



Una Mirada desde los Observatorios

Comité Editorial

Dra. Elena Rustrián Portilla
Presidenta del Comité Editorial

Mtro. José Othón Flores Consejo
Secretario Técnico

Mtro. Roberto Benítez Contreras
Área Académica
Artes

Mtro. José Luis Sánchez Castro
Área Académica
Biológico Agropecuaria

Dra. Catalina Cervantes Ortega
Área Académica
Ciencias de la Salud

Dra. Ana Cecilia Travieso Bello
Área Académica
Económico Administrativa

Mtro. Federico Colín Arámbula
Área Académica
Humanidades

**Dr. Rabindranarth Romero
López**
Área Académica
Técnica

Dra. Elizabeth Ocampo Gómez
Dirección General de Desarrollo
Académico e Innovación Educativa

Dr. Daniel Bello López
Universidad Veracruzana
Intercultural

**Mtro. Francisco Escudero
Maldonado**
Oficina de la Abogada General



Fotografía cortesía de Aline Román Morales.

Revista UVserva, año 7, no. 13, abril-septiembre 2022. Publicación semestral editada por la Universidad Veracruzana, a través de la Coordinación Universitaria de Observatorios (CUO), con dirección postal: Circuito s/n, Zona Universitaria, C.P. 91000. Xalapa, Veracruz, México; Tel. (228)1179671, <http://uvserva.uv.mx>; correo electrónico: revistauvserva@uv.mx, Editor responsable: David Iván Vicente García. Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2015-111710274300-203, otorgada por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN: 2448-7430.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro. No nos hacemos responsables por textos no solicitados. La opinión expresada en los artículos firmados es responsabilidad del autor.



Contenido

Editorial Elena Rustrián Portilla	1
---	----------

Observatorios:

Construyendo un sistema de monitoreo de lahares en la cuenca Jamapa en el volcán Pico de Orizaba, México Katrin Sieron, Francisco Córdoba Montiel José Daniel Hernández Ventura, Marco Aurelio Morales Martínez, Juan Carlos Salinas Santillán, Luis Enrique Córdoba Soriano, Marian Victoria Hernández Ramírez, Osvaldo Gutiérrez López, Blake Weissling, Edwin Ulices Monfil León	3-12
Datos sobre estilos de vida saludable en el contexto de la contingencia por COVID-19 en adultos-jóvenes veracruzanos. Medición del primer y segundo semestre del 2021 León Felipe Beltrán-Guerra, Jorge Luis Arellanez-Hernández	13-21
El derecho a la educación médica y la ética docente-asistencial Francisco Domingo Vázquez Martínez, Manuel Saiz-Calderón Gómez	22-30
Indicador áreas verdes: Diagnóstico del dosel vegetal en el boulevard Adolfo Ruiz Cortines en Poza Rica Blanca Inés Aguilar Frías	31-43
Observatorio Laboral Veracruzano Cianelli Hernández Camarillo, Fermín Isaías Cabo Leyva	44-52
Monitoreo ambiental en estuarios micromareales: caso de estudio río Jamapa Héctor Perales Valdivia, Rosario Sanay González	53-63
Comparativo de la prensa digital y el Twitter sobre el tema sustentabilidad en Veracruz Patricia Andrade del Cid, Mariangel Pablo Contreras	64-68

Metodología sobre la disponibilidad de agua, políticas públicas y usos del recurso hídrico 69-78
Socorro Menchaca Dávila, Alitzel Calva Maldonado

Conciliación entre los trabajos de cuidados y académico en la Universidad Veracruzana 79-88
Verónica Moreno Uribe

El Observatorio de Procesos Territoriales y Paisajes 89-97
María Ramírez Salazar, Juana Martínez Alarcón, Lourdes Cocotle Romero, Lourdes Cocotle Romero, Rafael Gutiérrez Martínez, Román Manuel Chávez Díaz, Phidel Cedillo Martínez, Hugo Reyes Cid

Metodología proyecto COVID-19: Entornos saludables en espacio público de educación superior 98-112
Irma Elisa Palacios Reyes, Erika Benítez-Malagon, Daniel Alejandro Gómez Escoto, José René Morgado-Bustos, Héctor Saúl Castilla-Moyado

Artículos científicos:

