización de la fabricación de catalizadores basados en CNF/SMF; en comparación con la falta de oportunidades de optimización en el caso del catalizador basado en alúmina. Por lo tanto, podría adoptarse el concepto de catalizadores jerárquicos (Yaseneva et al, 2014).

### 3.5. Catálisis y cuestiones ambientales

La sociedad actual requiere que las nuevas

tecnologías deben tener un impacto mínimo en el ambiente, siendo estos "limpios" en dirección a evitar la generación de subproductos o residuos peligrosos. El desempeño de los catalizadores en la reducción de emisiones nocivas provenientes de pilas de combustibles de hidrógeno, procesos de hidrodesulfuración, generación de energía y tráfico automotor; por ello es importante la limpieza catalítica, ya que se promueve la reducción de la contaminación ambiental (Chorkendorff y Iemantsverdriet, 2003).

Recientemente ha habido mucho interés en el desarrollo de catalizadores con menor impacto ambiental, mediante la obtención de piensos y reactivos a partir de materiales de desecho o incluso de fuentes renovables. Además, la reutilización de los catalizadores para otras reacciones, así como el uso de catalizadores preparados a partir de escorias ricas en CaO, para fijar el CO<sub>2</sub> (Hill, J.M, 2017).

La comprensión de los flujos de materiales en su totalidad puede ayudar a cuantificar los potenciales puntos fuertes de la fuente, gestionar el recurso de forma más adecuada y utilizarlos de manera eficiente, por ejemplo, el uso de esta información basada en el ACV puede guiar a los desarrolladores de catalizadores metálicos en la elección de un metal con el menor impacto ambiental, al diseñar nuevos compuestos catalíticos metálicos. Varios estudios en el ámbito de la química verde y la catálisis sostenible califican las técnicas y los productos como "sostenibles" o "más ecológicos" sin tener en cuenta una herramienta como el ACV o similar. Por lo tanto, esas limitaciones hacen que la evaluación no sea lo suficientemente sólida. Se espera que estas herramientas se apliquen cada vez más en el diseño de catalizadores y procesos químicos para ayudar a evitar consecuencias no deseadas (Umile, 2015).

Una de las propuestas para la aplicación de los catalizadores en tecnologías limpias es en la gasificación, ya que sus propiedades son esenciales ayudando a mejorar la calidad del gas sintético y le confiere una mayor vida útil en cuanto a selectividad, estabilidad y actividad. Los catalizadores de metales alcalinos han demostrado ser más activos en el proceso de gasificación que los catalizadores de metales alcalino-térreos y de transición, debido a que poseen una alta difusividad y una mayor temperatura de descomposición; entre los más representativos

se encuentran el potasio (K) y el sodio (Na), ya que son utilizados en la eliminación del alquitrán y para mejorar la calidad del gas de salida. Entre los catalizadores alcalino-térreos se encuentran el magnesio (Mg) y el calcio (Ca), este último se utiliza para la captura de CO<sub>2</sub>, esto va a ayudar al aumento de las concentraciones de hidrógeno y monóxido de carbono (CO) en el gas sintético (Acevedo et al, 2019).

### 3.6. Propuesta de uso del ACV en el proceso de catálisis

#### 3.6.1. Describir todo el proceso

El ACV se considera uno de los mejores marcos para evaluar los posibles impactos ambientales, debe ser flexible con información actualizada de diferentes campos de la ciencia y permitir una aplicación constante del análisis; asimismo, sus resultados podrían utilizarse para la identificación de un campo específico en lugar de otro. Por lo tanto, el futuro enfoque de estudio de casos podría representar una metodología adecuada (Bobba et al, 2016). El estudio reportó el potencial de las cenizas de combustión generadas a partir del carbón, los neumáticos y los RSU tiene el potencial de ser reciclados como catalizadores a través del proceso de reformado de vapor pirolítico-catalítico, mostrando un rendimiento significativamente mayor en el gas total y H<sub>2</sub> (Al-Rahbi, 2019). Es bien sabido que los residuos de la industria petroquímica provocan cargas ambientales debido a su contenido peligroso como es el caso de los catalizadores gastados; sin embargo, existe una buena oportunidad en el reciclaje de algunos metales base como V, Ni, Co, Mo, representando una oportunidad económica en el aprovechamiento de estos residuos (Akcil et al, 2015).

Para la inmovilización de un catalizador se requieren ligandos bidentados permite la retención del metal en el soporte, además el uso de un ligando en exceso va a suprimir la lixiviación del metal. La mayoría de estos experimentos se lo realizan por lotes, por lo que no representan procesos continuos. Para la determinación de la lixiviación de los metales se requieren mediciones que sean entre 1 a 10 (partes por billón) ppb; debido a que en ciertos procesos se utilizan productos de alto valor, las pérdidas en ppm son económicamente aceptables, pero también se debe tomar en cuenta temas de salud, seguridad y ambiente. La selectividad de los catalizadores está

dominada por la coordinación del ligando, esta permanece idéntica al análogo homogéneo, si son utilizados ligando bidentados quelantes; al utilizar ligandos monodentados se corre el riesgo de obtener especies coordinadas de monofosfinas, debido a que el aislamiento del sitio de los ligandos puede prevenir la biscoordinación (Cole-Hamilton y Tooze, 2006).

#### 3.6.2. Evaluar los elementos del proceso que podrían ser sustituidos

Numerosos trabajos confirman que la conversión de productos de desecho a gran escala en catalizadores solo consume una pequeña fracción de los residuos. Sin embargo, el proceso requiere que el catalizador pueda ser más económico y con menos cargas ambientales cuando se utilizan los residuos. Por ejemplo, si se evitan las cargas asociadas a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se sugiere una evaluación económica también. El estudio (Mathers y Meier, 2011) indicó que se pueden lograr reducciones significativas de las emisiones de GEI en un 93% y ahorros de energía en un 96%, respectivamente, en la producción de catalizadores basados en bicarbonato en comparación con los catalizadores convencionales de níquel basados en alúmina.

Paralelamente al creciente interés por la producción de nuevos elementos, se ha desarrollado una amplia investigación sobre las posibles implicaciones medioambientales y sanitarias de su producción y uso; la incertidumbre existente está asociada a los posibles efectos toxicológicos que deben evaluarse para desarrollar políticas de eliminación específicas (Feijoo et al, 2017).

En el estudio "evaluación del ciclo de vida de dos catalizadores utilizados en el proceso de limpieza del gas de síntesis del biocombustible y análisis de la variabilidad en la gasificación" se introdujo el ACV para analizar el rendimiento de la sostenibilidad de la producción de un catalizador metálico frente a un catalizador de bicarbonato delicado. Entre los resultados, se encontró que la producción de bicarbonato tiene una reducción significativa de las emisiones de GEI y de energía que el catalizador metálico, pero la producción de bicarbonato tiene más impactos potenciales en la calidad del ecosistema, en términos generales, presentó menos impactos negativos en la salud humana que la producción del catalizador de fabricación (Jin, 2012).

Los procesos de síntesis de catalizadores dan lugar a la formación de residuos que comprenden principalmente gases de escape, residuos líquidos y una cantidad menor de residuos sólidos. El impacto medioambiental depende en gran medida del proceso de síntesis y de los materiales de partida (Agarski, et al, 2017). Es bastante complicado desglosar los datos para entender completamente los modelos de AVC y, sobre todo, utilizar sus resultados para mejorar los análisis o para gestionar otros nuevos (Bobba et al, 2016).

Los microorganismos presentes en el suelo también actúan en un sin número de reacciones redox siendo estos sus catalizadores, estos utilizan compuestos químicos como aceptores o donadores de electrones incrementando así la velocidad de las reacciones. Dentro de esta categoría se encuentran las bacterias heterótrofas aeróbicas, mismas que son capaces de metabolizar carbono orgánico disponible a través del uso de aceptores de electrones ya sean de nitrógeno inorgánico ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), óxidos de hierro y magnesio; así también compuestos como  $\text{As}_4^{3-}$  y de  $\text{Se}_4^{3-}$  (Domènech y Peral, 2012).

La ciencia y la ingeniería han creado catalizadores de sílice-alúmina, paredes de sólidos mesoporosos, catalizadores de oxidación multicomponente, entre otros y en un futuro se plantea el uso de catalizadores en el desarrollo de reacciones ultrarrápidas para la generación de energía por combustión catalítica y la producción de moléculas útiles, para ello se necesita que la textura del catalizador sea adaptable a la nueva población de radicales reactivos. Además, se plantea el desarrollo de catalizadores híbridos para mejorar la selectividad de los mismos, además el diseño de catalizadores heteropoliácidos que permiten el aprovechamiento al máximo de su capacidad en reacciones difíciles. Uno de los obstáculos con el desarrollo de los nuevos catalizadores más eficientes son las nuevas formulaciones químicas y texturas que estén adaptados a las técnicas correspondientes; asimismo, las demandas de los nuevos tipos de reactores han permitido desarrollar reactores de flujo inverso y ultrarrápidos, microrreactores y reactores utilizados para fotocatalisis (Regalbutto, 2007).

Hernández C. y Díaz M. 2018, mencionan que el ACV proporciona una oportunidad de mejora en la producción de biodiésel obtenido de aceites vegetales residuales, al cambiar el catalizador homogéneo por

uno heterogéneo basado en zeolita natural, por lo que fue necesaria una evaluación de los impactos ambientales producidos en las diferentes etapas del proceso de producción y además se evaluaron las reacciones de transesterificación tanto en catalizador homogéneo como heterogéneo; obteniéndose como resultado que el catalizador heterogéneo es más selectivo que el catalizador homogéneo, ya que facilita la separación de productos, subproductos, reduce el uso de insumos y la generación de residuos es mínima; así mismo, este tipo de catalizador genera entre un 65% y 95% menos emisiones de contaminantes que un catalizador homogéneo; por lo que tienen un alto potencial de reducción de daños en la capa de ozono, lo cual es causado por el uso de agua destilada (Hernández y Díaz, 2018).

Otro estudio realizado por L.M. Petkovic, D.M. Ginosar, K.C. Burch. 2005, mencionan el uso de fluidos supercríticos como una tecnología de recuperación de catalizadores emergente, que ha sido utilizada en la industria de la refinería y en procesos de alquilación con el uso del fluido supercrítico isobutano para la remoción de hidrocarburos presente en catalizadores desactivados en los que se utilizan principalmente catalizadores de zeolita como mordenita, zeolita y zeolita beta; de los cuales se ha recuperado hasta el 100% de su actividad inicial (Petkovic et al, 2005). Además, este proceso de recuperación puede ser utilizado múltiples veces (Thompson et al, 2005).

### 3.6.2.1. Reciclaje de catalizador con líquidos iónicos

El cambio de los procesos catalíticos homogéneos existentes a la nueva tecnología de líquidos iónicos, permite en algunos casos un mayor rendimiento de los procesos, con una velocidad de reacción mejorada y selectiva; debido a que la recuperación del catalizador es más eficiente y le confiere una mejor compatibilidad ambiental. Una de las limitantes es el costo de los líquidos iónicos para el reciclaje de catalizadores, su competencia con los productos químicos y los actuales catalizadores; además no existen estudios en los que se ha determinado si cabe la posibilidad del reciclaje de estas sustancias y si su vida útil resulta lo suficientemente larga. Las investigaciones realizadas en cuanto a líquidos iónicos se centran en: a) diseños de nuevos ligandos iónicos para la excelente inmovilización de

catalizadores y alta regioselectividad, b) la aplicación exitosa de líquidos iónicos baratos libres de alógenos en procesos de hidroformilación bifásica catalizada por rodio, c) el desarrollo de conceptos inusuales de reacciones multifásicas para hidroformilación, como catálisis en catalizadores SILP y CO<sub>2</sub> líquido / supercrítico iónico. Los líquidos iónicos son una alternativa para la inmovilización de catalizadores homogéneos tanto en procesos de catálisis bifásica líquido-líquido como en catálisis líquida-iónica soportada (SILP); ya que estos al ser no volátiles con un poder de solubilización sintonizable, amplios rangos de líquido, propiedades de coordinación / acidez, pueden ser un disolvente “inocente”, precursor de ligandos, cocatalizador o catalizador; esto va a depender de la combinación específica catión/anión y de la reacción a ser investigada (Cole-Hamilton y Tooze, 2006).

### 3.6.2.2. Nanopartículas soportadas para catálisis homogénea y heterogénea

El uso de nanopartículas soportadas en procesos de catálisis permite la obtención de compuestos químicos y combustibles obtenidos a partir de biomasa con alto valor añadido. Estos son derivados de biopolímeros, así como también de materias renovables, óxidos metálicos (Fe y Cu) que se encuentran soportados sobre materiales porosos y nanopartículas metálicas; además otros catalizadores pueden prepararse controlando sus propiedades singulares como son: tamaño, forma, distribución de nanopartículas, grupos funcionales, entre otros. Este tipo de catalizadores suelen ser mucho más eficientes a nivel industrial y sostenibles con el ambiente. La demanda de energía en el sector del transporte hace que los biocombustibles puedan constituir una parte fundamental en nuestra sociedad; a los cuales se les ha denominado combustibles de segunda generación, ya que estos no compiten con el sector alimentario, disminuyen sus emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases nocivos para la salud y el ambiente; debido a que estos se producen a partir de biomasa y residuos “biorefinería” (Luque, 2010).

La importancia de los nanomateriales yace en la maximización del área específica del catalizador, pero a su vez estos necesitan estar soportados por una partícula de óxido de forma que no se pongan en contacto unos con otros; debido a la inestabilidad

causada por el estado del metal, a los cuales se les denominan catalizadores metálicos soportados, estos pueden ser metálicos o cerámicos con la finalidad de incrementar su superficie específica (Castells, 2012). Muchos de estos catalizadores pueden actuar cuando se disuelven en una fase líquida como son protones, iones hidroxilo, sales o complejos orgánicos metálicos (Zanella, 2014).

Otra de la importancia de las nanopartículas es en el uso de catalizadores de oro manométrico soportado son partículas que poseen un tamaño menor a 5 nm, el mismo es depositado sobre un catalizador óxido metálico suficientemente activo, utilizados en procesos oxidación de CO y en la descontaminación del aire para la reducción de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, descomposición de ozono y en procesos de oxidación completa de hidrocarburos. Para mejorar su actividad catalítica se diseñan estructuras en forma de soportes que mejoran el anclaje de las partículas de oro haciendo que estas se estabilicen mejorando así la actividad catalítica de los catalizadores dopados con Cobalto; además otro de los factores que influyen en el mejoramiento de la actividad catalítica es el tratamiento térmico de los mismos, a temperaturas cercanas a los 300°C a 1 atm de presión (Reza y Zanella., 2011).

### 3.6.2.3. Tratamiento y disposición final de los catalizadores

La actividad catalítica de los catalizadores se debe a la presencia de un área superficial elevada y centros metálicos activos, los mismos van decreciendo con el paso del tiempo debido a la disminución del área superficial y a las elevadas temperaturas a las que trabaja; provocando la aparición de coque o la disminución en la dispersión de los metales nobles presentes en este, debido a fenómenos de sinterización. La desactivación catalítica se refiere a la pérdida de la actividad catalítica de los catalizadores estas pueden ocurrir por procesos mecánicos, térmicos y químicos, haciendo que estos catalizadores no cumplan con las emisiones de contaminantes requeridas por la legislación, haciendo que estos necesiten un tratamiento y disposición final (Asencio et al, 2008).

Generalmente los catalizadores son retirados de los automotores como fuente de metales nobles (platino, paladio, rodio, entre otros), este tipo

de gestión ocasiona la generación de residuos líquidos y sólidos, ya que son sometidos a procesos hidrometalúrgicos altamente abrasivos y corrosivos para la recuperación de estos metales (Christou et al, 2007). Por lo que se ha propuesto una técnica de regeneración verdadera de estos, evitando tratar los catalizadores como un residuo peligroso y disminuir el coste de inversión en catalizadores nuevos. Entre las técnicas de recuperación se encuentran las térmicas que se basan en provocar la redispersión del metal presente en el catalizador, generándose así en la primera etapa óxidos metálicos que al ser reducidos darán lugar a la formación del clústers metálicos en la superficie de los catalizadores; en esta técnica se emplean gases como: hidrógeno (poco eficiente), aire (elevada eficiencia para altas cargas metálicas) o mezclas de oxígeno-cloro (requiere un tratamiento final para la eliminación de trazas de cloro y la estabilización del catalizador) (Lee T.J., y Kim Y.G., 1984). La técnica de regeneración química se fundamenta en la recuperación catalítica a través del uso de compuestos desactivantes como ácidos orgánicos débiles como el acético, oxálico y cítrico, debido a que estos no van a destruir el sustrato del catalizador (para la remoción de P, Fe, Zn, Cr, Pb, Ni y Cu) y AEDT (para la remoción de Pb, Ca, Zn, Fe, Cu y Ni) (Christou et al, 2007), pero al utilizar este último se necesita un tratamiento de descontaminación

del efluente (complejo AEDT-metal) lo que infiere negativamente al coste económico del proceso y un impacto ambiental severo (Asencio et al, 2008).

Un catalizador gastado debe ser reemplazado para mantener bajo el contenido de metales durante su alimentación, como medida de prevención en la fuente y que el riesgo de generación de impactos ambientales sea mínimo; los análisis de lixiviados EPA 1311 permite la determinación de los catalizadores como un residuo peligroso o no para su gestión y disposición final. Aquellos catalizadores que se encuentren por debajo de los límites permisibles de la normativa antes mencionada, son utilizados como fuentes de materias primas en cementeras para su aprovechamiento y valorización (Suárez et al, 2017).

Los catalizadores al poseer un soporte metálicos pueden ser utilizados para el reciclaje de metales y aquellos que son de soportes cerámicos tienen mayores inconvenientes, que, al no contener gran cantidad del metal catalizador, estos se envían a un horno Clínquer para la extracción del metal; y si esto no es factible, se envía como material para la construcción. Uno de los problemas de la valorización de los catalizadores es la especificidad de estos y los metales que los componen, lo que va a hacer que sus posibilidades de reciclaje aumenten, se muestran las siguientes alternativas de aprovechamiento en la Tabla 1 (Castells, 2012).

**Tabla 1.** Estrategias de valorización y reutilización de catalizadores agotados.

Tipo de catalizador agotado	Estrategia de gestión ambiental		
	Recuperación de metales	Materia Prima en cementeras	Nutrientes de fósforo
Polimerización	-	-	√
Craqueo catalítico (FCC)	√	√	-
Reformado catalítico	√	-	-
Hidrocracking	√	-	-
Hidrotratamiento	√	√	-
Óxido de plomo	√	-	-
Alúmina activa en alquilación	-	√	-
Alúmina activa del proceso Clauss			
Cloruro de cobre	√	-	-
Conversión en cloruros	-	√	-
Reformado de vapor	√	-	-
Unidad de desulfuración (HDS)	√	-	-

Fuente: (Castells, 2012) y (Suárez et al, 2017)

La biocatálisis es una alternativa ambientalmente amigable que se basa en el uso de enzima para la realización de procesos catalíticos; estos procesos utilizan precursores los cuales van a alimentar el biocatalizador, el mismo será transformado a un producto deseado a partir de un limitado número de etapas. Las fuentes de carbono y energía utilizadas en la biocatálisis deben ser fácilmente metabolizables como el azúcar, metano y aceite de soja (Castells, 2012). Siendo la biocatálisis una alternativa viable para la detección, cuantificación y transformación

de contaminantes emergentes a través del uso de enzimas oxidativas como las peroxidasas y lacasas; generando productos con mínima o nula toxicidad, además de una transformación rápida de los compuestos y altas conversiones. A continuación, se muestra en la Figura 2. el avance de las reacciones con y sin enzimas catalizadoras; se observa que en una reacción catalizada utiliza la misma cantidad de sustratos y generan igual cantidad de productos que una reacción no catalizada; utilizando una menor energía de activación. (Torres y Mendez, 2014)

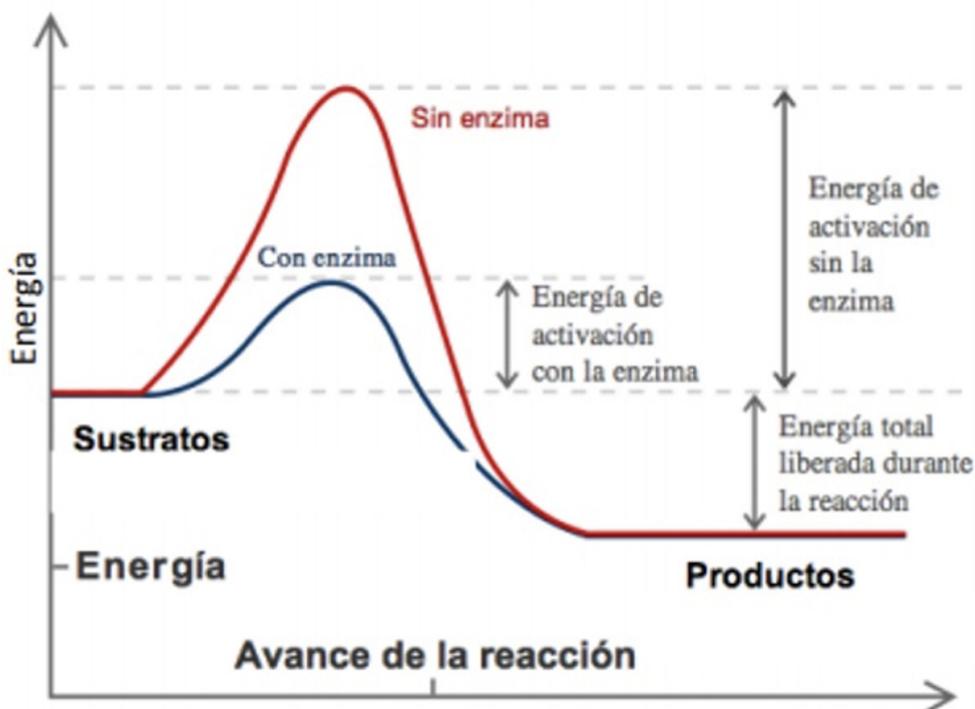


Figura 2. Esquema del cambio en la energía de activación de una reacción catalizada por enzimas comparada con una no catalizada.