Liberalización económica y emisiones de CO2 en México: un análisis de series de tiempo, 1972-2019 114-141
Rosy Wendoli Carrillo Ovando, Arturo Bocardo Valle

Enfoques econométricos para estimar impactos económicos del cambio climático en la agricultura 142-163
Nubia Zoé Lara Rodríguez, Ana Cecilia Travieso Bello

Vivienda decimonónica en Xalapa: una historia desde la memoria 164-178
Karla Lorena Lozano Merino

Hidrografía y corrientes en la entrada de la Laguna de Alvarado, México 179-195
Héctor Perales Valdivia, Diana Carolina Uscanga Montalvo, Rosario Sanay González

Potencial fungicida del árbol de neem contra el hongo *Hemileia vastatrix* 196-210
Omar Bravo-Ruiz, Lázaro Rafael Sánchez Velásquez, Enrique Alarcón
Gutiérrez, Francisco Cen Pacheco

Sección especial:

Presentación a la Sección Especial 212-213
María Graciela Sánchez Montiel

Efecto del jugo de zarzamora sobre los patrones conductuales de nado y el número de neuronas en la región cg1 de ratas wistar 214-232
Rafael Fernández Demeneghi, Katya Alexa Ramírez Lagunas, Isidro Vargas Moreno, Socorro Herrera Meza, Juan Francisco Rodríguez Landa, Abraham Puga Olgún

Resiliencia e inseguridad alimentaria en población beneficiaria de un comedor comunitario 233-245
Krystal Dennicé González-Fajardo, Alma Nayeli Ortega-Muñoz, Edith Yolanda Romero-Hernández, Susana Sánchez Viveros

Consumo de alimentos ultraprocesados y su relación con sobrepeso y obesidad en estudiantes de la Facultad de Nutrición 246-254
Susana Sánchez Viveros, Edith Yolanda Romero Hernández, Krystal Dennicé González Fajardo, Susana Janeth Avelino Soto, Zuribi Nayánith Hernández Ollivier

Relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios 255-263
Sebastián Cervera Pereyra, Blanca Estela Trejo Sánchez, Adelma Escobar Ramírez, Carlos Javier López Victorio, José Arnold González Garrido

Estado de nutrición y su relación con depresión en estudiantes de la Universidad Veracruzana 264-279
María Graciela Sánchez Montiel, Gabriela Páez Huerta, Guadalupe Jacqueline Olalde Libreros, Omar Lagunes Merino, Monserrat Sánchez Barroso

Editorial

Es un privilegio presentar, ante ustedes, la treceava edición de la revista *UVserva* que, con su habitual puntualidad, aparece este 25 de abril de 2022.

En su séptimo año, *UVserva* se fortalece como una revista científica, transdisciplinaria, de interés nacional e internacional; muestra de ello son las 77,985 visitas registradas en siete años, las 80,658 veces se han descargado los artículos publicados.

En lo que va del año 2022 se tienen 577 visitas a la tabla de contenido, en su mayoría a los números 10, 11 y 12 de la revista, pero también al resto de las ediciones.

El 51% de las visitas mencionadas corresponde a lectores nacionales y el 49% a internacionales, destacando 17 países; entre ellos: Estados Unidos de Norteamérica (8,037), Perú (1,779) y Colombia (1,127); figurando, además, China, Reino Unido y Rusia.

Los artículos de *UVserva* han sido citados 65 veces y están presentes en ocho índices y directorios.

Este número incluye artículos de datos y metodologías de 11 observatorios académicos de la Red de Observatorios de nuestra Universidad, que contribuyen a la generación de conocimiento y dan certeza en la toma de decisiones de los organismos públicos y sociales interesados en los indicadores presentados.

La transdisciplinaria de *UVserva* se muestra en la sección “Artículos científicos” que contiene cinco colaboraciones que tocan diversos temas: liberación económica y su relación con emisiones de CO₂ de 1972 a 2019, vivienda decimonónica en Xalapa, hidrografía y corrientes en la entrada de la Laguna de Alvarado, investigación agronómica sobre el potencial fungicida del árbol de neem contra el hongo *Hemileia vastatrix*, y un artículo de revisión sobre enfoques econométricos útiles para determinar los impactos negativos del cambio climático en la agricultura.

Destaca una “Sección especial” basada en los trabajos presentados en el marco del Congreso Internacional de Nutrición “Retos Alimentarios, Culturales y Nutricionales ante la Sindemia de la Malnutrición y COVID-19: Retos del licenciado en Nutrición” que contribuye con cinco artículos seleccionados del evento.