Fuente: (Torres y Mendez, 2014)

#### IV. CONCLUSIÓN

Se presentaron una amplia gama de alternativas para reducir los contaminantes atmosféricos nocivos tales como: óxido de azufre y de nitrógeno, pilas de combustible de hidrocarburos y bio-semihíbridos. En un futuro cercano, se pueden utilizar los catalizadores necesarios para apoyar la sostenibilidad en otros sectores como la agricultura, conservación de los bosques, así como la nitrificación y la purificación de hidrocarburos, y la purificación del agua.

Los catalizadores de residuos son necesarios para evaluar los beneficios reales y potenciales del uso de diferentes materiales, de igual manera para diseñar

nuevos catalizadores con mejores componentes. Los catalizadores a base de níquel demuestran un excelente rendimiento en biorremediación de contaminantes emergentes. Son reutilizables, los catalizadores gastados pueden tener un segundo periodo de vida útil, durante el cual los materiales pueden ser expuestos a diversos tratamientos de superficie, y además existe un coste adicional significativo, no hay suficiente literatura a nivel comercial para guiar el proceso. Por lo tanto, un enfoque diferente de maximizar el uso de estos catalizadores es su recuperación, siempre y cuando no se creen materiales peligrosos en el proceso y la

eliminación final sea correcta. Los estudios realizados en los últimos años han tenido una importancia limitada, lo que hace necesario el desarrollo de más investigación en este sector.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, B., N.A. Abd Ghani y D.-V.N. Vo (2017). Recent advances in dry reforming of methane over Ni-based catalysts, *Journal of Cleaner Production*, 162, 170-185. doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.176

Abdelkareem, M.A., et al., (2018). Ni-Cd carbon nanofibers as an effective catalyst for urea fuel cell, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 332-337. doi.org/10.1016/j.jece.2017.12.007

Acevedo J., Arenas E., Zapata Z. y Posso F., (2019). La importancia de los catalizadores en la gasificación de biomasa: Una revisión de la literatura, *Desarrollo e innovación en ingeniería*, 4, 153-171. doi:10.5281/zenodo.3787679.

Agarski, B., et al., (2017). Comparative life cycle assessment of Ni-based catalyst synthesis processes. *Journal of Cleaner Production*, (pp.7-15). doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.012

Ahmed, T., et al., (2018). Investigation of Ni/Fe/Mg zeolite-supported catalysts in steam reforming of tar using simulated-toluene as model compound, *Fuel*, 211, 566-571. doi.org/10.1016/j.fuel.2017.09.051

Akcil, A. et al. (2015) "A review of metal recovery from spent petroleum catalysts and ash", *Waste Management*, 45, pp. 420-433. doi: 10.1016/j.wasman.2015.07.007.

Al-Rahbi, A. S. y Williams, P. T. (2019) "Waste ashes as catalysts for the pyrolysis-catalytic steam reforming of biomass for hydrogen-rich gas production", *Journal of Material Cycles and Waste Management. Springer Japan*, 21(5), pp. 1224-1231. doi: 10.1007/s10163-019-00876-8.

Asencio I., Rincón J., Camarillo R. y Martín A., (2008). RECICLADO DE CATALIZADORES DE AUTOMÓVILES ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS

ACTUALES Y PROPUESTAS DE FUTURO, *Red Iberoamericana en gestión y aprovechamiento de residuos*. Recuperado de: <http://www.redisa.net/doc/artSim2008/tratamiento/A3.pdf>

Bobba, S., et al. (2016), LCA of tungsten disulphide (WS<sub>2</sub>) nano-particles synthesis: state of art and from-cradle-to-gate LCA, *Journal of Cleaner Production*, (Supplement C), 1478-1484. doi:10.1016/j.jclepro.2016.07.091

Brown A., (2005). Consideraciones sobre el estudio de catálisis homogénea y heterogénea, *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 39(1), 10-14. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120659002.pdf>

Castells, X. (2012). *Reciclaje de residuos industriales "Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradoras"* (Segunda ed.). Madrid, España: Diaz de Santos. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books/about/Reciclaje\\_de\\_residuos\\_industriales.html?id=8yWSZEbQSXgC&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Hidrotratamiento&f=false](https://books.google.com.ec/books/about/Reciclaje_de_residuos_industriales.html?id=8yWSZEbQSXgC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q=Hidrotratamiento&f=false)

Chen, S., et al, (2018). Study of catalytic hydrodeoxygenation performance of Ni catalysts: Efectos del método preparado, *Renewable Energy*, 115, 1109- 1117. doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.028

Chorkendorff I. y Iemantsverdriet J., (2003), *Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Weinheim, Alemania, WILEY- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, (pp: 377).

Christou S.Y., Birgersson H., Efstathiou A.M., (2007). Reactivation of severely aged commercial three-way catalysts by washing with weak EDTA and oxalic acid solutions. *Applied Catalysis B: Environmental*, 71 (3-4), 185-198. Doi: 10.1016/j.apcatb.2006.09.008

Cole-Hamilton D. J. y Tooze R. P., (2006) *Catalysis by Metal Complexes Volume 30, de CATALYST SEPARATION, RECOVERY AND RECYCLING Chemistry and Process Design*,

Dordrecht, Holanda, Springer, (pp: 206-209).

Damyanova, S., et al, (2018). Structure and surface properties of ceria-modified Ni- based catalysts for hydrogen production, *Applied Catalysis B: Ambiental*, 225, 340-353. doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.12.002

Domènech X. y Peral J., (2012), *Química Ambiental de sistemas terrestres, CAPÍTULO 4 Comportamiento y destino de los contaminantes en los sistemas terrestres, Barcelona, España, Reverté. S.A., (pp: 152)*. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=S4bjFOEXRzMC&pg=PA180&dq=X.+Dom%C3%A8nech+y+J.+Peral+Comportamiento+y+destino+de+los+contaminantes+en+los+sistemas+terrestres&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjnx8LF4K7wAhXDc98KHXJtBXoQ6AEwAHoECAAQAg#v=onepage&q=X.%20Dom%C3%A8nech%20y%20J.%20Peral%20Comportamiento%20y%20destino%20de%20los%20contaminantes%20en%20los%20sistemas%20terrestres&f=false>

Feijoo, S., et al, (2017). Comparative life cycle assessment of different synthesis routes of magnetic nanoparticles, *Journal of Cleaner Production*, 143, 528-538. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.079

Hanindriyo, A.T., et al., (2017). Computational Design of Ni-Zn Based Catalyst for Direct Hydrazine Fuel Cell Catalyst Using Density Functional Theory, *Procedia Engineering*, 170, 148-153. doi.org/10.1016/j.jece.2017.12.007

Hernández C. (2018), Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8090/2/ARTÍCULO.pdf>

Hernández S. y Diaz M. d. L., (2018). EVALUACIÓN DE UN PROCESO INDUSTRIAL DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL MEDIANTE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA, *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34 (3), 453-465. doi: 10.20937/rica.2018.34.03.08

Hill, J.M., Sustainable and/or waste sources for catalysts: porous carbon development and

gasification. *Catalysis Today*, 2017. 285: p. 204-210

Hirano, T. y Xu, Y., (2017). Catalytic properties of a pure Ni coil catalyst for methane steam reforming, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(52), 30621-30629. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.135

Huang, S., et al., (2017). Reductive depolymerization of kraft lignin with formic acid at low temperatures using inexpensive supported Ni-based catalysts, *Fuel*, 209, 579-586. doi.org/10.1016/j.fuel.2017.08.031

Jin, E. (2012), LIFE CYCLE ASSESSMENT OF TWO CATALYSTS USED IN THE BIOFUEL SYNGAS CLEANING PROCESS AND ANALYSIS OF VARIABILITY IN GASIFICATION, Oklahoma, United State. Recuperado de: [https://shareok.org/bitstream/handle/11244/14910/Jin\\_okstate\\_0664M\\_13506.pdf?sequence=1](https://shareok.org/bitstream/handle/11244/14910/Jin_okstate_0664M_13506.pdf?sequence=1)

Lee T.J., y Kim Y.G., (1984). Redispersion of Supported Platinum Catalysts. *J. Catal.* 90 (2), 279-291. doi: 10.1016/0021-9517(84)90256-2

Luque R., (2010). Catalizadores de diseño para la producción de compuestos químicos, *Dialnet*, 106(4), 296-303. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3347192>

Mathers, R.T. y Meier, M.A.R., (2011). *Green Polymerization Methods: Renewable Starting Materials, Catalysis and Waste Reduction*, Wiley. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.10.135

Mu, D., et al, (2010). Comparative life cycle assessment of lignocellulosic ethanol production: biochemical versus thermochemical conversion, *Environ Manage.* 46(4): p. 565-578. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00267-010-9494-2>

Peng, P., et al., (2017), Ru-based multifunctional mesoporous catalyst for low-pressure and non-thermal plasma synthesis of ammonia, *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(30), 19056-19066. doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.06.118

- Petkovic L.M., Ginosar D.M., Burch K.C., (2005). Supercritical Fluid Removal of Hydrocarbons Adsorbed on Wide-Pore Zeolite Catalysts. *J. Catal.* 234 (2), 328- 339. doi: 10.1016/j.jcat.2005.06.027
- Regalbuto J., (2007), *CATALYST PREPARATION Science and Engineering*, Boca Raton, Estados Unidos, CRC PressTaylor & Francis Group, (pp: 449-451).
- Reza, O. A., y Zanella., R. (2011). "Síntesis, caracterización y pruebas de actividad de catalizadores compuestos de nanopartículas de oro soportadas en TiO<sub>2</sub> dopado con Itrio y Cobalto". Obtenido de NanoMe'11 es el IV Encuentro Internacional e Interdisciplinario en Nanociencia y Nanotecnología organizado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Recuperado de: <https://www.ceiich.unam.mx/nanomex2011/MemoriasNanomex/obt%20y%20caract%20PDF/56-OR.pdf>
- Suárez, D., Coral, K., y Gallegos, W. (2017). estrategias de gestión ambiental para el manejo y disposición final del catalizador gastado de la unidad de craqueo catalítico fluidizado (FCC) generado en una refinería estatal de Ecuador. *Revista de la Universidad Internacional del Ecuador, INNOVA Research Journal*, 28-44.
- Thompson D.N., Ginosar D.M., Burch K.C., (2005). Regeneration of a Deactivated USY Alkylation Catalyst Using Supercritical Isobutane. *Applied Catalysis A: General*, 279(1-2), 109-116. doi: 10.1016/j.apcata.2004.10.018
- Torres, E. y. Méndez A. (2014). Biocatálisis Ambiental: Detección, cuantificación y tratamiento de. BUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. Recuperado de: <https://icup.buap.mx/sites/default/files/revista/2014/01/biocatalisis.pdf>
- Umile, T.P., (2015), *Catalysis for Sustainability: Goals, Challenges, and Impacts. 8 Life Cycle Thinking Informs Catalysis Choice and Green Chemistry*. CRC Press. Recuperado de: [https://scholar.google.com/ec/scholar?q=Catalysis+for+Sustainability:+Goals,+Challenges,+and+Impacts.+8+Life+Cycle+Thinking+Informs+Catalysis+Choice+and+Green&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com/ec/scholar?q=Catalysis+for+Sustainability:+Goals,+Challenges,+and+Impacts.+8+Life+Cycle+Thinking+Informs+Catalysis+Choice+and+Green&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)
- Yaseneva, P., et al., Efficient reduction of bromates using carbon nanofibre supported catalysts: Estudio experimental y de evaluación comparativa del ciclo de vida. *Chemical Engineering Journal*, 2014. 248: p. 230-241. doi:10.1016/j.cej.2014.03.034
- Zanella R., (2014). Aplicación de los nanomateriales en catálisis\*, *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, 7 (12), 66-82. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/57163>

## Comparación de los niveles de cadmio en hojas, testa y almendra en cultivares de *Theobroma cacao L*

Salomon Barrezueta-Unda<sup>1\*</sup>; Ivana Alexandra Armijos Galarza<sup>2</sup>;  
Erick Adrián Vega Mora<sup>3</sup>

### Resumen

La concentración elevada de cadmio (Cd) en los granos de cacao por encima del nivel máximo permitido (0.5 mg/kg) ha ocasionado preocupaciones a los productores del cacao ecuatoriano que exportan a los mercados internacionales. En este marco, el objetivo del trabajo fue: determinar los niveles de cadmio presente en hojas, testa y almendra de cacao en los genotipos Nacional y CCN51. Las parcelas seleccionadas están ubicadas en Río Bonito provincia de El Oro y Shumiral de la provincia de Azuay, región litoral sur de Ecuador. En este trabajo se tomaron muestras de suelo para determinar sus propiedades químicas y de de las hojas, testa y almendra de árboles de cacao seleccionados al azar de las tres fincas que se identificaron como F1, F2 y F3. El análisis para la determinación de Cd se realizó mediante una digestión ácida de los tejidos vegetales, y mediante absorción atómica se determinó los contenidos de Cd por triplicado. El análisis estadístico se realizó mediante análisis descriptivos. En general los suelos fueron ácidos a moderadamente ácidos, en las tres fincas. Los valores de Cd variaron entre 0.36 mg/kg (F3) a 2.59 mg/Kg (F2) en hojas, 1.15 mg/kg a 2.36 mg/kg en testa y 1.15 mg/kg a 1.93 mg/kg en almendra. Los niveles obtenidos guardan relación con otros resultados obtenidos por diferentes métodos de extracción de Cd, siendo el principal factor que pudo incidir en los valores sería: pH del suelo ácido y nivel de medio de P presumiblemente adicionado en la fertilización en la finca dos.

**Palabras clave:** cacao, bioadsorción de metales, metal pesado, nivel máximo permitido

## Comparison of cadmium levels in leaves, shell and almond of *Theobroma cacao L*

### Abstract

The elevated concentration of cadmium (Cd) in cocoa beans above the maximum allowed level (0.5 mg/kg) has caused concern among Ecuadorian cocoa producers exporting to international markets. In this context, the aim of the study was to determine the levels of cadmium present in the leaves, shell and almond of cocoa beans of the genotypes Nacional and CCN51. The selected plots are located in Río Bonito, province of El Oro and Shumiral, province of Azuay, southern coastal region of Ecuador. In this work, soil samples were taken to determine their chemical properties and from the leaves, shell and almond of cocoa trees selected at random from the three farms identified as F1, F2 and F3. The analysis for the determination of Cd was carried out by acid digestion of plant tissues, and Cd contents were determined in triplicate by atomic absorption. Statistical analysis was performed by descriptive analysis. In general, the soils were acidic to moderately acidic on all three farms. Cd values ranged from 0.36 mg/kg (F3) to 2.59 mg/kg (F2) in leaves, 1.15 mg/kg to 2.36 mg/kg in shell and 1.15 mg/kg to 1.93 mg/kg in almond. The levels obtained are related to other results obtained by different methods of Cd extraction, being the main factor that could influence the values: acid soil pH and the level of P medium presumably added in the fertilization in farm two.

**Keywords:** cocoa, bioadsorption of metals, heavy metal, maximum permissible level

**Recibido:** 25 de abril de 2021

**Aceptado:** 10 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala-Ecuador. <https://0000-0003-4147-9284>

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala-Ecuador. <https://0000-0002-7319-6038>

<sup>3</sup> Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Machala-Ecuador. <https://0000-0002-2400-7720>

\*Autor para la correspondencia: [sabarrezueta@utmachala.edu.ec](mailto:sabarrezueta@utmachala.edu.ec)

## I. INTRODUCCIÓN

El cadmio (Cd<sup>2+</sup>), es un metal pesado presente en el suelo, por causas naturales como las erupciones volcánicas o por el material parental de partida; pero también, por acción antropogénicas como los residuos de pesticidas vertidos en el suelo para controlar plagas (Argüello *et al.*, 2019; Ramtahal *et al.*, 2019). Estudios realizados desde el 2015, han demostrado que los metales pesados se pueden acumular en diversas partes de plantas leñosas como el árbol de cacao (Fiorella Barraza *et al.*, 2019; Chavez *et al.*, 2016). Esto constituye un riesgos potenciales para la salud en altas cantidades.

En este marco, el 16 de septiembre de 2013, la Unión Europea notificó al Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC) la enmienda al reglamento Europeo No. 1881/2006, donde establecen niveles máximos de metales pesados como el Cd para el cacao en sus productos derivados como chocolate y el licor menor a 0.6 mg/kg; reglamento que entró en vigencia el 1 de enero del 2019 (Meter *et al.*, 2019). Por este motivo, las exportaciones del cacao hacia los mercados europeos, en especial de los países latinoamericano se ven amenazados por indicios de Cd en niveles mayores a los permitidos por la normativas de la Comunidad Europea (Llatance *et al.*, 2018).

Por otro lado, el Ecuador es el primer productor mundial de cacao fino y de aroma, su principal mercado desde la década de los 90 son los Estados Unidos y los países de la Comunidad Europea como: Francia, Alemania, Bélgica y España. En conjunto estos países representaron el 87% del total exportado para el año 2019 (Fiorella Barraza *et al.*, 2019). En este contexto, estudios realizados por diversos autores (Argüello *et al.*, 2019; F. Barraza *et al.*, 2017; Chavez *et al.*, 2016), han demostrado que los suelos con uso agrícola en especial en zonas de montaña posee niveles de Cd que superan los 0.5

mg/kg, mientras que (Mite *et al.*, 2010) encontró un promedio que fluctúa entre 0.2-1.1 mg/kg

Diversas investigaciones alertan de diversos niveles de Cd en varios órganos y tejido de del árbol de cacao (F. Barraza *et al.*, 2017; Chavez *et al.*, 2016; Mounicou *et al.*, 2003). En Ecuador se reporta, a través de estudios, un nivel crítico en la almendra de cacao seco y fermentado de 1 mg/kg (Mite *et al.*, 2010), superior al límite permitido en alimentos por el Codex Alimentarius y la Comunidad Europea (Maddela *et al.*, 2020). Aunque los resultados de (Araujo *et al.*, 2020) en la provincia de Manabí (Ecuador) los valores máximo de Cd variaron de 0.15 a 0.55 mg/kg, mientras que (Mounicou *et al.*, 2003) en la provincia El Oro (Ecuador) determinaron niveles muy por debajo del límite permitido en almendras secas (0.0071), y en polvo de cacao (0.0082 mg/kg); resultados apto para el mercado europeo, pero realizados con menor número de repeticiones, y por eso el contraste con los otros resultados previos. Siendo necesario delimitar qué genotipo y en qué condiciones de manejo de los cultivares se deben de realizar las determinaciones de Cd.

Con lo expuesto el objetivo general de la investigación fue: determinar los niveles de cadmio presente en hojas y almendra de cacao en los genotipos Nacional y de la Colección Castro Naranjal árbol 51 (CCN51), ubicados en la parroquia Río Bonito provincia de El Oro y en el sitio Shumiral de la provincia de Azuay.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de los cultivares de cacao

El estudio se realizó en cuatro fincas cacaoteras (Tabla 1) entre junio a diciembre de 2019. El clima en la zona es tropical, temperatura media anual de 25.5 °C, precipitación promedio de 838 mm/añal. La clase textural franco-arcillosa predominante en los primero 30 cm, producto de una formación aluvial (Salomon Barrezueta-Unda y Paz-González, 2017).

Tabla 1. Ubicación de las fincas en estudio

Identificación finca	Provincia	Ubicación geográficas	Tipos de cacao	Años de manejo agrícola
F1	Azuay (Shumiral)	2° 58' 41" S; 79° 43' 28.8"	El Nacional	20
F2	El Oro (Río Zapotal)	3°08'46" S; 79°46'46"	CCN51	8
F3	El Oro (Paraiso)	3°09'55" S; 79°45'46" O	El Nacional	30

### Recolección, secado y almacenamiento de muestras

Se tomaron 30 submuestras de manera aleatoria por toda el área de las fincas a los primeros 30 cm utilizando un patrón de muestreo (zig- zag) para obtener una sola muestra representativa de 2 kg por cada finca, las cuales fueron divididas en dos para realizar diversos análisis. Un 1 kg fue por finca fue etiquetada, secas y trituradas para realizar los análisis de: Materia Orgánica por el método de Dicromato de potasio, conductividad eléctrica y pH en pasta de saturación con agua relación 1:2.5 y lectura en un

potenciómetro (Hanna, serie HI 4521, Rumania), determinaciones realizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Machala. El otro 1 kg de suelo se envió al laboratorio del INIAP para la determinación de nitrógeno en su forma amoniacal (NH<sub>4</sub>), potasio (K), fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca) y Magnesio (Mg).

En cada finca se tomaron al azar tres árboles de cacao para recolectar dos mazorcas completamente maduras que se partieron para extraer las almendras, y con cuidado se extrajo la testa (tejido que recubre la almendra). Luego se procedió al secado al aire por varios días de las almendras y la testa (Foto 1).



Foto 1. Tejido vegetal de cacao a los que se determinó niveles de cadmio. A) hojas, B) testa, C) almendra sin testa

La selección de las hojas se realizó en los árboles donde se tomó las mazorcas. La cantidad varió entre 15 a 20 hojas de la sección mediana del árbol, considerando las hojas 3, 4, 5 de cada rama. Las hojas recolectadas se lavaron con agua desionizada por triplicado.

Los materiales vegetales, se procedieron a triturar con un mortero de madera de forma individual los tejidos de hojas, testas y almendras, para su posterior tamizada con malla de 2 mm, etiquetadas

y almacenadas en fundas herméticas; se obtuvieron 9 muestras por finca, considerando en los análisis de laboratorio realizar tres repeticiones por cada una, dando un total de 27 submuestras de estudio por finca.

### Análisis de tejidos vegetales

Para el análisis de cadmio en laboratorio, se realiza una digestión ácida de la hoja, mazorca y testa siguiendo la metodología de Chavez *et al.*, (2016).

Previo a la digestión se pesó 0.4 g de cada una de las muestras y se colocaron en probetas de 100 ml de capacidad, luego se agregó 8 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) y se le adiciono una pastilla antiespumante de sulfato de sodio (0.97 g) + silicona (0.03g) marca Velp Scientific (Italia) a cada muestra con el propósito de que no se evapore por completo la digestión de las muestras. La digestión ácida se programa a 80°C y 140°C cada uno durante 180 minutos en un digestor Kjeldhal (Velp Scientific, serie DKL automatic, Italia). Los digestores se diluyeron a 25 ml con agua destilada nano pura en balones de 25 ml. Se filtraron 2 veces, una a través de un filtro de membrana de 8-12µm celulosa estéril al momento colocarlos en los balones y otra a través de un filtro con soporte de policarbonato de 25 mm accionado con la presión de una jeringa, utilizando papel de membrana celulosa en su interior del filtro para obtener una muestra sin impurezas al momento de determinar el nivel de Cd.

Estos volúmenes se almacenaron en recipientes de plástico de capacidad de 30ml para luego tomar la lectura del nivel de Cd en cada muestra, este análisis se lo realizó de acuerdo al Espectrofotómetro de Absorción Atómica donde su límite de detección de metales pesados del equipo es hasta 4 mg/L de cadmio. Sin embargo, para conocer la concentración real de los niveles del metal pesado de cada muestra analizada se efectuó el siguiente procedimiento:

Determinación del nivel de cadmio presente en los 25 ml de cada muestra se utilizó la ecuación 1.

$$Cd = \frac{C * (VD)}{FV} \quad (1)$$

Donde Cd = Nivel de cadmio en volumen de muestra, C= Concentración de Cd (mg/L), obtenido de Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Shimadzu, serie AA-6300, Japón), VD= Volumen de dilución de la muestra (ml) y FV = Factor volumen (ml).

Se relaciono el valor obtenido de la ecuación 1 con el peso de muestra inicial (0.4 g) dando la ecuación 2.

$$Cd_f = \frac{C_1 * (FP)}{Pm} \quad (2)$$

Donde: Cd<sub>f</sub> = Nivel final de cadmio (ppm), C<sub>1</sub> = Concentración de cadmio obtenido de la primera ecuación (mg/L), FP = Factor de relación en (g) y Pm = Peso de muestra inicial (g).

Obteniendo como resultado final los niveles del metal pesado Cd expresados en mg/kg de ppm presentes en cada uno de los tejidos analizados.

### Análisis estadístico

En el proceso estadístico se utilizó el programa SPSS versión 22, donde se realizarán análisis descriptivos (media, desviación estándar, valores máximos y mínimos). También se realizó un análisis de varianza para los tejidos en estudio (hoja, almendra, testa), y luego la prueba de Duncan al 5% de significancia.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las propiedades químicas de los suelos donde se tomó las muestras de tejido vegetal se indican en la tabla 2. El pH fluctuó de menor a mayor de: 4.84-5.56 (F3), 4.37-4.64 (F2) y 5.82-6.66 (F1) rangos que clasifican a los suelos en ácidos a moderadamente ácidos; valores similares a los encontrados por (Salomón Barrezueta-Unda *et al.*, 2017). Por otra parte, la CE en general fue baja con rangos máximos de 0.42 dS/m (F1), 0.20 dS/m (F2) y 0.11 dS/m (F3), mientras que los valores de MO variaron de 4.30% en F1 a 2.75% en F2, niveles que fueron los adecuados para el cultivo de cacao; debido a que el principal factor para estos niveles es la acumulación de hojarasca en el suelo (Salomón Barrezueta-Unda *et al.*, 2017).

Varios investigadores concluyen que los suelos cacaoteros los valores de pH son muy variables pero con tendencia a la acidez en zonas tropicales y en especial las de montaña, donde los niveles de CE generalmente son menores a 0.55 dS/m (Hartemink, 2005). Por otro lado, los valores más altos de MO corresponde a las fincas cultivadas con el tipo Nacional, que tiene más de 20 años en producción, por tanto el almacenamiento de biomasa es mayor e incidiendo en la regulación del pH hacia un rango de acidez moderada y baja CE (Fontes *et al.*, 2014).

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de varias propiedades químicas de suelos por finca

Finca	Propiedades del suelo	Mínimo	Media	Desviación estándar	Máximo
F1	pH	5.82	6,19	0.35	6.66
	CE (dS/m)	0.25	0.33	0.07	0.42
	MO (%)	4.20	4.30	0.10	4.40
F2	pH	4.37	4.46	0.12	4.64
	CE (dS/m)	0.12	0.16	0.03	0.20
	MO (%)	2.60	2.75	0.16	2.90
F3	pH	4.84	5.25	0.31	5.56
	CE (dS/m)	0.10	0.11	0.01	0.11
	MO (%)	2.90	3.35	0.64	3.80

Los suelos mostraron una baja fertilidad en las fincas cultivadas con el tipo Nacional (F1y F3), y moderado nivel nitrógeno en forma disponible de amonio (NH<sub>4</sub>) y de fósforo (P) con valores de 43.00 mg/L y 9.10 meq/100, respectivamente; particular que puede obedecer a enmiendas edificas con fosfato de amonio, fertilizante de uso común en la zona en estudio. Por otra lado, los niveles de Ca y Mg oscilaron

de 2.80 meq/100 (F2) a 13.95 (F1) y de 1.01 meq/100 (F2) a 5.55 meq/100 (F1), respectivamente; valores que se relacionan con la edad de la plantación, en razón de mayor aportación de hojarasca por la edad del cultivar, que tiene relación directa con los incrementos de Ca y Mg (Salomon Barrezueta-Unda y Paz-González, 2017; Fontes et al., 2014; Hartemink, 2005).

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos de Macronutrientes de los suelos por finca

Fincas	Estadísticos	NH <sub>4</sub> (mg/L)	P (mg/L)	K (meq/100)	S (mg/L)	Ca (meq/100)	Mg (meq/100)
F1	Media	20.50 B	7.50 B	0.23B	4.10 B	13.95 M	5.55 A
	DS	3.53	0.14	0.01	0.70	0.35	0.07
F2	Media	43.00 M	9.10 M	0.12 B	12.50 M	2.80 B	1.01 M
	DS	2.83	0.14	0.01	0.71	0.00	0.03
F3	Media	28.50 B	2.90 B	0.19 B	5.35 B	5.00 M	3.10 A
	DS	4.95	0.71	0.01	0.07	0.85	0.00

La tabla 4 indica los valores estadísticos descriptivos de Cd por tejido vegetal de varias plantas analizadas en cada finca.

Los valores en las muestras de hoja tuvieron una desviación estándar mayor a la media en las fincas cultivadas con el tipo de cacao Nacional (F1 0.79 mg/kg ± 1.19; F3 0.36 mg/kg ± 0.44), mientras que F2 mostró el mayor (2.59 mg/L). Variabilidad que también obtuvo (Furcal-Beriguete & Torres-Morales, 2020), pero realizando las lectura de Cd en un plasma de acoplamiento inductivo (ICP) acoplado a un espectrofotómetro óptico.

En el caso de las muestras de almendra los valores aumentaron con respecto a los resultados del Cd en hojas. Las medias y rangos máximos obtenidos variaron de la siguiente forma: 1.15 mg/kg

a 1.67 mg/kg( F1), 1.21 mg/kg a 1.86 mg/kg (F2) y 1.93 mg/kg a 3.27 mg/kg (F3). Los valores de testa también mostraron un incremento de Cd en el orden de F1 (rango 1.35-2.53 mg/L) a F3 (1.15-6.33 mg/kg). Resultados que indican que el mayor incremento de Cd se muestra en la finca más antigua (F3), 30 años de cultivo), hecho que se corrobora con el trabajo de Llatance *et al* (2018) en la selva del Perú, donde obtuvo un promedio de 0.509 mg/k, que varió de acuerdo a la edad de las hojas ya que las más viejas acumularan mayor contenido de Cd en comparación a las nuevas, esto es por los péptidos presentes en el área foliar.

Los valores determinados son inferiores a los obtenidos por (Furcal-Beriguete & Torres-Morales, 2020), el cual expresa que la disponibilidad del Cd

hacia la planta es por el pH ácido de los suelos. De este modo, Rodríguez & Trigozo (2017) y Gramlich et al., (2018) señalan que una vía de entrada de Cd son los fertilizantes fosforados provenientes de la roca fosfórica. En la descripción de los suelos en estudio los niveles de P fueron altos medios en F2 y los niveles de Cd fueron los más altos en hojas y almendra.

Resultados obtenidos por varios investigadores en raíces de cacao tipo Nacional obtuvieron valores

de: 2.81 mg/kg (Arévalo-Gardini et al., 2016), 1.50 mg/kg (Astolfi et al., 2012), 1.26 mg/kg (Pedraza & Rojas, 2017) y 0.22 mg/kg (Llatance et al., 2018). Esta variación indica que los valores tienen relación no solo con el tipo de suelo o el manejo, sino con el método de extracción del Cd y de la disponibilidad de otros nutrientes como el Zn el cual en su ausencia las plantas absorben el Cd o por el exceso de fertilización con roca fosfórica (Chavez et al., 2016).

Tabla 4. Análisis descriptivo general de los niveles de cadmio por finca.

		Mínimo	Media (mg/kg)	Desviación estándar	Máximo
Hoja	F1 (Shumiral/Nacional)	0.00	0.79	1.19	2.58
	F2 (Rio Zapote/CCN51)	0.00	2.59	1.48	3.61
	F3 (Paraiso/Nacional)	0.00	0.36	0.44	1.08
Almendra	F1 (Shumiral/Nacional)	0.73	1.15	0.32	1.67
	F2 (Rio Zapote/CCN51)	0.38	1.21	0.46	1.86
	F3 (Paraiso/Nacional)	0.00	1.93	0.96	3.27
Testa	F1 (Shumiral/Nacional)	1.35	1.97	0.48	2.53
	F2 (Rio Zapote/CCN51)	2.36	3.30	0.81	5.03
	F3 (Paraiso/Nacional)	1.15	4.00	2.16	6.33

La prueba de Duncan al 5% de significancia por tipo de cacao y tejido vegetal indican diferencias significativas (Figura 2). Los valores de Cd fueron mayores en el clon CCN51 tanto en hoja y testa, siendo la diferencia más significativa en las hojas (0.58 mg/kg Nacional; 2.59 mg/kg); mientras en almendra se muestra una media a favor del tipo de cacao Nacional (1.54 mg/kg) frente a tipo de cacao CCN51 (1.21). En general todos los valores acumulados sobrepasan el nivel máximo permisible (> 0.5 mg/kg) del Codex Alimentarius (Maddela et al., 2020).

Estudios previos realizados por Chavez et al., (2016) y Romero-Estévez et al., (2019) en la zona de estudio indican valores superiores a los determinados en la almendra (1.73 mg/kg ± 0.089). Por otro lado, (Argüello et al., 2019), mencionan que la mayor concentración de Cd se encontró en la almendra siendo mayor a los contenidos de hoja y testa. Variación que puede estar relacionada a las técnica de extracción de Cd, pero Ramtahal et al., (2019) sugiere que una forma de diagnosticar contenidos de cadmio en las almendras es a partir de las hojas.

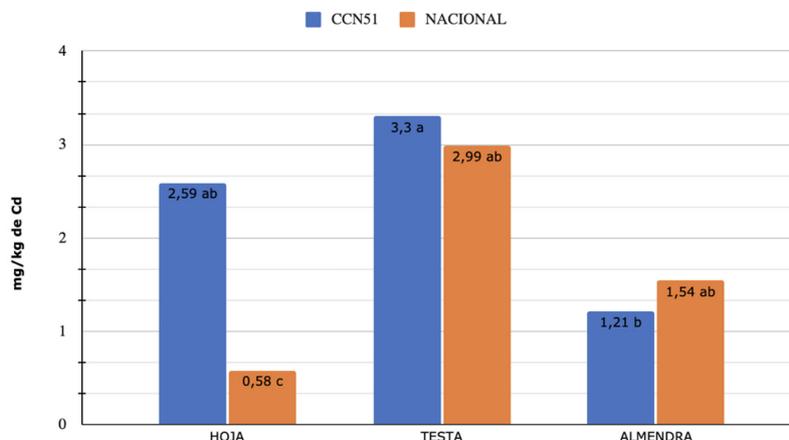


Figura 2. Prueba de Duncan (5% de significancia) entre los niveles de Cadmio obtenidos por genotipo de cacao.

#### IV. CONCLUSIÓN

Los niveles de Cd variaron entre los tejidos en estudio de las plantas de cacao seleccionadas y entre las fincas en estudio, mostrando una mayor acumulación en hoja y testa en F1, la cual está cultivada con el tipo de cacao CCN51; aunque todos los promedios de las muestras en almendra sobrepasaron el nivel máximo permisible para Cd. De esta manera, los niveles obtenidos guardan relación con otros resultados obtenidos por diferentes métodos de extracción de Cd, siendo el principal factor que pudo incidir en los valores encontrados sería: pH del suelo ácido y nivel de medio de P presumiblemente adicionado en la fertilización en la F2. Se recomienda aumentar el muestreo de los tejidos de la testa y almendra de cacao en relación con el tipo de suelo y nivel de pH donde se encuentran los cultivares de cacao.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, L. S., Tapia, W., & Villamarín Ortiz, A. (2020). Verificación del método analítico de espectroscopía de absorción atómica con horno de grafito para la cuantificación de cadmio en almendra de cacao (*Theobroma cacao*). *La Granja*, 31(1), 56–60.
- Arévalo-Gardini, E., Obando-Cerpa, M. E., Zúñiga-Cernades, L. B., Arévalo-Hernández, C. O., Baligar, V., & He, Z. (2016). Metales pesados en suelos de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en tres regiones del Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 81.
- Argüello, D., Chavez, E., Laurysen, F., Vanderschueren, R., Smolders, E., & Montalvo, D. (2019). Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *The Science of the Total Environment*, 649, 120–127.
- Astolfi, S., Zuchi, S., Neumann, G., Cesco, S., Sanità di Toppi, L., & Pinton, R. (2012). Response of barley plants to Fe deficiency and Cd contamination as affected by S starvation. *Journal of Experimental Botany*, 63(3), 1241–1250.
- Barraza, F., Moore, R. E. T., Rehkämper, M., Schreck, E., Lefeuvre, G., Kreissig, K., Coles, B. J., & Maurice, L. (2019). Cadmium isotope fractionation in the soil – cacao systems of Ecuador: a pilot field study. *Advances*, 9(58), 34011–34022.
- Barraza, F., Schreck, E., Lévêque, T., Uzu, G., López, F., Ruales, J., Prunier, J., Marquet, A., & Maurice, L. (2017). Cadmium bioaccumulation and gastric bioaccessibility in cacao: A field study in areas impacted by oil activities in Ecuador. *Environmental Pollution*, 229, 950–963.
- Barrezueta-Unda, S., & Paz-González, A. (2017). Estudio comparativo de la estructura elemental de materia orgánica de suelo y mantillo cultivados de cacao en El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 2–9.
- Barrezueta-Unda, S., Paz-Gonzalez, A., & Chabla-Carrillo, J. (2017). Determinación de indicadores para calidad de suelos cultivados con cacao en provincia de El Oro. *Revista Cumbres*.
- Chavez, E., He, Z. L., Stoffella, P. J., Mylavarapu, R. S., Li, Y. C., & Baligar, V. C. (2016). Chemical speciation of cadmium: An approach to evaluate plant-available cadmium in Ecuadorian soils under cacao production. *Chemosphere*, 150, 57–62.
- Fontes, A. G., Gama-Rodrigues, A. C., Gama-Rodrigues, E. F., Sales, M. V. S., Costa, M. G., & Machado, R. C. R. (2014). Nutrient stocks in litterfall and litter in cocoa agroforests in Brazil. *Plant and Soil*, 383(1-2), 313–335.
- Furcal-Beriguete, P., & Torres-Morales, J. L. (2020). Determinación de concentraciones de cadmio en plantaciones de *Theobroma cacao* L. en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, ág. 122–137.
- Gramlich, A., Tandy, S., Gauggel, C., López, M., Perla, D., Gonzalez, V., & Schulín, R. (2018). Soil cadmium uptake by cocoa in Honduras. *The Science of the Total Environment*, 612, 370–378.
- Hartemink, A. E. (2005). Nutrient stocks, nutrient cycling, and soil changes in cocoa ecosystems: A review. In *World Soil Information* (pp. 227–253).

*Advances in Agronomy.*

Llatance, W. O., Saavedra, C. J. G., Castillo, W. G., & Mondragón, E. P. (2018). Bioacumulación de cadmio en el cacao (*Theobroma cacao*) en la Comunidad Nativa de Pakun, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 33(1), 63–75.

Maddela, N. R., Kakarla, D., García, L. C., Chakraborty, S., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2020). Cocoa-laden cadmium threatens human health and cacao economy: A critical view. *The Science of the Total Environment*, 720, 2–11.

Meter, A., Atkinson, R., & LABiberte, B. (2019). Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe. <https://core.ac.uk/download/pdf/224976826.pdf>

Mite, F., Carrillo, M., & Durando, W. (2010). Avances del monitoreo de presencia de cadmio en almendras de cacao, suelos y aguas de Ecuador. XII Congreso Ecuatoriano de La Ciencia del Suelo, 17–19.

Mounicou, S., Szpunar, J., Andrey, D., Blake, C., & Lobinski, R. (2003). Concentrations and bioavailability of cadmium and lead in cocoa powder and related products. *In Food Additives and Contaminants*, 20, 4, 343–352. <https://doi.org/10.1080/0265203031000077888>

Pedraza, E. T., & Rojas, M. Á. H. (2017). Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN-51 en suelo aluvial y residual en las localidades de Jacintillo y Ramal de Aspuzana. *In Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1, 2, 69-79. <https://doi.org/10.25127/aps.20172.365>

Ramtahal, G., Umaharan, P., Hanuman, A., Davis, C., & Ali, L. (2019). The effectiveness of soil amendments, biochar and lime, in mitigating cadmium bioaccumulation in *Theobroma cacao* L. *The Science of the Total Environment*, 693, 133563.

Rodríguez, M. S., & Trigozo, J. P. R. (2017). Evaluación del contenido de metales pesados (Cd y Pb) en diferentes edades y etapas fenológicas del cultivo de cacao en dos zonas del Alto Huallaga, Huánuco (Perú). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1 (1)87-95. <https://doi.org/10.25127/aps.20171.356>

Romero-Estévez, D., Yáñez-Jácome, G. S., Simbaña-Farinango, K., & Navarrete, H. (2019). Distribution, contents, and health risk assessment of cadmium, lead, and nickel in bananas produced in Ecuador. *Foods*, 8(8), 1–11.

# Evaluación de extracto etanólico de hojas de tomillo *Thymus vulgaris* como inhibidor de virulencia en *Vibrio parahaemolyticus*

Francisco Pozo-Miranda<sup>1\*</sup>; Silvia Pinoargote-Véliz<sup>2</sup>

## Resumen

Actualmente hay enfermedades emergentes causadas por bacterias, cuyo problema principal es el síndrome de mortalidad temprana transmitido por *Vibrio parahaemolyticus* causando mortalidad y pérdidas económicas en cultivos de invertebrados acuáticos. Por ello, se investigó la efectividad del extracto de las hojas del tomillo *Thymus vulgaris* como agente inhibidor de virulencia. Se efectuaron ensayos in vitro de factores de virulencia como concentración mínima inhibitoria, densidad celular, movilidad y biopelícula. Los resultados permitieron determinar inhibición en la proliferación bacteriana de los ensayos a distintas concentraciones, efecto que se percibió en la sensibilidad para *V. parahaemolyticus* correspondiente a la concentración mínima inhibitoria a 3.5 mg/ml y 10.5 mg/ml. En la densidad celular se observó acción inhibitoria a 17.5 mg/ml. En ensayos de movilidad en medio semilíquido (swimming) la bacteria disminuyó la capacidad de moverse a 17.5 mg/ml, 10.5 mg/ml y 3.5 mg/ml, al igual que en medio semisólido (swarming) donde la bacteria careció de capacidad para moverse frente a todas las concentraciones. En cuanto a la formación de biopelícula se observó que el efecto inhibitorio resulta a 3.5 mg/ml. Se concluye que el extracto de tomillo no funcionó como antibacteriano, sino como inhibidor de virulencia para *V. parahaemolyticus*, acción que se debe a compuestos presentes en el extracto (indol y lactonas). No obstante, para establecer su uso en acuicultura es necesario realizar ensayos de purificación de estas dos moléculas para evaluar en infecciones con *Vibrio parahaemolyticus* en larvas de camarón.

**Palabras clave:** densidad celular, inhibidor, movilidad, *Thymus vulgaris*, *Vibrio parahaemolyticus*.

## Evaluation of ethanolic extract of thyme leaves *Thymus vulgaris* as a virulence inhibitor in *Vibrio parahaemolyticus*

## Abstract

Currently there are emerging diseases caused by bacteria, whose main problem is the early mortality syndrome transmitted by *Vibrio parahaemolyticus* causing mortality and economic losses in aquatic invertebrate culture. For this reason, the effectiveness of the extract of the Thyme leaves *Thymus vulgaris* as a virulence inhibitor agent was investigated. In vitro assays of virulence factors such as minimum inhibitory concentration, cell density, mobility and biofilm were carried out. The results allowed determining inhibition in the bacterial proliferation of the tests at different concentrations, an effect that was perceived in the sensitivity for *V. parahaemolyticus* corresponding to the minimum inhibitory concentration at 3.5 mg/l and 10.5 mg/ml. In the cell density, inhibitory action was observed at 17.5 mg/ml. In mobility tests in a semi-liquid medium (swimming) the bacteria decreased the ability to move to 17.5 mg/ml, 10.5 mg/ml and 3.5 mg/ml, as well as in a semi-solid medium (swarming) where the bacteria lacked the ability to move against all concentrations. Regarding biofilm formation, it was observed that the inhibitory effect results at 3.5 mg/ml. It is concluded that the thyme extract did not function as an antibacterial, but rather as a virulence inhibitor for *V. parahaemolyticus*, an action that is due to compounds present in the extract (indole and lactones). However, to establish its use in aquaculture, it is necessary to carry out purification tests of these two molecules to evaluate infections with *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp larvae.

**Keywords:** Key words: cell density, inhibitor, mobility, *Thymus vulgaris*, *Vibrio parahaemolyticus*

**Recibido:** 17 de abril de 2021

**Aceptado:** 8 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Master en gestión y auditorías ambientales Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí. Cdla. Primero de Mayo, Portoviejo, Manabí, Ecuador

<sup>2</sup> Bióloga Marina. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí. Cdla. Primero de Mayo, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

\*Autor correspondiente: fhpozo@espol.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* se ha incrementado (Poveda, 2017a) y consigo las enfermedades producidas por bacterias como *Vibrio parahaemolyticus*, un patógeno gramnegativo halófilo (Trinh et al., 2018), que pertenece a la familia Vibrionaceae (Gómez et al., 2019), habita en ambientes marinos y estuarinos (Rezny & Evans, 2018), siendo su rango óptimo de salinidad entre 5 – 30 g/l (Rodríguez-Camacho et al., 2014). *V. parahaemolyticus* es el responsable del Síndrome de Mortalidad Temprana (EMS por sus siglas en inglés) (Saavedra-Olivos et al., 2018), a causa de la enfermedad de necrosis hepatopancreática aguda (AHPND por sus siglas en inglés) capaz de ocasionar el desprendimiento de células epiteliales del hepatopáncreas (Soo et al., 2019), causando posteriormente no solo la muerte de los organismos afectados durante los 35 primeros días (Junprung et al., 2018), sino también pérdidas económicas en países como China, Vietnam, Malasia, México y Filipinas (Bondad-Reantaso, 2016) incluidos Belice (Varela-Mejías et al., 2017) y países Sudamericanos (Peña et al., 2015).