Es así como *UVserva* sigue siendo una revista que se supera día a día y contribuye al desarrollo científico de Veracruz para México y el mundo.

Dra. Elena Rustrián Portilla
Presidenta del Comité Editorial

Observatorios

Construyendo un sistema de monitoreo de lahares en la cuenca Jamapa en el volcán Pico de Orizaba, México

*Building a lahar-monitoring system in the Jamapa watershed on the
Pico de Orizaba volcano, Mexico*

Katrin Sieron^a | Francisco Córdoba Montiel^b | José Daniel Hernández
Ventura^c | Marco Aurelio Morales Martínez^d | Juan Carlos Salinas
Santillán^e | Luis Enrique Córdoba Soriano^f | Marian Victoria Hernández
Ramírez^g | Osvaldo Gutiérrez López^h | Blake Weisslingⁱ |
Edwin Ulises Monfil León^j

Recibido: 26 de enero de 2022.

Aceptado: 20 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Centro de Ciencias de la Tierra, Xalapa, México. Contacto: ksieron@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4036-9107>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Centro de Ciencias de la Tierra, Xalapa, México. Contacto: fcordoba@uv.mx

*Autor para correspondencia.

^c Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX), Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Xalapa, México. Contacto: daniel.ventura@itsx.edu.mx

^d Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Centro de Ciencias de la Tierra, Xalapa, México. Contacto: marcmorales@uv.mx

^e Instituto Tecnológico Superior de Xalapa (ITSX), Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Xalapa, México. Contacto: 147o01839@itsx.edu.mx

^f Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Facultad de Instrumentación Electrónica, Xalapa, México. Contacto: zS16011570@estudiantes.uv.mx

^g Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Facultad de Instrumentación Electrónica, Xalapa, México. Contacto: zS17023710@estudiantes.uv.mx

^h Universidad Veracruzana, Observatorio Sismológico y Vulcanológico (OSV), Facultad de Instrumentación Electrónica, Xalapa, México. Contacto: zS17012814@estudiantes.uv.mx

ⁱ University of Texas at San Antonio (UTSA), Department of Geological Sciences, EUA. Contacto: Blake.Weissling@utsa.edu

^j Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Contacto: edwin.monfill@e.unicach.mx

Resumen: A través del apoyo financiero de un proyecto reciente por una fundación internacional, se han iniciado los trabajos de monitoreo de lahares en la cuenca Jamapa superior, localizada en el flanco norte del volcán Pico de Orizaba, al interior del Parque Nacional Pico de Orizaba, donde histórica- y recientemente ha tenido lugar la ocurrencia de este tipo de fenómenos. La puesta en marcha de este sistema enfocado al monitoreo, estudio y posteriormente también el alertamiento de lahares, implica la adquisición de datos multiparamétricos entre los que se incluyen principalmente los de tipo hidrometeorológico, sísmico y visual. Por tratarse de un sistema que cumplirá con la función de alertamiento, es imprescindible que los datos estén disponibles a tiempo inmediato en el centro de monitoreo del Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Veracruz (Xalapa) para su almacenamiento, procesamiento y evaluación oportuna. Para tal fin, se ha implementado una red de telemetría local que, en primera instancia, obtiene los datos de los instrumentos en los sitios de interés y posteriormente, procede a la concentración de todos ellos en un punto que aloja a la estación permanente de monitoreo sísmico POHV del volcán Pico de Orizaba, siendo este último un sitio adecuado para transmitir toda la información que genera esta red a la ciudad de Xalapa.

Palabras clave: Pico de Orizaba; monitoreo; lahares secundarios; cuenca Jamapa alta; estaciones sísmicas; vigilancia visual; estaciones meteorológicas.