Una opción para combatir el AHPND sería el uso de probióticos, microorganismos que poseen la capacidad para adherirse al tracto intestinal y mejorar las capacidades del entorno de cultivo, sin embargo, para mantener los resultados se necesita de una aplicación constante (Toledo et al., 2018). Otra de las soluciones es tener un correcto manejo del agua de los estanques que genera estrés en el animal y costos elevados (Bondad-Reantaso, 2016). Una buena opción también sería el uso de extractos crudos de plantas que posee propiedades antifúngicas, antibacterianas y anti virulentas (Mohammadmehdi & Jamshid, 2017).

Resultados eficaces se han reportado con extractos de ciertas plantas como orégano (*Origanum vulgare*), hierba luisa (*Aloysia triphilla*) (Sorroza et al., 2017), guayaba (*Psidium guajava*) (Mohammadmehdi & Jamshid, 2017), eucalipto (*Eucalyptus melliodora*) frente a bacterias como *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. haveyi* (Carbay Uyaguari & Sorroza Ochoa, 2019). De igual modo, el tomillo (*Thymus vulgaris*) ha demostrado su actividad antibacteriana contra microorganismos patógenos como *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*,

*Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium* (Quynh & Trang, 2019), *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio vulnificus* (Tomazelli et al., 2017), *Vibrio fluviales* y *V. parahaemolyticus* (Oramadike & Ogunbanwo, 2017). Esta actividad es atribuida a presencia de aceite esencial que ha sido considerado como un agente antimicrobiano, debido a compuestos fenólicos, timol y carvacrol (Tomazelli et al., 2017), pero de extractos *Thymus vulgaris* también poseen moléculas denominadas auto inductores como lactonas e indol, cuyos reportes indican que a la regulación de la virulencia y en algunos casos disminuyen la virulencia de bacterias patógenas (Yang, Julyantoro, et al., 2017).

Considerando que la industria camaronera en el Ecuador representó en el periodo de enero 2021 en exportación 238'565.407,14 millones de dólares (Poveda, 2017b), es necesario aplicar nuevas y eficaces opciones para contrarrestar enfermedades bacterianas emergentes. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la actividad del extracto del tomillo *Thymus vulgaris* contra la virulencia de *Vibrio parahaemolyticus*, mediante análisis de concentraciones terapéuticas, a fin de disminuir la actividad de factores de virulencia, siguiendo la hipótesis de que el extracto de *Thymus vulgaris* inhibe la virulencia de *Vibrio parahaemolyticus*.

## II. METODOLOGÍA

### Obtención del material vegetal

El tomillo fresco obtenido de una tienda de especias procedente de un cultivo orgánico fue secado en una incubadora Memmert durante 4 h a 80°C. Luego se separaron las hojas, ya secas se trituraron y pulverizaron usando un Coffee Mill Proctor Silex (Modelo E160).

### Obtención del extracto

Se tomaron 85 gr de hojas pulverizadas de *T. vulgaris* para colocarlos en un vaso de precipitación que contenía 807 ml de etanol al 96%, luego se colocó en la plataforma de agitación Heidolph y se retiró después de 24 h. Posteriormente, se dejó precipitar el soluto y se recuperó el sobrenadante para filtrarlo por tres veces. Para eliminar el disolvente y obtener un extracto en la porción acuosa, la solución fue colocada en el ROTAVAPOR-R (Modelo Buchi

256064) a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  a 3 rpm (Gonelimali et al., 2018). Posteriormente se obtuvo una concentración de 30 mg/ml del extracto al 100%.

### **Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)**

El análisis cromatográfico se efectuó en Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE). Se realizó una Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), usando una columna: DB-5MS (30 m longitud  $\times$  0.25 mm Diámetro interno) con 0.25 micrómetros de espesor de película, con los parámetros de temperaturas: inyección a  $250^\circ\text{C}$  en modo Splitless, temperatura inicial del horno a  $70^\circ\text{C}$  por 2 minutos, gradiente del horno a  $5^\circ\text{C}/\text{min}$ , final del horno a  $300^\circ\text{C}$  por 6 minutos, de transferencia a  $300^\circ\text{C}$ , del detector a  $230^\circ\text{C}$ . El voltaje de electroionización fue a 70 eV a un rango de screening de 50-550 u.m.a.

### **Obtención de la cepa bacteriana**

Se usó una cepa de *V. parahaemolyticus* del repositorio del Laboratorio de Microbiología de la carrera de Biología Marina (PUCE - Sede Manabí). Esta fue obtenida del hepatopáncreas de camarones *Litopenaeus vannamei* enfermos de un cultivo comercial en la provincia de Manabí. El hepatopáncreas fue macerado y sembrado por la técnica de barrido en medio de cultivo TCBS y posteriormente mantenido en refrigeración hasta su activación.

### **Preparación de los discos de inhibición**

Se elaboraron discos de papel filtro estéril Whatman de 6 mm de diámetro, se impregnaron con 20  $\mu\text{l}$  del extracto (agua de peptona y extracto de *T. vulgaris*) a diferentes diluciones 3.5 mg/ml, 17.5 mg/ml, 24.5 mg/ml. Para el control positivo se emplearon discos con 20  $\mu\text{l}$  (0.03 mg/ml) de oxitetraciclina.

### **Concentración Mínima Inhibitoria**

Para determinar la sensibilidad bacteriana al extracto, se utilizó el método de difusión en agar, que consiste en preparar cajas Petri con medio de cultivo Luria Bertani (LB) e inocular la cepa bacteriana ( $\text{D.O.}_{600} = 0.1$ ) con un hisopo. Para esto se tomaron los discos impregnados con extractos a diferentes concentraciones y se colocaron sobre el medio de

cultivo LB. Se incubaron a  $29 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 24 h. Se cuantificó mediante la medición del halo de inhibición (mm). Los análisis se realizaron con 6 réplicas por concentración (Oramadike & Ogunbanwo, 2017). Para la Concentración Mínima Inhibidora (CMI) se escogieron concentraciones efectivas del extracto que disminuyan la proliferación bacteriana, de acuerdo con las categorías resistente ( $R < 14.00$  mm), intermedio (I de 15.0 a 18.0 mm) y sensible ( $S > 19.0$  mm).

### **Densidad celular**

Para la determinación del crecimiento celular se prepararon 3 diluciones del extracto etanólico de *T. vulgaris* a concentraciones de 3.5 mg/ml, 10.5 mg/ml y 17.5 mg/ml. Se distribuyeron de forma seriada tubos con 8 ml de medio nutritivo (agua de peptona), al igual que las diluciones de cada extracto. Se inoculó la bacteria *V. parahaemolyticus* a una densidad óptica ( $\text{D.O.}_{600} = 0.1$ ) y se incubó por 24 h a  $29^\circ\text{C}$ . Se cuantificó la D.O. a una longitud de onda de 600 nm cada 6 h en un espectrofotómetro Spectroquant NOVA 60. Se emplearon 6 réplicas para cada tratamiento.

### **Determinación de niveles de biopelícula**

En tubos de cultivo de fondo plano de vidrio de 16 mm se adicionaron los extractos de cada tratamiento 3.5 mg/ml, 10.5 mg/ml, 17.5 mg/ml, se distribuyeron alícuotas (200  $\mu\text{l}$ ) de cultivos de *V. parahaemolyticus* y se incubaron por 24 h a  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ . Los tubos se lavaron con tampón de fosfato salino (PBS). Se agregó etanol (150  $\mu\text{l}$ ) por 20 min, se eliminó el etanol y se tiñó con 150  $\mu\text{l}$  de cristal violeta (0.5%) durante 15 min. Posteriormente, se eliminó el exceso de cristal violeta, se agregó etanol (150  $\mu\text{l}$ ) y se leyó la densidad óptica en el espectrofotómetro a una longitud de onda (D.O.) de 600 nm (J. Lee et al., 2011). Se usaron 6 réplicas

### **Movilidad swimming**

Se denomina movilidad swimming al medio semilíquido que simula al líquido que hay entre los túbulos del hepatopáncreas del camarón. En este medio las bacterias desarrollan flagelo polar (cola) y nadan libremente. Para determinar el swimming, se distribuyeron alícuotas de suspensión de *V. parahaemolyticus* de 1.0 de  $\text{DO}_{600}$  en placas Petri LB

(0.2 % agar – 2% NaCl) y se agregó extracto (3.5 mg/ml, 10.5 mg/ml, 17.5 mg/ml). Se incubaron durante 24 h a 30±1°C y se les midió el halo de movilidad. Se emplearon 6 réplicas para cada tratamiento (Yang & Defoirdt, 2015).

**Análisis estadístico**

Se evaluaron la normalidad y homocedasticidad de las varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene ( $p < 0.05$ ) a los datos de sensibilidad, densidad celular, y nivel de formación de biopelícula y movilidad. Cumplido el supuesto de normalidad de los datos se evaluaron las diferencias significativas respecto al control, mediante análisis de varianza ANOVA una vía ( $p < 0.05$ ). Para los datos de sensibilidad que no presentaron normalidad se utilizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Los datos de cada ensayo fueron evaluados usando el software libre R versión 3.6.0 y R Studio versión 1.1.453.

**III. RESULTADOS**

**CG-EM**

La evaluación del extracto mediante CG-EM permitió identificar 36 metabolitos, observamos a Ribitol, 6,10-Metano-19-norandrost-4-ene-

3,17-dione, 6-metoxi- y Acido Ferulico resultaron predominantes. Otros metabolitos con menor área de predominancia están nutraceuticos como acido succínico; el ácido orgánico málico; sacáridos como D-(+)-arabitol, ribitol glucitol, D-manitol lactosa, beta-gentiobiosa y 2-alfa-manobiosa. Antioxidantes como L-treito, vainillina, tirosol, ácido vanílico, ácido gálico, ácido cafeico. Inhibidores de quorum sensing: ácido arabinónico-1,4-lactona, 1H-indol, como se muestra en la tabla 1.

**Concentración Mínima Inhibitoria**

Se observó que los tratamientos 17.5 mg/ml y 24.5 mg/ml mostraron efecto inhibitor (15.40 mm de diámetro y 22.40 mm de diámetro respectivamente) similar al control positivo con oxitetraciclina 0.03 mg/ml (22.70 mm de diámetro), sin embargo, concentraciones más bajas mostraron halos de inhibición menores a los 15.0 mm de diámetro, equivalentes a presencia de resistencia bacteriana al extracto (figura 1). Los resultados nos demuestran que 24.5 mg/ml de extracto crudo ayudan combatir una infección de forma similar a un antibiótico sintético, aunque concentraciones más bajas del extracto crudo también ayudan a contrarrestar el crecimiento bacteriano, pero en menor grado.

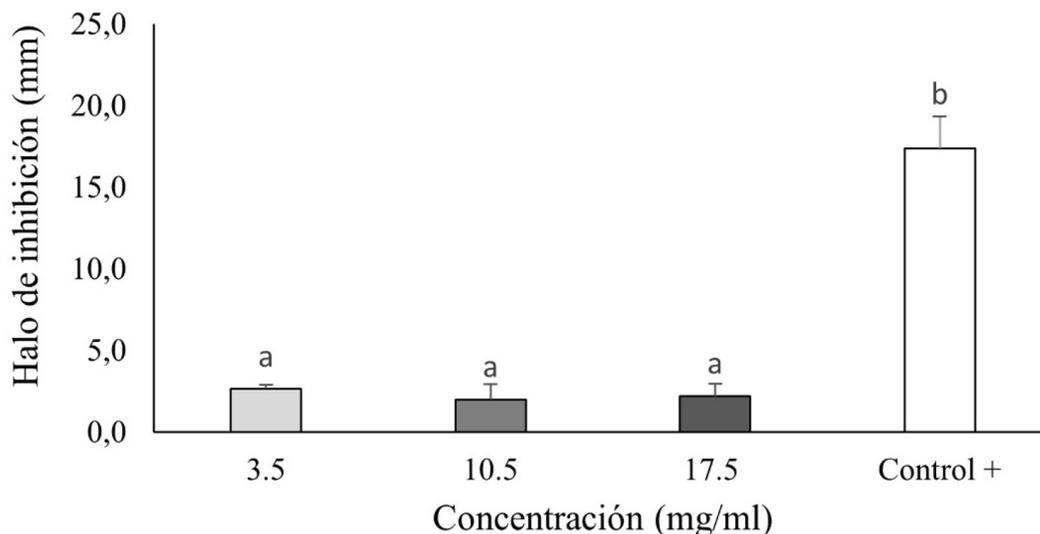


Figura 1. Halo de inhibición (mm) formado por los tratamientos con diferentes concentraciones (mg/ml) del extracto de *T. vulgaris*. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 1.** Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), de extracto etanólico de *T. vulgaris*.

Identificación putativa	Tiempo de retención (min)	% Área ±DE	Formula empírica	Masa molecular
Ácido beta-Láctico	9.073	0.07 ± 0.00	C10H12O5	212.2
L-Valina	10.84	0.10 ± 0.01	C5H11NO2	117.15
Dodecano, 4,6-dimetil-	11.33	0.06 ± 0.00	C14H30	198.39
Ácido Succinico	13.42	0.25 ± 0.02	C4H6O4	118.09
Hexadecano	13.65	0.16 ± 0.01	C16H34	226.44
Ácido Glycerico	13.84	0.19 ± 0.00	C3H6O4	106.08
Ácido1Ciclohexanecarboxilico, 1-metil-2-oxo-, etil ester	15.43	0.04 ± 0.02	C9H14O3	170.21
BHT-quinona-metida	17.36	0.07 ± 0.02	C15H22O	218.33
Ácido Malico	17.85	0.22 ± 0.02	C4H6O5	134.09
L-Treito	18.37	0.17 ± 0.01	C4H10O4	122.12
Vanillina	18.82	0.11 ± 0.01	C8H8O3	152.15
Tirosol	19.73	0.12 ± 0.02	C8H10O2	138.16
Ácido dodecanoico, 1-metiletil ester	21.06	0.65 ± 0.02	C15H30O2	242.4
Ácido Arabinonico-1,4-lactona *	21.19	0.20 ± 0.01	C5H8O5	148.11
D-(+)-Arabitol	22.90	0.16 ± 0.01	C5H12O5	152.15
Ribitol	23.21	1.09 ± 0.02	C5H12O5	152.15
Ácido Vanillico	24.04	0.17 ± 0.01	C8H8O4	168.15
Spiro[ciclopropano1,8'(1H')][3a.6]metano[3ah]ciclopenta cicloocteno]-10'-ona, octahidro-, (3'as,6'R,9'ar)-	26.97	0.50 ± 0.02		
Glucitol	27.94	0.48 ± 0.02	C6H14O6	182.17
D-Manitol	27.62	0.35 ± 0.01	C6H14O6	182.17
Ácido duniana	27.71	0.13 ± 0.00	C20H32O4	336.5
Ácido Gálico	28.03	0.12 ± 0.00	C7H6O5	170.1
3-(3',5'-Diclorofenil)-1,5-dimetil-3-azabicyclo[3.1.1]heptano-2,4-diona	29.03	0.08 ± 0.01	C13H11Cl2NO2	284.14
6,10-Metano-19-norandrost-4-eno-3,17-diona, 6-metoxi-	29.75	1.35 ± 0.03	C20H26O3	314.4
Ácido Ferulico	30.53	1.26 ± 0.03	C10H10O4	194.18
Ácido Cafeico	31.38	0.43 ± 0.04	C9H8O4	180.16
Ácido Heptadecanoico	31.55	0.13 ± 0.01	C17H34O2	270.5
1H-Indol *	32.24	0.14 ± 0.01	C8H7N	117.15
Alpa-D-Glucopiranosido, metil	38.58	0.17 ± 0.01	C7H14O6	194.18
Fenoxanil	40.60	0.11 ± 0.01	C15H18Cl2N2O2	329.2
Lactosa	40.78	0.31 ± 0.03	C12H22O11	342.3
Beta-Gentiobiosa	40.94	0.26 ± 0.03	C12H22O11	342.3
2-alfa-Manobiosa	41.13	0.28 ± 0.01	C12H22O11	342.3
D-Xilosa	42.15	0.07 ± 0.01	C5H10O5	150.13
12-Azabicyclo[9.2.2]pentadeca-1(14),11(15)-dien-13-ona	45.28	0.20 ± 0.06	C14H21NO	219.32
Rafinosa	49.63	0.20 ± 0.01	C18H32O16	504.4

\*Molécula con actividad de quorum sensing

### Densidad Celular

La evaluación de la densidad celular se realizó para establecer efecto del extracto sobre la proliferación bacteriana respecto al control (sin extracto), se observó que el extracto muestra efecto antibacterial durante las 24 horas a concentración alta (17.5 mg/ml), comportamiento diferente se observó a concentraciones más bajas (10.5 mg/ml y 3.5 mg/ml). Aquí se pudo observar que la proliferación bacteriana fue similar al control hasta las 12 horas, finalmente,

a las 16 horas en ambos tratamientos reducen de crecimiento microbiano, como se muestra en la figura 2.

Estos resultados demuestran que el extracto posee moléculas con capacidad antibacterial, que cuando el tratamiento está a menor concentración (10.5 mg/ml y 3.5 mg/ml) tales moléculas tardan en mostrar el efecto (18 horas), pero disminuyendo la población bacteriana en un 50% menos que el control (sin extracto).

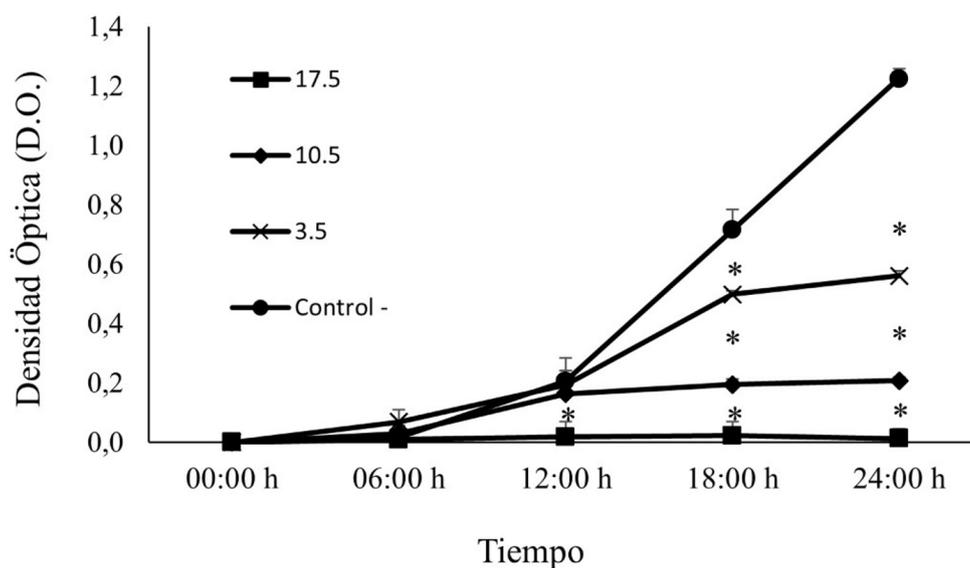


Figura 2. Valores de la densidad óptica (DO) en diferentes concentraciones (mg/ml) del extracto de *T. vulgaris*. cuantificado cada seis horas. Asteriscos las diferencias significativas que poseen los tratamientos respecto al control - (sin extracto).

### Formación de biopelícula

Se evaluó la formación de biopelícula para establecer el efecto del extracto sobre la capacidad de la bacteria para adherirse a una superficie o tejido específico. Los resultados mostraron que la bacteria disminuyó significativamente (ANOVA  $p < 0.05$ ) la capacidad de formar biopelícula (promedio D.O. =

0.08) en todos los tratamientos (17.5 mg/ml, 10.5 mg/ml y 3.5 mg/ml) comparados con el control (D.O. = 0.16) como se observa en la figura 3. Se observa que concentraciones mínimas (3.5 5 mg/ml) son suficientes para evitar agregaciones celulares, contrarrestando la colonización de bacterias a superficies o tejidos.

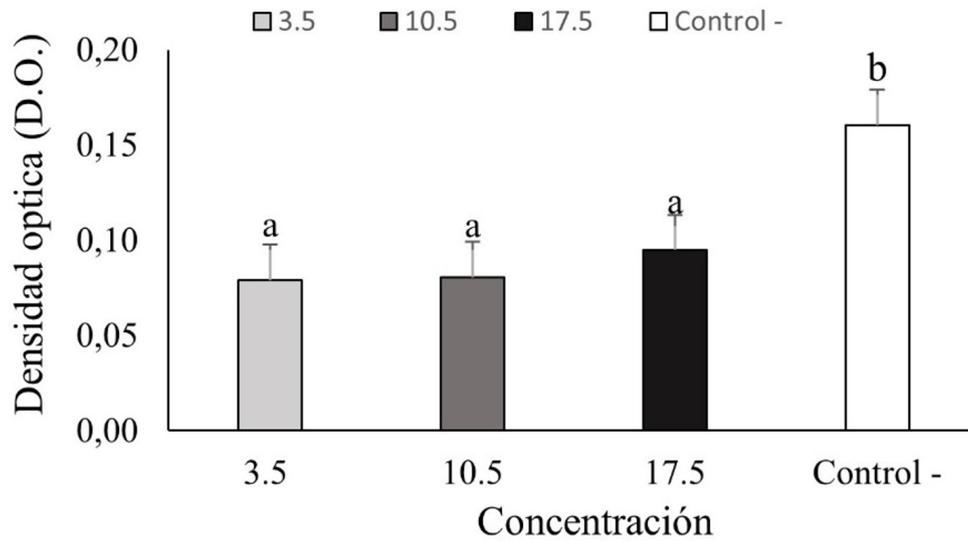


Figura 3. Valores de la D.O. perteneciente a cada concentración del extracto de *T. vulgaris* después de 24 h de incubación a  $30\pm 1^\circ\text{C}$  con respecto al control. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

#### Niveles de movilidad swimming

Al evaluar mediante ANOVA  $p < 0.05$  la movilidad de las colonias bacterianas se observó que el extracto de *T. vulgaris* redujo significativamente la movilidad *swimming* de la bacteria comparado con el control (17.40 mm diámetro). La concentración de 17.5 mg/ml presentó una movilidad de 2.2 mm diámetro,

movilidad similar al resto de concentraciones evaluadas como se muestra en figura 4. Podemos observar que las concentraciones evaluadas evitan la movilidad en medio semilíquido, lo cual brinda una oportunidad para contrarrestar la movilización de colonias en superficies como túbulos de órganos objetivos (hepatopancreas).

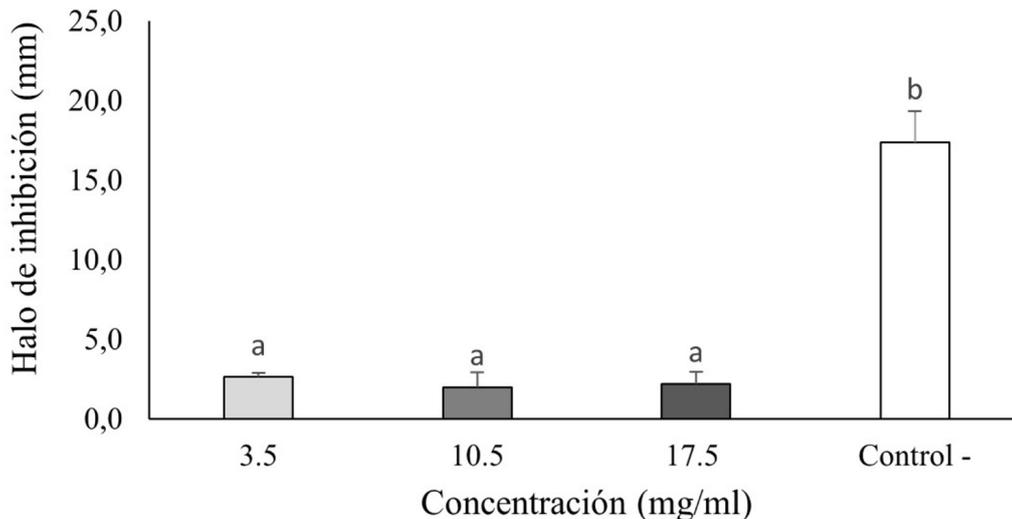


Figura 4. Movilidad *swimming* de *Vibrio parahaemolyticus* en agar semilíquido con extracto de *T. vulgaris* a distintas concentraciones (mg/ml). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

#### IV. DISCUSIÓN

En la actualidad, los patógenos bacterianos específicamente del género *Vibrio* es el principal problema en el cultivo de camarón (Saavedra-Olivos

et al., 2018) y el uso de antibióticos es el principal tratamiento que genera problemáticas como; residuos en el suelo del cultivo, en el músculo del camarón y resistencia bacteriana (Varela-Mejías & Alfaro-Mora,

2018). Se ha demostrado que los extractos de origen vegetal evitan esta problemática, al aplicarse como medidas profilácticas para combatir a las bacterias en la acuicultura (Carbay Uyaguari & Sorroza Ochoa, 2019).

El tomillo *Thymus vulgaris* es una especie de planta que pertenece a la familia Lamiaceae, sus hojas son pequeñas y aromáticas (Salehi et al., 2019), cuya composición química incluye terpenos, alcoholes terpénicos, derivados fenólicos, cetonas, aldehídos, éteres y ésteres (Salehi et al., 2019). En varios estudios se ha atribuido el efecto benéfico de *Thymus vulgaris* a su aceite esencial, que se ha sido considerado como un agente antimicrobiano, debido a compuestos fenólicos y compuestos volátiles como timol y carvacrol (Tomazelli et al., 2017) extraído con solventes acuosos mediante arrastre por vapor (Montero-Recalde et al., 2018), que podrían contrarrestar la enfermedad AHPND causada por *V. parahaemolyticus* mediante la muerte de la bacteria causal.

Al trabajar con extractos etanólico nos encontramos con moléculas tipo nutraceuticos como ácido succínico y su derivado ácido málico, aceite esencial como el hexadecano y una molécula de carácter citotóxico como es BHT-quinona las cuales pudieron causar el efecto antibacteriano observado en el análisis de concentración mínima inhibitoria (CMI) a concentraciones de 24.5 mg/ml, 17.5 mg/ml, 10.5 mg/ml y 3.5 mg/ml (esta última con un diámetro de inhibición de 12.0 mm). Otro estudio también observó efecto inhibitorio, aunque esto fue a concentraciones superiores a 1.3 mg/ml de extracto con un diámetro de 7.7 mm (Oramadike & Ogunbanwo, 2017), lo que indica que a mayor concentración de *T. vulgaris* mayor es el diámetro del halo de inhibición (Montero-Recalde et al., 2018). El efecto observado en cada uno de los estudios varía mucho en cuanto a la concentración usada, esto podría ser a causa de la composición fenólica presente en el extracto durante el tiempo de los tratamientos (Quynh & Trang, 2019), por tanto para contrarrestar de manera más eficaz la actividad bacteriana, es necesaria la combinación de moléculas con actividad biológica para neutralizar el crecimiento de bacterias principalmente multirresistente (Iseppi et al., 2019).

Por otro lado, el extracto también presenta glucósidos, antioxidantes y moléculas muy

interesantes con capacidad de regulación de la comunicación celular (quorum sensing) (tabla 1). El quorum sensing (QS) es un proceso en el cual las bacterias activan su virulencia en relación con su densidad celular, a alta densidad celular se induce la liberación de moléculas auto inductoras acil-homoserin-lactonas (HSL) que activan la expresión de genes OpaR que estimulan la patogenicidad de la bacteria (Kalburge et al., 2017), mediante el incremento de la movilidad, formación de biopelícula, producción de sideróforos, bioluminiscencia y otros (Burke et al., 2015; Karnjana et al., 2019; Paczkowski et al., 2017). Ahora, moléculas de indol han demostrado actividad antagonica a acil-homoserin-lactonas (HSL) (Kim & Park, 2015; J. H. Lee et al., 2015; Li et al., 2014; Mueller et al., 2009; Yang, Lin, et al., 2017). Esto podría justificar los resultados obtenidos debido a la presencia de indol de nuestro extracto. Nosotros observamos que a concentración baja de extractos (3.5 mg/ml) la actividad antibacteriana disminuye, pero la actividad antivirulencia aumenta, evidenciado en la disminución de la formación de biopelícula y movilidad, debido a la presencia de un agente regulador de la expresión genética bacteriana (Myszka et al., 2016). El indol es una molécula de señalización heterocíclica, que ha demostrado la reducción de genes relacionado a virulencia y formación de biopelícula en *Pseudomona aeruginosa* (J. Lee et al., 2011). Esto confirma la hipótesis de que el extracto de *Thymus vulgaris* al poseer moléculas de Indol podría actuar como inhibidor de virulencia, brindándonos oportunidad de crear tratamientos terapéuticos que eviten el problema de resistencia bacteriana.

## V. CONCLUSIÓN

La presente investigación evidenció la eficacia que tiene el extracto alcohólico de *T. vulgaris* sobre *Vibrio parahaemolyticus*, al establecer concentraciones mínimas (3,1 mg/ml) que detiene el crecimiento. En cuanto a la capacidad patógena de la bacteria relacionado a su movilidad y formación de biopelícula, estas fueron totalmente inhibida, debida a la presencia de indol, molécula que tiene la capacidad de regulación de expresión genética, inhibiendo la expresión de genes de virulencia. Pese a esto, se requiere evaluar la purificación y toxicidad de esta molécula con el fin de encontrar resultados

que permitan emplearlos en los tanques de cultivo, en presencia de larvas de camarón.

### Financiamiento

El proyecto forma parte del departamento de investigación de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí.

### Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento por el apoyo brindado en la realización de investigación como parte de estudios relacionados a mis estudios de Doctorado en el Programa de Biociencias en la ESPOL, además de estar dentro del marco del proyecto Evaluación de principios activos de planta superiores y algas para la inhibición de la virulencia *Vibrio parahaemolyticus* con fines acuícolas desarrollado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bondad-Reantaso, M. (2016). Acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) of penaeid shrimps: Global perspective. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (UN)*, 16–23.

Burke, A. K., Guthrie, L. T. C., Modise, T., Cormier, G., Jensen, R. V., McCarter, L. L., & Stevens, A. M. (2015). OpaR controls a network of downstream transcription factors in *Vibrio parahaemolyticus* BB22OP. *PLoS ONE*, 10(4), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121863>

Carbay Uyaguari, Y. A., & Sorroza Ochoa, L. (2019). Uso de extracto alcoholico de las plantas de tomillo (*Thymus vulgaris*), guayaba (*Psidium guajava*) y eucalipto (*Eucalyptus melliodora*) frente a la vibriosis en acuicultura. *Revista Metropoli- Tana de Ciencias Aplicadas*, 2(3), 48–55.

Gómez, M., Torres, D., Medrano, C., & Melchor, L. (2019). Identificación de *Vibrio cholerae* aislada de la laguna de Cajititlán del Estado de Jalisco mediante PCR punto final. *Avances de Investigación En Inocuidad de Alimentos*, 2, 1–4.

Gonelimali, F. D., Lin, J., Miao, W., Xuan,

J., Charles, F., Chen, M., & Hatab, S. R. (2018). Antimicrobial properties and mechanism of action of some plant extracts against food pathogens and spoilage microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01639>

Iseppi, R., Sabia, C., de Niederhäusern, S., Pellati, F., Benvenuti, S., Tardugno, R., Bondi, M., & Messi, P. (2019). Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. and *Thymus vulgaris* L. essential oils and their combination against food-borne pathogens and spoilage bacteria in ready-to-eat vegetables. *Natural Product Research*, 33(24), 3568–3572. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1482894>

Junprung, W., Supungul, P., & Tassanakajon, A. (2018). *Litopenaeus vannamei* heat shock protein 70 (LvHSP70) enhances resistance to a strain of *Vibrio parahaemolyticus*, which can cause acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND), by activating shrimp immunity. *Developmental and Comparative Immunology*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2018.09.011>

Kalburge, S., Carpenter, M., Rozovsky, S., & Boyd, F. (2017). Quorum Sensing Regulators Are Required for Metabolic Fitness in *Vibrio parahaemolyticus*. *Infection and Immunity*, 85(3), 1–18.

Karnjana, K., Soowannayan, C., & Wongprasert, K. (2019). Ethanolic extract of red seaweed *Gracilaria fisheri* and furanone eradicate *Vibrio harveyi* and *Vibrio parahaemolyticus* biofilms and ameliorate the bacterial infection in shrimp. *Fish and Shellfish Immunology*, 88(February), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.01.058>

Kim, J., & Park, W. (2015). Indole: a signaling molecule or a mere metabolic byproduct that alters bacterial physiology at a high concentration? *Journal of Microbiology*, 53(7), 421–428. <https://doi.org/10.1007/s12275-015-5273-3>

Lee, J., Cho, M., & Lee, J. (2011). 3-Indolylacetonitrile decreases *Escherichia coli* O157:H7 Biofilm formation and *Pseudomonas aeruginosa* virulence. *Environmental Microbiology*, 13(1), 62–73. <https://doi.org/10.1111/j.1462->

2920.2010.02308.x

Lee, J. H., Wood, T. K., & Lee, J. (2015). Roles of indole as an interspecies and interkingdom signaling molecule. *Trends in Microbiology*, 23(11), 707–718. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2015.08.001>

Li, X., Yang, Q., Dierckens, K., Milton, D. L., & Defoirdt, T. (2014). RpoS and indole signaling control the virulence of *Vibrio anguillarum* towards gnotobiotic sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *PLoS ONE*, 9(10), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111801>

Mohammadmehdi, F., & Jamshid, K. (2017). In Vitro Antimicrobial Activity of *Thymus vulgaris* Essential Oil Against Major Oral Pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22(4), 660–666. <https://doi.org/10.1177/2156587217700772>

Montero-Recalde, M., Mira, J. C., Avilés-Esquivel, D., Pazmiño-Miranda, P., & Erazo-Gutiérrez, R. (2018). Antimicrobial efficacy of thyme essential oil (*Thymus vulgaris*) on a staphylococcus aureus strain. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 29(2), 588–593. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14520>

Mueller, R. S., Beyhan, S., Saini, S. G., Yildiz, F. H., & Bartlett, D. H. (2009). Indole Acts as an Extracellular Cue Regulating Gene Expression in *Vibrio cholera*. *Journal of Bacteriology*, 191(11), 3504–3516. <https://doi.org/10.1128/JB.01240-08>

Myszka, K., Schmidt, M. T., Majcher, M., Juzwa, W., Olkiewicz, M., & Czaczyk, K. (2016). Inhibition of quorum sensing-related biofilm of *Pseudomonas fluorescens* KM121 by *Thymus vulgare* essential oil and its major bioactive compounds. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 114, 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.07.006>

Oramadike, C., & Ogunbanwo, S. (2017). Antagonistic activity of *Thymus vulgaris* extracts against *Vibrio* species isolated from seafoods. *Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1199–1205. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2543-6>

Paczkowski, J. E., Mukherjee, S., McCready, A. R., Cong, J. P., Aquino, C. J., Kim, H., Henke, B. R., Smith, C. D., & Bassler, B. L. (2017). Flavonoids suppress *Pseudomonas aeruginosa* virulence through allosteric inhibition of quorum-sensing Receptors. *Journal of Biological Chemistry*, 292(10), 4064–4076. <https://doi.org/10.1074/jbc.M116.770552>

Peña, L. D. De, Cabillon, N. A. R., Catedral, D. D., Amar, E. C., Usero, R. C., Monotilla, W. D., Calpe, A. T., Fernandez, D. D. G., & Saloma, C. P. (2015). *Acute hepatopancreatic necrosis disease ( AHPND ) outbreaks in Penaeus vannamei and P. monodon cultured in the Philippines*. 116, 251–254. <https://doi.org/10.3354/dao02919>

Poveda, D. (2017a). Camarón - *Reporte de Exportaciones Ecuatorianas*. Cámara Nacional de Acuicultura.

Poveda, D. (2017b). Camarón – *Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales*. Cámara Nacional de Acuicultura.

Quynh, C. T. T., & Trang, V. T. (2019). Volatile composition, antioxidant property and antimicrobial activities against food-borne bacteria of vietnamese thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 57(3B), 127–136. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/57/3b/14494>

Rezny, B. R., & Evans, D. S. (2018). *Vibrio Parahaemolyticus*. In *JAMA: The Journal of the American Medical Association* (Vol. 236, Issue 7). <https://doi.org/10.1001/jama.1976.03270080014016>

Rodríguez-Camacho, J., Méndez-Gómez, E., Rivas-Montaño, A., & Cortés-Ruiz, J. (2014). Evaluación de la presencia de *Vibrio parahaemolyticus* en camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) silvestre estuarino en el sur de Sinaloa y norte de Nayarit, mediante análisis microbiológico y PCR. *Revista Bio Ciencias*, 2(4), 282–292. <https://doi.org/10.15741/revbio.02.04.06>

Saavedra-Olivos, K., Peralta-Ortiz, T., Ordinola-Zapata, A., Sandoval-Ramayoni, J., Vieyra-Peña,

- E., Zapata-Cruz, M., Hidalgo-Mogollón, A., Morán-Ávila, B., Mendoza-Neyra, O., Mendoza-Dioses, M., & Campoverde-Peña, S. (2018). Detección de una proteína asociada a la enfermedad de la necrosis hepatopancreática aguda (AHPND) en *Litopenaeus vannamei* bajo cultivo semi-intensivo en Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(1), 328. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14194>
- Salehi, B., Abu-Darwish, M. S., Tarawneh, A. H., Cabral, C., Gadetskaya, A. V., Salgueiro, L., Hosseinabadi, T., Rajabi, S., Chanda, W., Sharifi-Rad, M., Mulaudzi, R. B., Ayatollahi, S. A., Kobarfard, F., Arserim-Uçar, D. K., Sharifi-Rad, J., Ata, A., Baghalpour, N., & Contreras, M. del M. (2019). Thymus spp. plants - Food applications and phytopharmacy properties. *Trends in Food Science and Technology*, 85, 287–306. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.020>
- Soo, T. C. C., Devadas, S., Mohamed Din, M. S., & Bhassu, S. (2019). Differential transcriptome analysis of the disease tolerant Madagascar-Malaysia crossbred black tiger shrimp, *Penaeus monodon* hepatopancreas in response to acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) infection: inference on immune gene response and in. *Gut Pathogens*, 11(39), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13099-019-0319-4>
- Sorroza, L., Campoverde, M., & Santacruz, R. (2017). Estudio preliminar de dos plantas medicinales con efecto antibacteriano para uso en acuicultura. *Revista AquaTIC*, 49, 1–7.
- Toledo, A., Castillo, N., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. Artículo de revisión. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 57–71.
- Tomazelli, J., Kuhn, F., Padilha, P., Vicente, L., Costa, S., Boligon, A., Scapinello, J., Nesi, C., Dal Magro, J., & Lamo, C. (2017). Microencapsulation of essential thyme oil by spray drying and its antimicrobial evaluation against *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio parahaemolyticus*. *Brazilian Journal of Biology*, 78(2), 311–317. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.08716>
- Trinh, S. A., Leyn, S. A., Rodionov, I. D., Godzik, A., & Satchell, K. J. F. (2018). Draft genome sequences of two *Vibrio parahaemolyticus* strains associated with gastroenteritis after raw seafood ingestion in Colorado. *Genome Announcements*, 6(3), 1–2. <https://doi.org/10.1128/genomeA.01387-17>
- Varela-Mejías, A., & Alfaro-Mora, R. (2018). Revisión sobre aspectos farmacológicos a considerar para el uso de antibióticos en la camaronicultura. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 29(1), 1–14. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14186>
- Varela-Mejías, A., Peña-Navarro, N., & Aranguren-Caro, L. (2017). Acute hepatopancreatic necrosis: a review of the disease in *Penaeus vannamei*. *Agron. Mesoam*, 28(3), 735–745. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.27788>
- Yang, Q., & Defoirdt, T. (2015). Quorum sensing positively regulates flagellar motility in pathogenic *Vibrio harveyi*. *Environmental Microbiology*, 17(4), 960–968. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12420>
- Yang, Q., Julyantoro, G. S., Wang, Z., Lin2, B., Rubin, R. A., Vora, G. J., & Defoirdt, T. (2017). Indole signalling and (micro) algal auxins decrease the virulence of *Vibrio campbellii*, a major pathogen of aquatic organisms. *Environmental Microbiology*, August, 1–38. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13714>
- Yang, Q., Lin, B., Sasmita, G., Pande, J., Vora, G. J., & Defoirdt, T. (2017). Indole signalling and (micro) algal auxins decrease the virulence of *Vibrio campbellii*, a major pathogen of aquatic organisms. *Environmental Microbiology*, 19(5), 1987–2004. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13714>

## Confianza y satisfacción de estudiantes universitarios durante la pandemia de COVID-19

Pedro César Cantú-Martínez<sup>1</sup>

### Resumen

El propósito de esta indagación fue conocer los niveles de confianza y satisfacción de estudiantes universitarios hacia las actividades emprendidas por instancias gubernamentales, civiles y educativas. Estudio descriptivo y correlacional, participaron 54 alumnos de la Universidad Autónoma de Nuevo León –México-. Los resultados demuestran que los participantes brindan muy buena confianza y buena satisfacción a la Secretaría de Salud Estatal, la atención en salud ofrecida por instituciones privadas y autoridades de la dependencia universitaria. Con moderada confianza y satisfacción fueron catalogadas las agrupaciones ciudadanas y organismos empresariales. Subsiste una relación estadísticamente significativa entre la confianza y satisfacción expresada.

**Palabras clave:** estudiante universitario, confianza, satisfacción, acción comunitaria, pandemia COVID 19.

## Confidence and satisfaction of university students during the COVID-19 pandemic

### Abstract

The purpose of this research was to know the levels of confidence and satisfaction of university students towards the activities undertaken by government, civil and educational bodies. Descriptive and correlational study, 54 students from the Autonomous University of Nuevo León –Mexico participated. The results show that participants provide very good confidence and good satisfaction to the Secretariat of State Health, the health care offered by private institutions and authorities of the university agency. With moderate confidence and satisfaction, citizen groups and business bodies were catalogued. There remains a statistically significant relationship between the confidence and satisfaction expressed.

**Keywords:** college student, confidence, satisfaction, community action, COVID 19 pandemic

**Recibido:** 2 de junio de 2021

**Aceptado:** 15 de agosto de 2021

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor e Investigador. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. San Nicolás de los Garza, N.L., México. Correo electrónico: cantup@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-8924-5343

## **I. INTRODUCCIÓN**

El desafío actual que globalmente se enfrenta a raíz de la aparición del COVID-19 en el país asiático de China durante el mes de diciembre de 2019, se ha constituido en otro más que el ser humano debe afrontar, ya que ha afectado la vida social. Particularmente desde el 11 de marzo del 2020 cuando la Organización Mundial de la Salud alertó de la emergencia en materia de salud pública al determinarla como una pandemia (Ramos, 2020; Caldera-Villalobos, Garza-Veloz, Martínez-Ávila, Delgado-Enciso, Ortiz-Castro, Cabral-Pacheco y Martínez-Fierro, 2020). Ante esto las autoridades en México se ocuparon de llevar a cabo acciones para enfrentar esta crisis de orden sanitario de manera inicial, que más tarde se transformó en otra de carácter socioeconómica que llevó a la paralización y cierre de estas actividades.

Lo anterior sin lugar a dudas tendrá efectos aún no previsibles que se mostraran en un corto plazo y otros más en un periodo de tiempo mayor, cuyas intensidades de las repercusiones estarán en relación a las capacidades económicas, sociales y de salud que ostenten los núcleos poblacionales afectados en nuestro país (Martínez, Torres y Orozco, 2020; Clavelina y Domínguez, 2020; Zamora, 2020). Entre las medidas para aminorar la propagación de la enfermedad conllevó el aplazamiento y posteriormente el cierre de las actividades educativas en todos los niveles en México. Esto como resultado de las medidas sanitarias recomendadas por las autoridades de salud a nivel internacional, con la finalidad de poner freno a la propagación de la enfermedad. Entre estas medidas encontramos además el aislamiento, el distanciamiento social y el cierre de lugares públicos que albergaran grandes aglomeraciones (Pamplona, 2020).