Abstract: *Through the financial support of a recent project by an international foundation, lahar monitoring was initiated in the upper Jamapa watershed, located on the northern flank of the Pico de Orizaba volcano, inside the Pico de Orizaba National Park, where historically and also recently the occurrence of this type of phenomenon took place. The implementation of this system, focused on the monitoring, study, and later also the warning of lahars, implies the acquisition of multiparametric data, among which hydrometeorological, seismic and visual data are included. As it is a system that will fulfill the warning function, the data must be available in real-time at the monitoring center of the Seismological and Volcanological Observatory of Veracruz (Xalapa) for its storage, processing, and timely evaluation. To this end, a local telemetry network has been implemented that, in the first instance, obtains the data from the instruments at the sites of interest and subsequently proceeds to concentrate all of them at a point that houses the POHV permanent seismic monitoring station of Pico de Orizaba volcano, which represents a suitable site to transmit all the information generated by this network to the city of Xalapa.*

Keywords: *Pico de Orizaba; Monitoring; Secondary Lahars; Upper Jamapa watershed; Seismic Stations; Visual Surveillance, Meteorological Stations.*

Introducción

Por medio del proyecto “Peligros hidrometeorológicos y geológicos en el volcán Pico de Orizaba, México”, financiado por la Sociedad de Geofísicos de Exploración (SEG, por sus siglas en inglés) en el marco del proyecto permanente “Geo-científicos Sin Fronteras” (GWB por sus siglas en inglés), se instaló un sistema para iniciar el monitoreo de lahares, considerando algunos de los parámetros que influyen en su formación en la cuenca Jamapa, ubicada en el flanco norte de

este importante volcán, considerando que ha sido el escenario de este tipo de eventos en el pasado, y que además drena el último glaciar de México, el glaciar Jamapa (Lorenzo, 1964) (**Figura 1**).

El término “lahar” describe de forma general cualquier mezcla de detritos de roca y agua (diferente al flujo de río), en los flancos de un volcán (Smith y Fritz, 1989; Smith y Lowe, 1991; Rodolfo, 1989). Los lahares pueden ocurrir durante una erupción volcánica (lahares syn-eruptivos o primarios), años después de una erupción (post-eruptivos) siendo originados principalmente por lluvias fuertes, o como consecuencia de causas no relacionados a una erupción (lahares secundarios) (Lavigne y Thouret, 2000; Thouret y Lavigne, 2000). Los lahares representan uno de los fenómenos más destructivos que pueden ocurrir en un volcán compuesto como se ha visto, por ejemplo, en los volcanes Nevado de Ruíz (Colombia) (Naranjo et al., 1986) y Pinatubo (Indonesia) (p. ej. Newhall y Punongbayan, 1997).

Para que se origine un lahar en los flancos de un volcán, se necesita una fuente de agua, tal como la derivada de una precipitación pluvial, de un lago o del glaciar en la cima; y abundante material volcánico o volcanoclástico no consolidado; además de pendientes pronunciadas, y finalmente un evento que lo detone o dispare (trigger), tal como una precipitación intensa o un sismo (p. ej. Vallance e Iverson, 2015).

A pesar de que el volcán Pico de Orizaba no ha tenido una erupción reciente, debido a su altura y al abundante material no consolidado que existe por encima de la línea de árboles (4,000 msnm, Lauer y Klaus, 1975), depositado sobre sus flancos superiores con pendientes pronunciadas, existe una susceptibilidad considerable para producir lahares secundarios. Este hecho está evidenciado además por la ocurrencia de lahares en años recientes, como en 90's (Palacios et al., 1999), en el 2003 (Rodríguez et al., 2006) y en el 2012 (Morales et al., 2016; Sieron et al., 2021) (**Figura 1**).

La zona de formación de lahares en la cuenca alta del Río Jamapa ha sido afectada por el retroceso constante (y ahora acelerado) del glaciar Jamapa desde la Pequeña Edad de Hielo (Marta et al., 2021), y por las consecuencias que este proceso conlleva en el contexto de cambios morfológicos y procesos geomorfológicos relacionados (Palacios et al., 1999; Palacios y Vázquez Selem, 1996). El impacto de huracanes u otros eventos hidrometeorológicos extremos sobre los flancos de volcanes en México ha sido ya reconocido (p. ej. Capra et al., 2018), lo que, en conjunto con un aumento en la frecuencia de estos fenómenos (Chiarle et al., 2007; Emmanuel, 2021) y el material disponible, fomenta condiciones ideales para la formación de lahares (y otros fenómenos de remoción en masa).

En este trabajo se presentan algunos aspectos de la instrumentación instalada recientemente en el Pico de Orizaba, así como su integración con la infraestructura previamente existente, aunada a un esquema de sustentabilidad a mediano plazo mediante la integración al Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Veracruz (OSV), en la Universidad Veracruzana (UV).