Como consecuencia de estas medidas implementadas en el país, las trayectorias académicas de los estudiantes -de todos los niveles de educación- se interrumpieron; colocando en estado de emergencia al sistema educativo en México, al verse rebasada mayormente la capacidad operativa como de carácter financiera para hacer los ajustes necesarios para pasar de una educación presencial a otra de manera virtual y a distancia (ANUIES, 2020; Pérez-Archundia, 2020; Maldonado, Miró, Stratta, Barreda y Zingaretti, 2020). Constituyéndose así en

un desafío tanto para las instituciones educativas como de las familias de los propios estudiantes.

Por esta razón, en este marco general se contempla importante reflexionar y conocer los niveles de confianza y de satisfacción que los estudiantes universitarios manifiestan de las instancias administrativas como de autoridades que han intervenido principalmente a nivel nacional, como de aquellas otras concomitantes al sitio donde estudian, durante esta pandemia de COVID-19.

## **II. MARCO CONCEPTUAL**

La educación se constituye en un aspecto que la sociedad de cualquier nación privilegia, o bien, considera sumamente importante para el desarrollo de capital humano (Díaz y Alemán, 2008; Lloyd, 2020). Sin embargo, ante el evento de la Pandemia de COVID-19 esta actividad se vio interrumpida abruptamente requiriendo ajustes en su implementación, que no obstante la respuesta pronta que se llevó a cabo también mostró las desigualdades preexistentes que agravaron la situación aún más (Ordorikea, 2020). Este escenario fue frecuente en México, por lo que la pandemia de COVID 19 solo puso de manifiesto estas fallas estructurales de la sociedad mexicana, que afectó y sigue haciendo estragos principalmente en el seno de las familias en condiciones precarias y pobres. Alcanzando también a las familias de condiciones de vida media, que ante este evento los miembros que las constituyen perdieron sus trabajos (Martínez, Torres y Orozco, 2020; Chiatchoua, Lozano, Macías-Duran, 2020; Provencio, 2020).

Ante esto se cierne un estado que puede afectar la confianza de los miembros de la sociedad frente a las distintas instancias administrativas, civiles y educativas. Consideramos que la confianza se constituye, como señala Yáñez, Ahumada y Cova (2006), en el elemento vertebrador que da cimiento al orden social y da a lugar a la acción colectiva con una participación social voluntaria, y que está presente tanto agrupadamente como de forma individual. En este estudio nos adentramos desde una perspectiva social y económica que se yergue en la postura de una confianza de carácter institucional (Lewicki y Benedict, 1996; Peng, Gong y Peng, 2016), donde una de las partes cuenta con ciertas expectativas en relación a la otra instancia particularmente cuando

quién emite estas expectativas se siente vulnerable.

Mientras tanto, la satisfacción de los miembros de una sociedad, se erige como una respuesta positiva que sobreviene de la relación entre el consumidor de un bien o servicio con aquel que lo otorga –persona moral o física- que genera una respuesta emocional como también de evaluación, y por lo tanto es resultado de la experiencia, como lo menciona Alonso (2016). De esta manera se abordará a un grupo de universitarios con la finalidad de reconocer en ellos el grado de confianza y satisfacción de las acciones que han desarrollado las distintas instancias en derredor de sus escenarios sociales y ambientales en que subsisten ante la pandemia de COVID 19.

### III. METODOLOGÍA

La investigación corresponde a un estudio de tipo descriptivo y correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) sustentado en recabar los datos empíricos mediante una encuesta electrónica, la cual se aplicó a 54 estudiantes de la carrera de Químico Bacteriólogo Parasitólogo, que se imparte en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León –San Nicolás de los Garza, N.L., México- de marzo a julio de 2020.

Esta encuesta contempló una primera parte en la que se cuestiona sobre la edad, género y semestre que cursa de la carrera profesional, en un segundo apartado se le cuestionó sobre el medio de comunicación por el cual se entera sobre lo que sucede sobre la pandemia de COVID-19, consecutivamente, se le interrogó sobre el interés que muestra en relación a lo que está sucediendo con la pandemia de COVID-19, adicionalmente se les pidió exteriorizar si sabían de alguna persona cercana a ellos que se hallase enferma. Posteriormente se indagó sobre el nivel de confianza y de satisfacción en el actuar de las autoridades federales, estatales y municipales, de las autoridades federales y estatales en materia de salud, de la atención en salud que se brindan las dependencias públicas y privadas de salud, de las comisiones de derechos humanos a nivel federal y estatal, así como también de las comisiones de bioética con jurisprudencia federal y estatal, de las agrupaciones ciudadanas, de los medios de comunicación, de las empresas, de las autoridades de la Universidad Autónoma de Nuevo León y de las propias de la dependencia donde estudia.

Para consecutivamente generar un Índice de Confianza y de Satisfacción –numérico como cualitativo- mediante las respuestas colocadas en una escala de Likert que fue de Nada a Mucha, que tomó valores numéricos de 0 a 3, para posteriormente catalogarlos en una escala de 0 a 100, con las siguientes categorías: poca (0 a 25), moderada (25 a 50), buena (50 a 75) y Muy buena (75 a 100), confianza o satisfacción. Asimismo se aplicó el Alfa de Cronbach para validar los dos instrumentos y se obtuvieron valores de 0.92 y 0.94 que corresponden al tanto al Índice de Confianza (ICn) e Índice de Satisfacción (ISn). Posteriormente se llevó a cabo la prueba estadística de correlación de Pearson con la finalidad de determinar la correlación entre los índices (Christensen, 2012; González y Pazmiño, 2015).

### IV. RESULTADOS

#### Descriptivos

La población de estudio estuvo constituida de 54 estudiantes universitarios de los cuales 27.7% (f=15) fueron varones y 72.3% (f=39) eran mujeres. Referían una edad promedio de 20.5 años con una desviación estándar de 3 años, la edad mínima encontrada fue de 18 años y la máxima de 36 años. Todos ellos cursaban la carrera de Químico Bacteriólogo Parasitólogo, donde el 25.9% (f=14) eran de tercer semestre, 42.6% (f=23) de cuarto semestre, 29.6% (f=16) de quinto semestre y 1.8% (f=1) de sexto semestre.

Al cuestionarles sobre el medio que preferentemente utilizan para enterarse sobre los aspectos de la pandemia COVID 19, el 68.5% (f=37) los hace por internet, mientras que 31.4% (f=17) lo lleva a cabo por televisión. En relación a su interés en la pandemia de COVID 19 el 66.6% (f=36) está muy interesado, 25.9% (f=14) algo interesado y 7.4% (f=4) manifiesta estar poco interesado en lo sucede. Ante esto se les preguntó si conocían alguna persona o allegada a ellos que estuviera enferma por COVID 19, a lo que respondieron sí 48% (f=26) y no 52% (f=28).

#### Evaluación de la Confianza

En relación la confianza exteriorizada por los estudiantes participantes, podemos observar en la Tabla 1, que en el caso de la actuación de las autoridades federales el 70.4% de las opiniones la

aprecian de algo a mucha confianza, en tanto las autoridades estatales recibieron 76% de algo a mucha confianza en su desempeño.

En cambio, los mandos municipales solo alcanzaron el 51.8% de confianza por sus proceder, muy por debajo de los organismos anteriores. No obstante -estas particularidades- los tres niveles de gobierno lograron un Índice de Confianza cualitativo (ICc) de “Bueno”. En relación a las acciones tomadas por los mandos en materia de salud en México, la instancia federal recibió 81.4% y la correspondiente estatal 92.6% de algo a mucha confianza, esto conlleva a que tuvieran un ICc de “Bueno” para los representantes del sector salud federal y de “Muy Bueno” para los encargados de la salud en Nuevo León.

En tanto, a lo que se refiere como atención en salud por las unidades de salud con carácter público manifestaron un 74.1% de algo a mucha confianza, contrastando con la atención privada que mereció un 81.9%. Estas respuestas permitieron observar que las instituciones de salud pública dependientes del Estado tuvieron un ICc de “Bueno” mientras las del sector salud privado una valoración de “Muy Bueno”.

En lo concerniente al desempeño de las comisiones de derechos humanos –nacional como

estatal- la primera recibió una mención del orden de 66.7% y la segunda 64.8% de algo a mucha confianza, con lo cual ambas representaciones alcanzaron un ICc de “Bueno”. Con respecto al trabajo desempeñado en materia de bioética por el organismo nacional como estatal, la representatividad federal recibió 84.4% y la comisión estatal 83.3% de algo a mucha confianza, obteniendo una y otra un ICc de “Bueno”.

Por otra parte, al solicitarles a los participantes sobre el comportamiento de las agrupaciones ciudadanas, medios de comunicación y empresas, estos fueron calificados con 42.6%, 51.8% y 40.7% correspondientemente de algo a mucha confianza. Estas menciones le correspondió un ICc para las organizaciones ciudadanas de “Moderado”, en tanto para los medios de comunicación lograron una valoración de “Bueno” y finalmente y el sector empresarial una evaluación de “Moderado”.

Mientras al interrogarles sobre el papel desempeñado de las autoridades universitarias de la UANL como las correspondientes a su dependencia –Facultad de Biología- adujeron un 77.7% y 81.5% respectivamente de algo a mucha confianza, que les permitió adjudicarse un ICc “Bueno” y “Muy Bueno” comparativamente.

**Tabla 1.** Índice de Confianza manifestada por lo estudiantes universitarios durante la pandemia de COVID-19 a distintas instancias.

Instancia	Menciones sobre Confianza (%)				Índice de Confianza	
	Mucha	Algo	Poca	Nada	Numérico	Cualitativo
Autoridades Federales	14.8	55.6	25.9	3.7	60.5	Bueno
Autoridades Estatales	24.1	51.9	22.2	1.9	66.0	Bueno
Autoridades Municipales	14.8	37	42.6	5.6	53.7	Bueno
Secretaría de Salud Federal	37	44.4	16.7	1.9	72.2	Bueno
Secretaría de Salud Estatal	38.9	53.7	5.6	1.9	76.5	Muy Bueno
Atención en salud por instituciones públicas	22.2	51.9	24.1	1.9	64.8	Bueno
Atención en salud por instituciones privadas	48.1	33.3	18.5	0	76.5	Muy Bueno
Comisión Nacional de Derechos Humanos	27.8	38.9	27.8	5.6	63.0	Bueno
Comisión Estatal de Derechos Humanos	24.1	40.7	27.8	7.4	60.5	Bueno
Comisión Nacional de Bioética	37	44.4	13	5.6	71.0	Bueno
Comisión Estatal de Bioética	35.2	48.1	14.8	1.9	72.2	Bueno
Agrupaciones ciudadanas	7.4	35.2	42.6	14.8	45.1	Moderado
Medios de comunicación	14.8	37	40.7	7.4	53.1	Bueno
Grandes empresas	11.1	29.6	42.6	16.7	45.1	Moderado

Autoridades universitarias	44.4	33.3	14.8	7.4	71.6	Bueno
Autoridades de la dependencia universitaria	51.9	29.6	11.1	7.4	75.3	Muy Bueno

Fuente: Elaboración propia.

Nota: n=54 participantes

### Evaluación de la Satisfacción

En atención a la satisfacción que los participantes expresaron -en función del actuar como vemos en la Tabla 2- las instancias gubernamentales, encontramos que las autoridades federales

merecieron 70.4% menciones de algo a mucha satisfacción, mientras que las estatales consiguieron 81.5% de las alusiones en la misma categoría, en tanto las autoridades municipales tuvieron un 63% en el mismo rango de satisfacción.

Tabla 2. Índice de Satisfacción manifestado por lo estudiantes universitarios durante la pandemia de COVID-19 a distintas instancias.

Instancia	Menciones sobre Confianza (%)				Índice de Confianza	
	Mucha	Algo	Poca	Nada	Numérico	Cualitativo
Autoridades Federales	16.7	53.7	24.1	5.6	60.5	Bueno
Autoridades Estatales	14.8	66.7	16.7	1.9	64.8	Bueno
Autoridades Municipales	16.7	46.3	31.5	5.6	58.0	Bueno
Secretaria de Salud Federal	27.8	51.9	16.7	3.7	67.9	Bueno
Secretaría de Salud Estatal	35.2	44.4	18.5	1.9	71.0	Bueno
Atención en salud por instituciones públicas	31.5	44.4	20.4	3.7	67.9	Bueno
Atención en salud por instituciones privadas	38.9	46.3	13	1.9	74.1	Bueno
Comisión Nacional de Derechos Humanos	22.2	50	18.5	9.3	61.7	Bueno
Comisión Estatal de Derechos Humanos	24.1	48.1	20.4	7.4	63.0	Bueno
Comisión Nacional de Bioética	31.5	46.3	18.5	3.7	68.5	Bueno
Comisión Estatal de Bioética	31.5	44.4	22.2	1.9	68.5	Bueno
Agrupaciones ciudadanas	9.3	35.2	38.9	16.7	45.7	Moderado
Medios de comunicación	11.1	37	38.9	13	48.8	Moderado
Grandes empresas	14.8	31.5	38.9	14.8	48.8	Moderado
Autoridades universitarias	42.6	37	13	7.4	71.6	Bueno
Autoridades de la dependencia universitaria	48.1	35.2	9.3	7.4	74.7	Bueno

Fuente: Elaboración propia. Nota: n=54 participantes

No obstante estas diferencias porcentuales los tres tipos de autoridades alcanzaron un Índice de Satisfacción cualitativo (ISc) de "Bueno". Por lo que respecta a las autoridades en salud -federales y estatales- observamos que las primeras alcanzaron 79.7% y las segundas 79.6% de las menciones de algo a mucha satisfacción, que le concedió obtener un ISc de "Bueno".

En lo que atañe la satisfacción sobre el desempeño de las instancias públicas y privadas de atención en salud, los participantes otorgaron para las primeras

una mención del 75.9% y para las segundas 85.2% en un nivel de algo a mucha satisfacción, que les concedió un ISc de "Bueno". Mientras las actuaciones de las comisiones nacional y estatal de derechos humanos obtuvieron 66.7% y 64.8% -respectivamente- de las menciones de algo a mucha satisfacción, que les otorgó un ISc de "Bueno". En tanto las comisiones nacional y estatal de bioética, se hicieron acreedores de 81.4% y 83.3% -correspondientemente- que les facultó para contar con un ISc de "Bueno".

### **Relación del Índice de Confianza numérico (ICn) e Índice de Satisfacción numérico (ISn)**

Ambos instrumentos válidos se aplicó una prueba de correlación estadística entre los índices – ICn y ISn- con la finalidad de confirmar que la relación entre la confianza y la satisfacción manifestada por los participantes se vincula. Es así que obtuvimos una Coeficiente de Correlación de Pearson de 0.962, que fue estadísticamente significativo con un valor de  $p < 0.01$ , obteniendo además un Coeficiente de Determinación equivalente a 0.925.

### **V. DISCUSIÓN**

El propósito de la presente investigación fue evaluar el nivel de confianza y satisfacción que existe de parte de los estudiantes universitarios con respecto a las actuaciones de las distintas instancias que valoramos durante esta pandemia de COVID 19. Al respecto, logramos encontrar que los órganos que recibieron el mayor nivel de confianza –“Muy Bueno”- fueron la Secretaría de Salud Estatal, la atención brindada por las instituciones privadas del sector salud y las autoridades de la dependencia universitaria donde estudiaban –Facultad de Biología-. Mientras que las instancias que recibieron menor valoración de confianza –“Moderado”- fueron las agrupaciones ciudadanas y las empresariales.

Estos resultados muestran que los estudiantes –en relación a la confianza- se sienten mejor identificados con aquellos organismos mejor evaluados, al experimentar de manera más favorable sus actuaciones. Con lo cual se crea un clima social en derredor de estas instituciones, donde surgen adjetivaciones por parte de los actores de competentes, honestas, con buena voluntad, consideradas, cumplidas, entre otras (Yañez, Ahumada y Cova, 2006; ¿?). De esta manera las personas que evalúan levantan además constructos en derredor de estas instancias que les conducen a confiar por el hecho de cumplir -de forma general- a sus expectativas individuales o de conjunto (Rotter, 1980). Inclusive estas valoraciones se extienden hasta el personal que labora en estas dependencias.

Sin embargo, hemos considerado que no era suficiente evaluar la confianza en la población estudiada, por lo cual contemplamos relevante y pertinente examinar la satisfacción esgrimida por los estudiantes universitarios. Es así, que en lo referente

a la satisfacción, encontramos que los organismos mejor evaluados –“Bueno”- fueron las autoridades federales, estatales y municipales, además las autoridades de salud federal y estatal, como también las instituciones públicas y privadas que brindan atención en salud. De igual forma encontramos a las comisiones federales y estatales de derechos humanos y bioética, y finalmente a las autoridades universitarias como las de su dependencia. En tanto las evaluadas menormente han sido las agrupaciones sociales, los medios de comunicación y las empresas –“Moderado”-.

La satisfacción de acuerdo con Diener, Emmons, Larsen y Griffin (1985) se establece cómo un proceso cognoscente que se yergue en el individuo o personas que lo llevan a cabo al comparar la coherencia -como reciprocidad- entre lo que se espera y lo pretendido. Esta experiencia en las personas produce un estado de bienestar –positivo o negativo- que se enlaza con el hoy y se proyecta en el tiempo. De tal manera, que los estudiantes universitarios –en este estudio- se sienten identificados positivamente con los organismos mejor evaluados.

Por lo cual, la buena actuación de las distintas instancias se constituyen en elementos que permean en las percepciones de las personas, hay que recordar que la satisfacción de un hecho observado comienza con el individuo y termina juntamente en él, esto es resultante de su propia experiencia y la evaluación del desempeño de las distintas instancias valoradas, en las cuales también se ve involucrado un componente sumamente importante como el afectivo, como lo mencionó Richard L. Oliver (1980), en su postrer estudio.

Los instrumentos empleados refieren una excelente consistencia interna. Por consiguiente, fue preciso evaluar la relación existente de las estimaciones compendiadas por el Índice de Confianza numérico y el Índice de Satisfacción numérico, encontrando una relación estadísticamente significativa que denota que al incrementarse la confianza positivamente se supedita un incremento por igual de la satisfacción en la valoración de las distintas dependencias realizadas por los estudiantes participantes. Y reveló además que este comportamiento existente entre la confianza y satisfacción cuenta con una expresión del 92.5% dentro del modelo explicativo de la prueba estadística. Además se encuentran los siguientes

algoritmos de orden cualitativo durante el análisis: epidemiológica.

1. Si la confianza es < a la satisfacción: descontento.  
No se encontró aquí ninguna instancia valorada.
2. Si la confianza es = a la satisfacción: certidumbre.  
Encontramos con la categoría de “Buena confianza y Buena satisfacción” a las autoridades federales, estatales y municipales, autoridades federales de salud, la atención en salud por parte de las instituciones públicas, las comisiones de derechos humanos federal y estatal, así como las comisiones de bioética federal y estatal, como a las autoridades universitarias. Mientras en la categoría de “Moderada confianza y Moderada satisfacción” tenemos a las grandes empresas y a las agrupaciones ciudadanas.
3. Si la confianza > a la satisfacción: optimismo.  
Encontramos en la categoría de “Muy Buena confianza y Buena satisfacción” a las autoridades de salud en el estado de Nuevo León, la atención en salud por instituciones privadas y el actuar de las autoridades de la dependencia universitaria donde estudian. Mientras en la categoría de “Buena confianza y Moderada satisfacción” tenemos a los medios de comunicación.

Finalmente, por lo antes expuesto, podemos inferir que en el escenario de COVID-19 que se está experimentando, los alumnos universitarios mediante la evaluación a las dependencias han constituido a la confianza como un componente social muy importante para sostener con el entorno social e institucional una relación vinculante – proclive en este caso a la positividad- que se custodia en “la esfera privada y [que] es una característica de las relaciones personales basadas en las experiencias y los conocimientos de primera mano” (Montero, Zmerli y Newton, 2008, p. 20). En definitiva, la confianza se instituye en el medio canalizador de la satisfacción individual o grupal, y con ello se logra revelar la veracidad de las acciones emprendidas por las distintas instancias ante esta contingencia

## VI. CONCLUSIONES

El desarrollo de este tipo de investigaciones en el contexto socioambiental, son sumamente relevantes porque nos ha permitido acercarnos a la aprehensión de las formas de pensar, así como conocer la actitud que las personas –este caso estudiantes universitarios- manifiestan frente a una actuación o hecho, como ha sido el proceder de distintas instancias durante la pandemia de COVID 19. De tal manera que la confianza y satisfacción que manifestaron los participantes se constituyeron en las variables determinantes en esta valoración. Con lo cual, nos permitió establecer la validez de dos instrumentos para tasar la confianza y satisfacción, y adicionalmente nos ha permitido concebir tres algoritmos cualitativos que relacionan la confianza y satisfacción para comprender la correspondencia existente entre estas dos condiciones, que expresan tres escenarios que emanan de sus interlocutores como es: malestar, certidumbre u optimismo.

## VII. AGRADECIMIENTOS

El presente manuscrito es parte de la línea de generación y aplicación del conocimiento “desarrollo humano, calidad de vida y sustentabilidad”, que se despliega en el Cuerpo Académico 181-UANL de Ciencias Exactas y Desarrollo Humano –en la Facultad de Ciencias Biológicas- de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por ello se agradece a nuestra institución universitaria. Además se reconoce al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y a los estudiantes que accedieron a participar voluntariamente.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M. (2016) Calidad y satisfacción: el caso de la Universidad de Jaén. *Revista de la Educación Superior*, 45(178), 79–95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resu.2016.02.005>

ANUIES (2020). *Acuerdo Nacional por la Unidad en la Educación Superior frente a la emergencia sanitaria provocada por el covid-19*, <https://tinyurl.com/ya9q83v9>

Caldera-Villalobos, C., Garza-Veloz, I., Martínez-

- Ávila, N., Delgado-Enciso, I., Ortiz-Castro, Y., Cabral-Pacheco, G.A. & Martínez-Fierro, M.L. (2020). The Coronavirus Disease (COVID-19) Challenge in Mexico: A Critical and Forced Reflection as Individuals and Society. *Front. Public Health*, 8 (337), 1-4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00337>
- Chiatchoua, C., Lozano, C. & Macías-Duran, J. (2020). Análisis de los efectos del COVID-19 en la economía mexicana. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 14, (53), 265-290. <http://doi.org/10.26457/recein.v14i53.2683>
- Christensen, H.B. (2012). *Estadística paso a paso*. México. Ed. Trillas.
- Clavelina, J.L. & Domínguez, M.I. (2020). Implicaciones económicas de la pandemia por COVID 19 y opciones públicas. *Notas Estratégicas del Instituto Belisario Domínguez*, 81 (abril), 1-10. <https://tinyurl.com/yywba6ln>
- Díaz, T. & Alemán, P. (2008). La educación como factor de desarrollo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 23,1-15. <https://tinyurl.com/y37jdpve>
- Diener, E., Emmons, R.A. Larsen, R.J. & Griffin, S. (1985). The satisfaction with life scale. *Journal of Personality Assessment*, 49(1), 71-75. <https://psycnet.apa.org/record/1985-27000-001>
- González, J. & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando*, 2(1), 62-67. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-423821>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill
- Lewicki, R. & Benedict, B. (1996). Developing and maintaining trust in work relationships. En R. M. Kramaer & T. R. Tyler (Eds). *Trust in organizations. Frontiers of theory and research*. (pp. 114-139). Thousand Oaks: Sage Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781452243610.n7>
- Lloyd, M. (2020). Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. COVID-19. En: H. Casanova Cardiel (Coord.), *Educación y pandemia: una visión académica* (pp. 115-121). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. <https://tinyurl.com/y6zmyo8p>
- Maldonado, G., Miró, M.A., Stratta, A.E. Barreda, A. & Zingaretti, L. (2020). La educación superior en tiempos de covid-19: análisis comparativo México - Argentina. *Revista de Investigación en Gestión Industrial, Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo*, 2(2), 35-60. <https://doi.org/10.34893/gisst.v2i2.79>
- Martínez, J., Torres, M.C. & Orozco, E.D. (2020). *Características, medidas de política pública y riesgos de la pandemia del Covid-19*. México: Instituto Belisario Domínguez / Senado de la República. <https://tinyurl.com/yxh4b5bx>
- Montero, J.R., Zmerli, S. & Newton, K. (2008). Confianza social, confianza política y satisfacción con la democracia. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 122, 11-54. [http://www.reis.cis.es/REIS/PDF/REIS\\_122\\_011238570387245.pdf](http://www.reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_122_011238570387245.pdf)
- Oliver, R.L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460-469. <http://www.jstor.org/stable/3150499>
- Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior. *Revista de la Educación Superior*, 194 (49), 1-8. <https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1120>
- Pamplona, F. (2020). La pandemia de COVID-19 en México y la otra epidemia. *Espiral-Estudios sobre Estado y Sociedad*, 27(78-79), 265-302. <https://doi.org/10.32870/ees.v28i78-79.7208>
- Peng, X.B., Gong, W.G. & Peng, M.L. (2016). Empirical Study on Trust Repair of Government

- in Public Crisis Event. *Open Journal of Business and Management*, 4, 376-391. <http://dx.doi.org/10.4236/ojbm.2016.42040>
- Pérez-Archundia, E. (2020). Desigualdad y rezago. El sistema educativo mexicano al desnudo frente a la pandemia del COVID-19. *Entramados*, 7 (7), 36-41. <https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/entramados/article/view/4212>
- Provencio, E. (2020). Política económica y Covid-19 en México en 2020. *EconomíaUNAM*, 17(51), 263-281. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.51.563>
- Ramos, C. (2020). Covid-19: la nueva enfermedad causada por un coronavirus. *Salud Pública de México*, 62, 225-227. <https://doi.org/10.21149/11276>
- Rotter, J. (1980). Interpersonal trust, trustworthiness and gullibility. *American Psychologist*, 35, 1-7. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.35.1.1>
- Yañez, R., Ahumada, L. & Cov, F. (2006). Confianza y desconfianza: dos factores necesarios para el desarrollo de la confianza social. *Universitas Psychologica*, 5(1), 9-20. <https://www.redalyc.org/pdf/647/64750102.pdf>
- Zamora, I.B. (2020). Accesibilidad y uso de Internet en México. La ENDUTIH a la luz de Covid-19. *Visor Ciudadano del Instituto Belisario Domínguez*, 70, 1-24. <https://tinyurl.com/y5mm8a23>

## Estrategia de componentes para el manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en brócoli

Agustina, Valverde-Rodríguez<sup>1</sup>; Henry, Briceño-Yen<sup>2\*</sup>;  
Luisa Alvarez-Benaute<sup>3</sup>; Marco Tineo-Arbi<sup>4</sup>

### Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la eficiencia de la agrupación de diversos componentes para el manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica). Se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos: *Bacillus thuringensis* / trampas de luz/ barreras vivas de maíz (T1), *Metharhizium anisopliae* / trampas a colores / barreras vivas de maíz (T2), trampas a colores/ trampas de luz/ barreras vivas de maíz (T3), y control absoluto (Testigo-To) y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: incidencia de la especie y rendimiento en g/planta. Entre los resultados se registran menor número de oviposiciones, larvas y pupas de *P. xylostella* en el tratamiento T1 (*Metharhizium anisopliae* / trampas a colores/barreras vivas de maíz), ocurre lo mismo en el rendimiento, registrándose los mayores promedios de peso 552,0 g y 513,0 g de pella por planta en el T1 y T2 respectivamente, quedando en el último lugar según el orden de importancia, el testigo con 400,6 g.

**Palabras clave:** Manejo integrado, control etológico, *Plutella xylostella*, barreras vivas, entomopatógenos.

## Component strategy for the integrated management of *Plutella xylostella* L. in broccoli

### Abstract

The objective of the present investigation was to determine the efficiency of the integration of the components for the integrated management of *Plutella xylostella* L. in the cultivation of broccoli (*Brassica oleracea* var. itálica). The completely randomized block design (DBCA) was used with 4 treatments: *Bacillus thuringensis* / light traps / live corn barriers (T1), *Metharhizium anisopliae* / colored traps / live corn barriers (T2), colored traps / light traps / live corn barriers (T3), and absolute control (Control-To) and 3 repetitions. The variables evaluated were: incidence of the species and yield in g / plant. Among the results, fewer ovipositions, larvae and pupae of *P. xylostella* are recorded in treatment T1 (*Metharhizium anisopliae* / colored traps / live corn barriers), the same occurs in yield, registering the highest weight averages. 552.0 g and 513.0 g of pellet per plant in T1 and T2 respectively, remaining in the last place according to the order of importance, the control with 400.6 g.

**Keywords:** Integrated management, ethological control, *Plutella xylostella*, living barriers, entomopathogens.

**Recibido:** 15 de mayo de 2021

**Aceptado:** 12 de agosto de 2021

<sup>1</sup> M.Sc. Ciencias Agropecuarias Mención Sanidad Vegetal, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú <https://orcid.org/0000-0003-1522-4827>

<sup>2</sup> M.Sc. Produccion Agricola, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú [hbriceno@unheval.edu.pe](mailto:hbriceno@unheval.edu.pe)

<sup>3</sup> - M.Sc. Agua.Análisis Interdisciplinario Y Gestión Sostenible, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

<sup>4</sup> Bachiller Ciencias Agrarias, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Perú

\*Autor para correspondencia: [hbriceno@unheval.edu.pe](mailto:hbriceno@unheval.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

La especie *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) es una plaga cosmopolita altamente destructiva de Brassicas en todo el mundo, cuyo costo anual mundial para su control está en mil millones de dólares estadounidenses (Perry *et al.*, 2020; Zalucki *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2016). Su presencia se acentúa en una diversidad de especies de brassicacea cultivadas y silvestres introducidas o nativas en todo el mundo, con altas poblaciones en las regiones tropicales y templadas (Talekar y Shelton, 1993). Asimismo, esta plaga presenta en campo múltiples generaciones, un período de crecimiento corto, alrededor de 18 días, su población puede aumentar hasta 60 veces de una generación a la siguiente (De Bortoli, 2013). En el cultivo del brócoli el nivel de daño económico (NDE) de esta plaga es de 2-3 larvas por hoja en 10 plantas, mientras que el umbral económico es de 1 a 2 larvas en 10 plantas (Fernández *et al.*, 2013), en otros estudios se ha definido que, para brócoli y coliflor el NDE es de 0,5 larvas hasta los primeros 45 días, y 0,2 larvas desde los 45 días hasta el último corte (Bujanos *et al.*, 2013). Además, esta plaga debido a sus características biológicas ha desarrollado con bastante facilidad la resistencia a varios plaguicidas, según Zhao *et al.*, (2014): Kang, (2017). Existen estudios donde se ha registrado la resistencia de *P. xylostella* a la mayoría de los plaguicidas o a múltiples compuestos de insecticidas (Baker, 2011; Mo *et al.*, 2003; Furlong *et al.*, 2013; Endersby, *et al.*, 2008) entre ellas los del grupo espinosinas (Wang *et al.*, 2020) y al clorantraniliprol que ha sido fundamental en el manejo de esta polilla (Wang *et al.*, 2020). El control biológico todavía se centra casi exclusivamente en unas pocas especies de parasitoides himenópteros, una alternativa son los entomopatógenos sin embargo se ha registrado su resistencia a *Bacillus thuringiensis* (Bt) en el campo (Lin *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020) estos inconvenientes proporcionan la base para enfoques de manejo integrado de plagas (MIP) sostenibles y económicamente viables (Furlong *et al.*, 2013). El MIP consiste en la combinación de varios métodos, estrategias o tácticas para mantener a las plagas a niveles que no causen pérdidas de importancia económica, sin provocar serios perjuicios ambientales ni humanos (Valencia, 2020).

En el campo entomológico, las tácticas se clasifican

en las siguientes categorías: mejoramiento genético, prácticas silviculturales, control biológico, combate etológico y combate químico selectivo (Hilje, 2020). Según Bustillo (2008), se debe considerar la fenología del cultivo, biología y comportamiento de la plaga, el muestreo, controladores biológicos y la dinámica de la población más las diferentes estrategias de manejo, la evaluación individual de los componentes de control, su compatibilidad entre ellas, armonía, eficacia y el impacto que puede producir (Villegas, 2016). Respecto al MIP Martínez (2010), señala que es una opción que hay que considerar en beneficio del ambiente como de la salud de los seres humanos y la FAO (2005) establece que el manejo integrado de plagas es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados. Castillo (2018) concluye que el MIP es una tecnología que contribuye a mantener la sostenibilidad social, ambiental como económica de los agroecosistemas de producción. Respecto, a la metodología, Correa, (2014) refiriéndose al manejo de lepidópteros con estrategias MIP recomienda monitoreos permanentes, uso de hongos entomopatógenos más extractos vegetales. En tanto Briceño, *et al.*, (2021) recomiendan la utilización de hembras vírgenes de *P. xylostella* como estrategia del manejo integrado de plagas para reducir el daño de la plaga. Padilla y Díaz, (2011) en la investigación Manejo integrado de *P. xylostella* en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) evaluaron diferentes alternativas de manejo entre ellas, la aplicación de *Heterorhabditis bacteriophora*, *Bacillus thuringiensis* y Nim; así como la mejor variante química en una y cuatro aplicaciones. De las alternativas evaluadas, se encontró que la combinación de *H. bacteriophora*, *B. thuringiensis*, Nim y Monarca / Malathion en una aplicación redujeron la incidencia de la plaga estudiada y además la propuesta fue económicamente viable. Por su parte Chávez y Hurtado, (2010) ocupan las combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr para el manejo integrado de *P. xylostella* en brócoli, coliflor y repollo. Sin embargo, estas combinaciones no registran altos porcentajes de efectividad; por

lo tanto, determinar las nuevas combinaciones de los componentes es esencial para averiguar, si son viables y eficientes, además de ser económicamente rentables.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las parcelas hortícolas del centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, ubicada sobre la margen izquierda del río Huallaga - Cayhuayna, Huánuco, dentro de las coordenadas 09° 45' LS; 76° 26' W y a una altitud de 1947 msnm, cuya temperatura media anual es 18.7 °C y la precipitación es 388 mm durante los meses de enero a abril del 2019. La población estuvo constituida por 1440 plantas de brócoli y la muestra de 96 plantas por área neta experimental. Se utilizó el diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales, entre los componentes ocupados se tuvo:

**Tratamiento T1**= Consistió en aplicaciones de los formulados de *Bacillus thuringensis* var. Kurstaki a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas de luz en horas de la noche por tres veces a la semana alternadas diariamente / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental.

**Tratamiento T2**= aplicaciones de los formulados de *Metharhizium anisopliae* a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas pegajosas a colores expuestas durante todo el periodo del desarrollo de la planta / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental

**Tratamiento T3**= trampas pegajosas a colores expuestas durante todo el periodo del desarrollo de la planta / trampas de luz en horas de la noche alternadas diariamente / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental.

**Tratamiento T0**= No recibió ningún componente, fue el testigo absoluto

La aplicación de los entomopatógenos *Bacillus*

*thurigiensis*, y *Metarhizium anisopliae* fueron realizados en horas de la tarde, a partir de las 4:00 pm. Se ocupó el acydif para regular el pH del agua, al momento de dosificar el producto también se añadió un adherente a una dosis de 1 cc por 2 litros de agua con la finalidad de mejorar la adherencia del producto en las hojas.

Como trampeo a base de luz, se utilizó un panel solar, que genera energía en los focos led de 5w 12 v colocadas a una altura de 0.40 m con función de iluminar en horas de la noche. Colocando debajo de ello un recipiente (tina) con atrayente alimenticio a base de melaza para provocar la caída y muerte de los insectos adultos de la especie.

Como trampas de color amarillo, se ocuparon rótulos de 0,30 x 0,40 impregnando de aceite vegetal con recambio interdiaria, ubicados a una altura aproximada de 0,40 m.

Las evaluaciones de la incidencia de poblaciones en los estados huevo, larva y pupa de *P. xylostella* L se efectuaron con una frecuencia de tres veces por semana. Revisando minuciosamente al azar el envés de las hojas de 10 plantas en cada unidad experimental.

Los resultados se analizaron con el software estadístico InfoStat versión 2013. El cumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas se comprobó mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling. Luego los resultados se sometieron a un análisis unidireccional de varianzas seguido de la prueba de comparación de promedios de LSD Fisher ( $p < 0.05$ ) para determinar las diferencias entre los promedios de los tratamientos. un análisis de covarianza para determinar el efecto de las densidades reales de la plaga en el rendimiento, sin necesidad de corregir debido a que no fue significativo.

## III. RESULTADOS

En general las poblaciones de *P. xylostella* sobrepasaron el nivel crítico de 3 individuos por planta (Fernández *et al.*, 2013; Bujanos *et al.*, 2013) durante todo el periodo en estudio. En los resultados bajo condiciones de alta presión de la plaga para este estudio se registran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p < 0.05$ ) a partir de la segunda semana de evaluación.

**Evaluación de la densidad poblacional de oviposturas**

El registro de oviposturas de *P. xylostella* por planta para cada tratamiento comenzó a los 7 días de la instalación del ensayo, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos en la primera fecha de evaluación (tabla 1). Para luego incrementarse en los posteriores días.

Las oviposturas en el tratamiento T1 y el tratamiento T2 a partir del día 21 de evaluación no fueron significativamente diferentes, registrándose oviposturas entre 2,58 a 8,02 por planta, en tanto, en los tratamientos T3 y T0, el promedio de oviposturas fue estadísticamente superior al resto ( $p < 0.05$ ) con hasta 19,77 en el T0 y 17,69 en el T3 a los 49 días de evaluación.

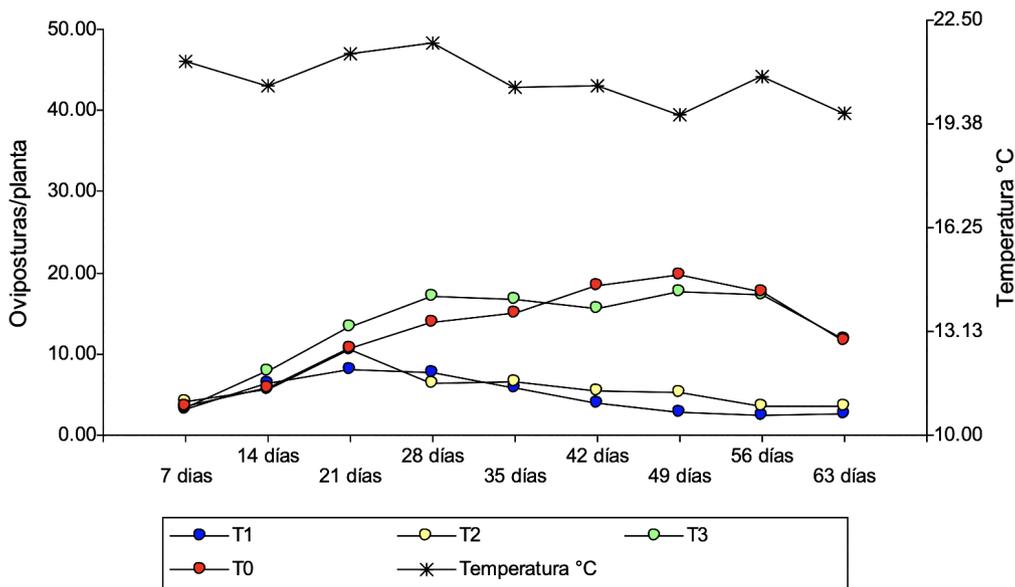
**Tabla 1.** Oviposturas de *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica, temporada 2019

Tratamientos	Promedio de huevos de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación								
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
T1	3,2 a	6,3 b	8,02 a	7,46 a	5,76 a	3,87 a	2,83 a	2,46 a	2,58 a
T2	4,2 a	5,6 a	10,54 a	6,3 a	6,56 a	5,48 a	5,17 a	3,53 a	3,63 a
T3	3,3 a	7,94 c	13,33 b	17,17 c	16,82 b	15,53 b	17,69 c	17,33 b	11,93 b
T0	3,5 a	5,9 ab	10,69 a	13,89 7b	15,02 c	18,47 c	19,77 d	17,69 b	11,61 b
Temperatura	21,5	20,8	21,8	22,1	20,7	20,8	19,9	21,1	19,9
C.V (%)	21,29	3,94	12,11	13,25	8,26	8,44	8,64	9,29	26,45
E.E	0,44	0,15	0,74	0,86	0,53	0,53	0,57	0,55	1,14

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ( $p < 0.05$ ).

Se registra una población en incrementos en las tres primeras semanas de evaluación para todos los tratamientos, sin embargo, a partir de esta fecha se observa una caída paulatina en los tratamientos T1 y T2 llegando en promedio a 2,58 y 3,63 (por debajo

del nivel crítico) respectivamente, en tanto ocurre lo contrario en los tratamientos T3 y T0, donde las poblaciones se incrementan hasta llegar a un pik de 17,33 y 18,47 (Figura 1). Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.



**Figura 1.** Promedio poblacional de huevos *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica) temporada 2019

**Evaluación de la densidad poblacional de larvas**

Al evaluar las poblaciones de larvas de *P. xylostella* en los tratamientos, durante todo el estado de desarrollo de la planta, se pudo registrar que menores poblaciones fueron en el tratamiento T1 y T2 con promedios de 3 a 9 y 3,13 a 10 larvas/planta respectivamente y sin diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos ( $p > 0.05$ ) a

excepción de los reportes en los días 21 y 28 donde se observa un incremento poblacional de hasta 24,80 y 17,783 (T1) y un promedio de 28,30 larvas (21 días) para el T2 (Tabla 2), este incremento posiblemente esta correlacionado con el factor temperatura, que para esas dos fechas fluctuaba en 21,75 °C y 22,1 °C, temperaturas más altas de todo el periodo en estudio. Sin embargo, este factor requiere nuevos estudios para determinar la correlación existente.

**Tabla 2.** Promedio de larvas vivas de *P. xylostella* en campo, evaluadas a través del tiempo

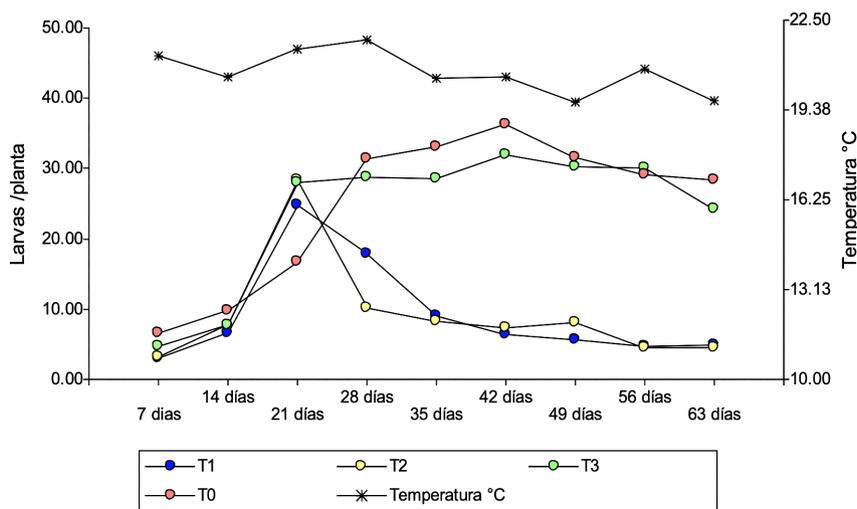
Tratamientos	Número de larvas vivas de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación								
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
T1	3,00a	6,50a	24,80b	17,83b	9,00a	6,40a	5,70a	4,77a	4,93a
T2	3,13a	7,63a	28,30b	10,1a	8,20a	7,43a	8,00a	4,53a	4,50a
T3	4,73ab	7,73a	28,03b	28,7c	28,47b	31,93b	30,30b	30,03b	24,2b
T0	6,53b	9,83b	16,83a	31,4c	32,97b	36,13b	31,63b	29,10b	28,33b
Temperatura	21,5	20,75	21,75	22,1	20,7	20,75	19,85	21,05	19,9
C.V (%)	23,64	10,99	10,38	22,33	14,91	22,68	17,29	17,49	20,74
E.E±	0,51	1,47	1,47	2,84	1,69	2,68	1,89	1,73	1,86

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ( $p < 0.05$ ).