Figura 1

Flanco norte del Pico de Orizaba visto desde el Calvario (3,800 msnm) (foto tomada por Katrin Sieron, junio 2020)



Nota: Se aprecia el glaciar Jamapa, así como la zona afectada por la formación de lahares en el pasado (círculo negro).

Fuente: Elaboración propia.

1. Instrumentación y protección del equipo de monitoreo

El monitoreo meteorológico comenzó durante la ejecución de un proyecto previo (ECOPICS) en colaboración con el Instituto de Ecología A.C. de México (INECOL), en el que se instalaron tres estaciones meteorológicas DAVIS entre los 3,000 y los 4,500 msnm. Estas estaciones se mantuvieron instaladas e incluso una de ellas continúa actualmente en el Pico de Orizaba, antes de evaluar la posibilidad de reemplazarla con un equipo nuevo. A estas tres estaciones, se sumó un pluviómetro Campbell Scientific instalado por Blake Weissling con apoyo del personal técnico del Centro de Ciencias de la Tierra de la UV, desde hace casi una década y una estación meteorológica completa también de la marca Campbell instalada alrededor de los 4,000 msnm (estación Campbell en la Figura 2, Tabla 1). Los dos sismógrafos Raspberry Shake se instalaron en el Pico de Orizaba en el periodo 2018-2019 y sus datos han sido descargados irregularmente. Ambos sensores sísmicos se incluyen en el sistema de monitoreo: uno está situado (Raspberry Shake 3D) en la zona que morfológicamente ha sido más inestable y variable durante los últimos años y décadas e incluso, ha sido escenario para varios lahares en el pasado reciente. El segundo sismógrafo (Raspberry Shake 1D) se instaló en el sitio de confirmación visual de un eventual lahar cerca del río Jamapa, aguas abajo de la zona de formación de lahares.

Durante los años 2019 y 2020 se construyeron dos casetas pequeñas para alojar y proteger el equipo meteorológico y sísmico con el apoyo de la comunidad de Vaquería, Miguel Hidalgo, y el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO). El detalle final de la distribución de los instrumentos en cada uno de los sitios de monitoreo se desglosa en la Tabla 1 y en la Figura 3, la ubicación de cada una de las estaciones. En lo que respecta al suministro de energía, las cinco estaciones que forman parte de este sistema de monitoreo operan en un esquema de flotación compuesto por un banco de baterías que son recargadas por medio de paneles solares, a través de controladores de carga que aseguran el funcionamiento adecuado y la protección de los equipos. Las tres estaciones que disponen de sensores se describen brevemente a continuación.

La estación Cruce Jamapa se sitúa en la parte más baja de la cuenca Jamapa de tal manera que por un lado, mediante el monitoreo visual que se realiza por medio de una cámara de video Mobotix, se puedan observar cambios originados por los aportes de agua y el material que a causa de ello, es arrastrado desde la parte superior de la cañada que, da evidencia de la ocurrencia de lahares en el pasado. Se eligió esta cámara considerando que está dotada de un algoritmo implementado a través de inteligencia artificial capaz de detectar cambios en el paisaje observado, los que eventualmente podrían ser resultado de la avenida de un lahar, generando en consecuencia, algún tipo de disparo. De manera complementaria, en la misma caseta se aloja un sismógrafo con sensor de movimiento vertical (**Tabla 1**), que permite detectar las vibraciones originadas por el avance de material descendiendo. Esta cámara permite la transmisión de video en tiempo real a tasas definidas por el usuario y está construida para su uso en exteriores.

En la parte más alta, la estación Caja de Agua se ha configurado para concentrar los datos de una estación meteorológica DAVIS para el monitoreo de los parámetros hidrometeorológicos que potencialmente puedan originar un lahar; además de disponer de un sismómetro de 3 componentes (Tabla 1), que contribuye a determinar si el detonante de un lahar ha sido un sismo local o en su caso, regional de magnitud importante. La tercera estación con instrumentos de medición se ha denominado Campbell en referencia a la estación meteorológica ahí instalada y tiene la misma función de observar las condiciones que puedan propiciar la ocurrencia de un lahar. Es importante señalar que las tasas de muestreo de las estaciones meteorológicas son de lecturas de los sensores cada 30 minutos, en tanto que los sensores sísmicos adquieren bajo demanda series de tiempo con una tasa de 100 muestras/s.