Las respuestas de las poblaciones de larvas son parecidas a las de oviposuras donde el incremento en las tres primeras semanas de evaluación es para todos los tratamientos, a partir de esta fecha se observa una caída consecutiva en los tratamientos T1 y T2 llegando a promedios de 4,93 y 4,50 respectivamente, distinto es el comportamiento en los tratamientos T3 y T0, donde las poblaciones se incrementan hasta llegar a un pik de 30,30 y 31,96 en

el día 42 de evaluación (Figura 1) para luego decaerse ligeramente. Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.

Entre los tratamientos T3 y T0, no se registran diferencias estadísticas ya que ambos presentan poblaciones altas fluctuantes entre los promedios 4,73 hasta 31,93 y 6,53- 36,13 respectivamente (Tabla 2). Estos resultados muestran una correlación con la alta población de oviposuras existentes en las parcelas de los mismos tratamientos.



**Figura 2.** Promedio poblacional de larvas *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. *italica*), temporada 2019.

**Evaluación de la densidad poblacional de pupas de *Plutella xylostella* en campo en el cultivo de brócoli.**

El registro pupa de *P. xylostella* /planta para cada tratamiento comenzó a los 7 días a partir de la instalación del ensayo, registrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos a través del

tiempo, siendo el T1 con menor número de pupas durante todo el periodo (1,46 a 18,02 pupas), y con diferencias estadísticas de los demás tratamientos en estudio ( $p < 0.05$ ). Siendo el T3 con promedios desde 3,12 hasta unas 31,23 pupas por planta seguida por el T0 y sin diferencias estadísticas entre ellas (tabla 3).

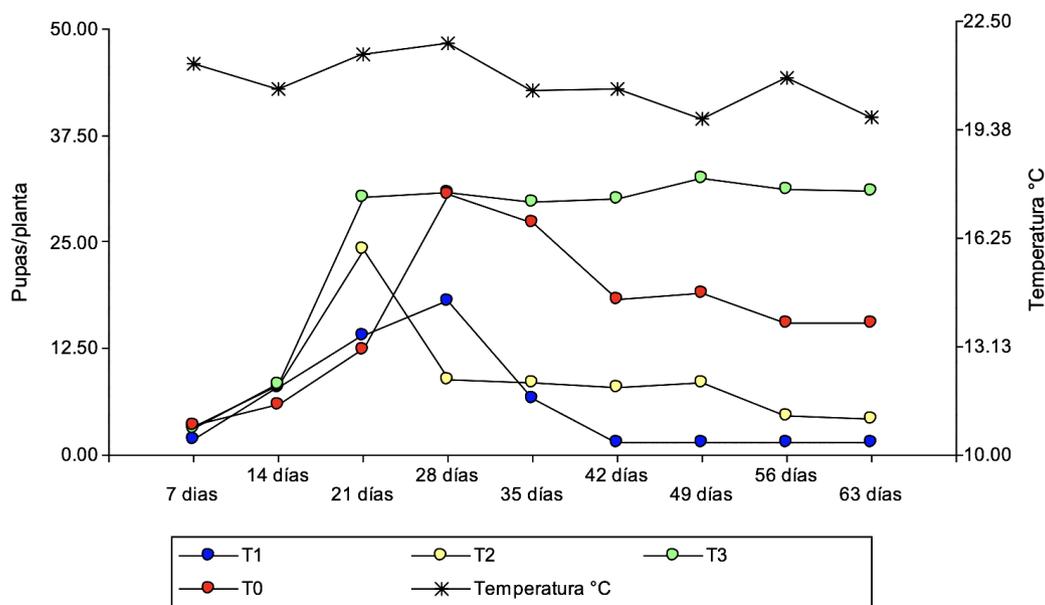
**Tabla 3.** Promedio de pupa de *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica), temporada 2019

Tratamientos	Promedio de pupas de <i>Plutella xylostella</i> en campo pos aplicación									
	7 días	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días	
T1	1,80 a	8,0 b	13,93 a	18,02 b	6,58 a	1,47 a	1,51 a	1,50 a	1,46 a	
T2	3,28 b	8,12 b	24,20 c	8,87 a	8,53 a	8,00 b	8,48 c	4,60 a	4,27 a	
T3	3,12 b	8,27 b	30,27 c	30,83 c	29,63 b	30,03 c	32,53 c	31,23 b	31,02 b	
T0	3,57 b	5,89a	12,30b	30,67 c	27,23 b	18,33 c	18,97 b	15,53 b	15,47 b	
Temperatura	21,5	20,8	21,8	22,1	20,7	20,8	19,9	21,1	19,9	
C.V (%)	18,82	13,72	11,34	7,7	1,69	10,84	7,92	13,17	18,08	
E.E±	±0,32	±0,6	±1,32	±0,98	±0,18	±0,9	±0,7	±1,01	±1,36	

Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí, Test LSD Fisher ( $p < 0.05$ ).

El comportamiento poblacional de las pupas es similar a la de las larvas, los registros se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias

entre el promedio de los tratamientos vs. control absoluto (Figura 3). Se incluye el factor temperatura para determinar la correlación.



**Figura 3.** Población de pupas *P. xylostella* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. itálica), temporada 2019

**Rendimiento del cultivo de Brócoli**

El mayor promedio de pesos de pella por planta lo obtuvo el T1 con 552,01 gramos seguida por el T2 con 513,00 gramos amos tratamientos difieren

estadísticamente ( $P=0.0018 < 0.05$ ) del T3 que en promedio el peso de pella es 449,89 gramos y el T0 con 400,58 gramos, ocupando el último lugar según el orden de importancia (figura 4).

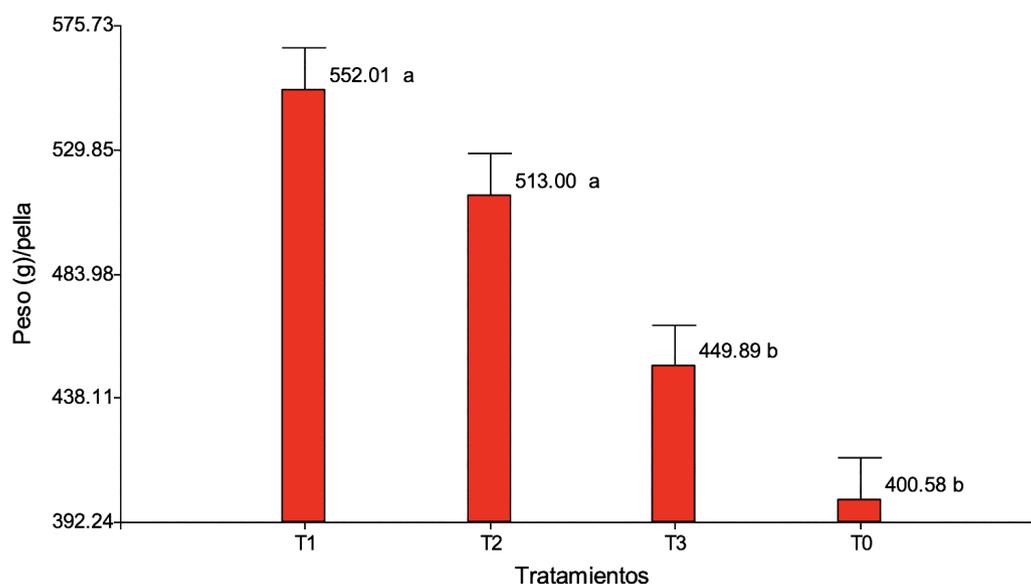


Figura 4. Peso promedio de pella por planta

#### IV. DISCUSIÓN

Las densidades poblacionales más bajas oviposturas, larvas y pupas de *P. xylostella* se registraron en las parcelas con aplicaciones de los formulados de *B. thuringensis* var. *kurstaki* a razón de 40 g/ 20 litros de agua, cada 5 días / trampas de luz en horas de la noche por tres veces a la semana con días alternadas / barreras vivas a base del cultivo de maíz amiláceo al contorno de las parcelas de cada unidad experimental (T1). Por su parte Ramírez-Rubio *et al.*, (2018) con el empleo de *B. thuringiensis* en el control de *P. xylostella* (L.) en el cultivo de la col reportaron eficiencias de hasta un 98% de efectividad. Debiéndose ello al mecanismo de acción de las esporas o cristales de Bt que son capaces de paralizar las piezas bucales y el intestino conduciendo al insecto al cese de la alimentación, regurgitación y diarrea (Vázquez, 2003; Ramírez-Rubio *et al.*, 2018), también como técnica de manejo se ocupan los cultivos trampa que alejan a las plagas del cultivo comercial (Hasheela *et al.*, 2010). Por su parte Moreno y González, (2007) indican que como parte del manejo agroecológico de plagas se destacan las barreras vivas de maíz y otras plantas. El maíz en particular permite prevenir y/o suprimir el ingreso de las plagas gracias a la envergadura de sus hojas en el desarrollo fenológico (Vázquez

2004<sup>a</sup>; Estrada *et al.*, 2019). Las trampas de luz en horas de la noche para el caso de los lepidópteros adultos son eficientes, esta técnica fue empleado por Lazarte y Tupes, (2015) para la captura de adultos de *Prodidiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate, registrándose hasta 27, 56 adultos/semana. La atracción que la luz ejerce sobre los lepidópteros, en particular la luz blanca, ha sido ya demostrada por otros investigadores como Soto (2009).

En cuanto al uso de trampas adhesivas de colores para los adultos, existen varios estudios que demuestran su efectividad, como por ejemplo trampas a colores para la captura de adultos de *Tuta absoluta*, *T. vaporariorum*, *Epiphyas postfijttona* Walke., 1863 y *Cydia pomonella* (Clare *et al.*, 2000; Uchoa-Fernandes y Vilela (1994).

Se ha comprobado la eficacia de *Metarhizium anisoplia* en numerosos ensayos referente al control de *P. xylostella* (Batta, 2013; Ouyang *et al.*, 2015; Zafar *et al.*, 2020; Dong *et al.*, 2016), en el presente estudio también se logra comprobar su eficiencia en el control de lepidópteros, específicamente en la reducción de larvas de *P. xylostella*.

En lo que respecta a los rendimientos promedio obtenidos en este estudio, son similares a los reportados por Puenayan *et al.*, (2010), quienes registraron el mayor peso de las pellas con promedios entre 505,97 y 401,24 g.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten concluir que las integraciones MIP a base de los formulados de *B. thuringensis* var. Kurstaki / trampas de luz en horas de la noche/ barreras vivas de maíz amiláceo al contorno de las parcelas (T1) y *M. anisopliae* / trampas pegajosas a colores / barreras vivas de maíz (T2), permiten mantener bajas poblaciones de la especie *P. xylostella* en sus diferentes estados de desarrollo biológico.

El rendimiento comercial de brócoli fue superior con la integración de componentes MIP T1 seguida por la integración MIP T2.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baker, G. J. (2011). Crucifer vegetable insecticide resistance management strategies and issues in Australia. In The Sixth International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests (eds Srinivasan, R., Shelton, A. M. & Collins, H. L.) 21–25.

Batta, Y. A. (2013). Efficacy of endophytic and applied *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales) against larvae of *Plutella xylostella* L. (Yponomeutidae: Lepidoptera) infesting *Brassica napus* plants. *Crop Protection*, 44, 128-134.

Briceño, Y.H., Alvarez B.L.M. Valverde R.A. (2021). Eficiencia del número de hembras vírgenes en la captura de machos adultos de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de Brassicas. *Revista Ciencia UNEMI* Vol. 14, N° 35, Enero-Abril 2021, pp. 73 – 80

Bujanos Muñoz, R., Jarillo, A.M., Díaz Espino, L.F., Gámez Vázquez, A.J., Ávila Perches, M.A., Herrera Vega, R., Dorantes González, J.R.A. y Gámez Vázquez, F.P. (2013). Manejo integrado de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) en la región del bajío, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, México. Folleto Técnico 27. 44pp.

Castillo V. J. R. (2018). Desarrollo de un Programa de Manejo Integrado de Plagas para Espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en la irrigación Chavimochic.

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL\\_5c07f3b798367142664875b8a5f94ab3](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_5c07f3b798367142664875b8a5f94ab3)

Chávez, G. L., & Hurtado, R. M. (2010). El manejo integrado de *Plutella xylostella* en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras.

Clare, G., Suckling, D., Bradley, S., Walker, J., Shaw, P., Daly, J., McLaren, G. & Wearing, C. (2000). Pheromone trap colour determines catch of non-target insects. *Nerl Zealqtd Plant Protection*. 53:216-220.

Correa, G. (2014). Manual del cultivo de las plantas condimentarias de exportación bajo buenas prácticas agrícolas. Primera edición. Gobernación de Antioquia, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Medellín, 140p.

De Bortoli, S. A., Polanczyk, R. A., Vacari, A. M., De Bortoli, C. P., & Duarte, R. T. (2013). *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Tactics for integrated pest management in Brassicaceae. Weed and pest control-conventional and new challenges. Rijeka: InTech, 31-51.

Dong, T. Y., Zhang, B. W., Weng, Q. F., & Hu, Q. B. (2016). The production relationship of destruxins and blastospores of *Metarhizium anisopliae* with virulence against *Plutella xylostella*. *Journal of Integrative Agriculture*

Endersby, N. M., Ridland, P. M. & Hoffmann, A. A. (2008). The effects of local selection versus dispersal on insecticide resistance patterns: longitudinal evidence from diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Australia evolving resistance to pyrethroids. *Bull. Entomol. Res.* 98, 145–157. <https://doi.org/10.1017/S0007485307005494>

Estrada, O. G. D., Arias, A. P., & Cedeño, Q. A. (2019). Manejo agroecológico de plagas en sistemas de cultivos urbanos del municipio Manzanillo, provincia Granma (Original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(3), 99-111.

- FAO, (2005) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Departamento de Agricultura y Protección al Consumidor. Programa de lucha contra las plagas FAO/OIEA. Manejo integrado de plagas en zonas extensas <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0506sp1.htm>
- Fernández, C., Lietti, M. y Montero, G. (2013). Ensamblajes de insectos herbívoros y benéficos, en Brassicaceae de cultivos y bordes en agroecosistemas extensivos y huertas agroecológicas. II jornadas técnicas de agricultura urbana, Zavalla. DOI: 10.13140/RG.2.2.19398.78407.
- Furlong, M. J., Wright, D. J. & Dosdall, L. M. (2013). Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. *Annu. Rev. Entomol.* 58, 517–541. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605>
- Hasheela, E.B.S., Nderitu, J. H. y Olubayo, F.M. (2010). Evaluation of border crops against Infestation and damage of cabbage by diamondback moth (*Plutella xylostella*). *Tunisian Journal of Plant Protection* 5 (1): 99-106.
- Hilje, L. (2020). En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de 20 las meliáceas (*Hypsipyla grandella*). *Revista de Ciencias Ambientales* 54(2):211-229. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.54-2.13>.
- Kang, S. M., Waqas, M., Hamayun, S., Asaf, A. L., Khan, A. Y., Kim, Y. G. Park, and I. J. Lee. 2017. Gibberellins and indole3-acetic acid producing rhizospheric bacterium *Leifsonia xyli* SE134 mitigates the adverse effects of copper-mediated stress on tomato. *J. Plant Interact.* 12: 373-380
- Lazarte, J. J. M., & Tupes, A. M. (2015). Trampas de luz con panel pegante para la captura de adultos de *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) en tomate. *REBIOL*, 34(2), 53-59.
- Li, Z., Feng, X., Liu, S.-S., You, M. & Furlong, M. J. (2016). Biology, ecology, and management of the diamondback moth in China. *Annu. Rev. Entomol.* 61, 277–296. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023622>
- Lin, J., Yu, X. Q., Wang, Q., Tao, X., Li, J., Zhang, S., ... & You, M. (2020). Immune responses to *Bacillus thuringiensis* in the midgut of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Developmental & Comparative Immunology*, 107, 103661. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103661>
- Liu Z, Fu S, Ma X, Baxter SW, Vasseur L, Xiong L, et al. (2020) La resistencia a la toxina Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis* requiere mutaciones en dos parálogos del transportador de casete de unión a ATP de *Plutella xylostella*. *PLoS Pathog* 16 (8): e1008697. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008697>
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: Una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 8(1), 073-082. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-32932010000100010&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932010000100010&lng=es&tlng=es).
- Mo, J. H., Baker, G., Keller, M. & Roush, R. (2003). Local dispersal of the diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)) (Lepidoptera: Plutellidae). *Environ. Entomol.* 32, 71–79. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.1.71>
- Moreno, L. L. V., & González, E. F. (2007). Manejo agroecológico de plagas y enfermedades en la agricultura urbana. Estudio de caso ciudad de La Habana, Cuba. *Agroecología*, 2, 21-31.
- Ouyang, L., Xu, X., Freed, S., Gao, Y., Yu, J., Wang, S., ... & Jin, F. (2015). Cecropins from *Plutella xylostella* and Their Interaction with *Metarhizium anisopliae*. *Plos One*, 10(11), e0142451.
- Padilla, E. R., & Díaz, A. P. (2011). Manejo integrado de *Plutella xylostella* en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) para el municipio de Guantánamo. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 15(4).
- Perry, K.D., Keller, M.A. & Baxter, S.W. (2020). Genome-wide analysis of diamondback moth, *Plutella xylostella* L., from Brassica crops and wild host plants reveals no genetic structure in Australia. *Sci Rep* 10, 12047. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68140-w>

- Puenayan, I. A., Córdoba R. F., Unigarro S. A. (2010) Respuesta del brócoli *Brassica oleracea* Var. Italica L. Híbrido legacy a la fertilización con N - P - K en el municipio de Pasto, Nariño. Revista de *Ciencias Agrícolas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104151>
- Ramírez-Rubio, A. G., Rosell-Pardo, R., & Tamayo-Arias, Y. (2018). Empleo del *Bacillus thuringiensis* en el control de *Plutella xylostella* (L.) En el cultivo de la col (original). Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local, 2(1), 66-79.
- Soto G. (2009). Trampas de luz pegante. Avo Perú SAC. Irrigación Chavimochic. Trujillo, Perú.
- Talekar, N. S. & Shelton, A. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38, 275–301. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>
- Uchoa-Fernandes, M. & Vilela, E. (1994). Field trapping of the tomato worm, *Bupalpulex qbsoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) using virgin females- *An. Soc. Entomol. Brqs il.* 23: 27 L-27 6.
- Valencia Tello, R. N. (2020). Manejo integrado del insecto taladrador *Hypsipyla grandella* en Plantaciones Forestales de *Swietenia macrophylla* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2020).
- Vázquez, M L. (2003). Manejo Integrado de Plagas. Editorial: CIDISAV. Ciudad de La Habana, Cuba. Pág.117, 255-257, 263, 270,274.
- Vázquez LL. 2004a. El Manejo Agroecológico de la Finca. Una estrategia para la prevención y disminución de afectaciones por plagas agrarias. La Habana: ACTAF, 121 pp.
- Villegas Isaza, L. I. (2016). Componentes para el manejo integrado de plagas de *Mentha spicata* en cultivos del Oriente Antioqueño. Escuela de Biociencias.
- Wang, N. M., Li, J. J., Shang, Z. Y., Yu, Q. T., & Xue, C. B. (2020). Increased responses of phenoloxidase in chlorantraniliprole resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Insect Science*, 20(4), 2. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa066>
- Wang, X., Ma, Y., Wang, F., Yang, Y., Wu, S., & Wu, Y. (2020). Disruption of nicotinic acetylcholine receptor  $\alpha 6$  mediated by CRISPR/Cas9 confers resistance to spinosyns in *Plutella xylostella*. *Pest management science*, 76 (5), 1618-1625.
- Zafar, J., Shoukat, R. F., Zhang, Y., Freed, S., Xu, X., & Jin, F. (2020). *Metarhizium Anisopliae* Challenges Immunity and Demography of *Plutella xylostella*. *Insects*, 11(10), 694.
- Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Shu-Sheng, L., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string?. *Journal of economic entomology*, 105(4), 1115-1129. <https://doi.org/10.1603/EC12107>
- Zhao Qihong, Ying Wang., Ye Cao, Anguo Chen., Min Ren, Yongsheng Ge., Zongfan Yu, Shengyun Wan., Anla Hu, Qingli Bo., Liang Ruan, Hang Chen., Shuyang Qin, Wenjun Chen., Chuanlai Hu, Fangbiao Tao., Dexiang Xu, Jing Xu., Longping Wen, Li Li. (2014). Potential health risks of heavy metals in cultivated topsoil and grain, including correlations with human primary liver, lung and gastric cancer, in Anhui province, Eastern China. *Science of the Total Environment*. Volumes 470–471, Pages 340–347.

## 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 el 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](mailto:ciencia_unemi@unemi.edu.ec), o a través de la página web: [ojs.unemi.edu.ec](http://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
<b>Innovación / Originalidad del artículo</b>	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
<b>Precisión en el tema / coherencia con los objetivos</b>	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
<b>Solidez teórica y calidad de los argumentos</b>	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
<b>Nivel científico, diseño experimental, metodología</b>	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
<b>Presentación y justificación de los resultados / conclusiones</b>	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
<b>Impacto del tema presentado en el artículo</b>	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
<b>Perspectivas / futuros trabajos</b>	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
<b>Calidad de la escritura</b>	27.	La redacción del artículo es clara y entendible	SI	SI
<b>Legibilidad de figuras y tablas</b>	28.	Las figuras y tablas se encuentran correctamente enumeradas y con su respectivo título	SI	SI
<b>Bibliografía</b>	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 14 - Número 37, Septiembre-Diciembre 2021  
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](http://www.unemi.edu.ec)

[www.facebook.com/unemionline](https://www.facebook.com/unemionline)  
[@unemionline](https://www.facebook.com/unemionline)

facebook

[www.flickr.com/rpp-unemi](https://www.flickr.com/rpp-unemi)  
[rpp-unemi](https://www.flickr.com/rpp-unemi)



[www.twitter.com/UNEMI\\_ec](https://www.twitter.com/UNEMI_ec)  
[@UNEMI\\_ec](https://www.twitter.com/UNEMI_ec)

twitter

[www.youtube.com/UnemiTube](https://www.youtube.com/UnemiTube)  
[UnemiTube](https://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](mailto:rectorado@unemi.edu.ec)  
Milagro - Guayas - Ecuador