Figura 2

Secuencia temporal del proceso de la construcción de la estación Campbell y su respectiva protección (de izquierda a derecha) como ejemplo



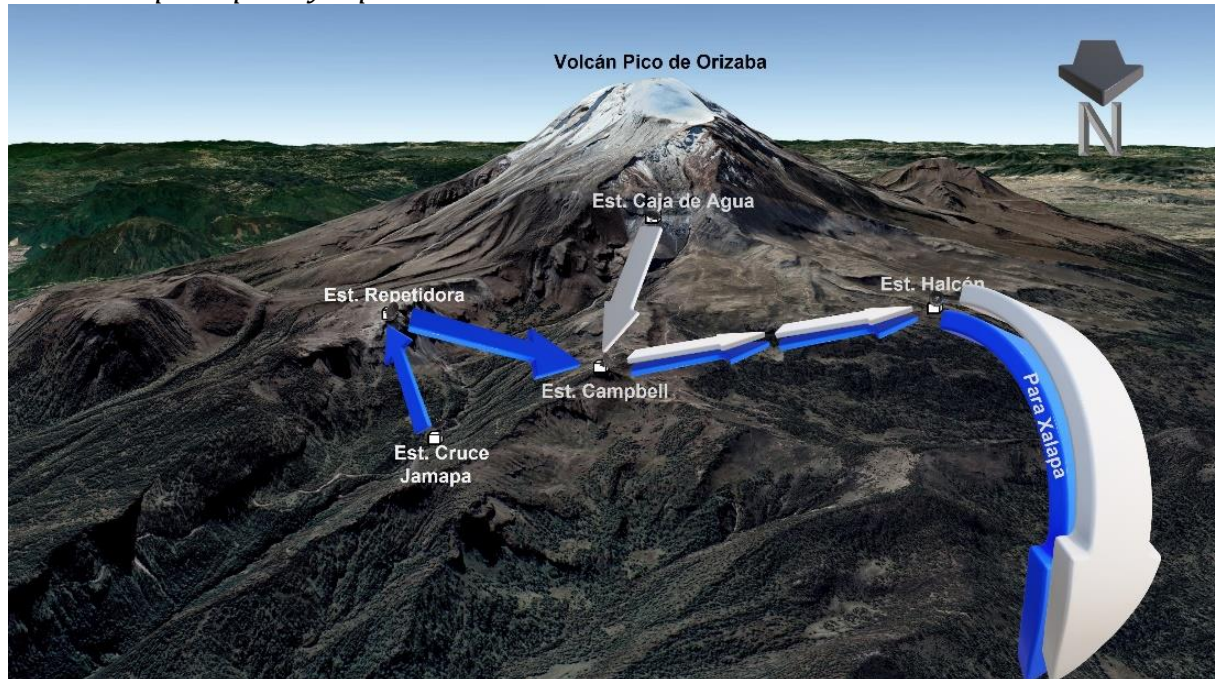
Fuente: Elaboración propia.

2. Telemetría del equipo instalado en el flanco norte del volcán

Durante los años 2020 y 2021, se realizaron pruebas con el sistema de telemetría adquirido basado en radios digitales Ubiquiti. Una vez comprobada su funcionalidad y operatividad, se instalaron los radioenlaces en campo gradualmente de acuerdo a lo especificado en la **Tabla 1**. En la **Figura 3** se puede apreciar la distribución geográfica de la red de estaciones que conforman el sistema de monitoreo de lahares en el flanco norte del Pico de Orizaba, para la transmisión remota de datos multiparamétricos desde el volcán, hasta el centro de monitoreo en Xalapa.

El flujo de datos de la red local se realiza básicamente de la siguiente forma: el equipo de telemetría LiteBeam instalado en la estación Cruce Jamapa (**Tabla 1**) opera en modo estación y enlaza con el radio Ubiquiti instalado la estación repetidora (funcionando en modo Access Point - Repetidor), dado que los datos de Cruce Jamapa no pueden enviarse directamente al punto de concentración intermedio (sin línea de vista). Desde el repetidor, los datos de video y sísmicos de Cruce Jamapa se transmiten a la estación Campbell. Los datos de los instrumentos de Caja de Agua (meteorológicos y sísmicos, ver Tabla 1) pueden transmitirse por medio del radio local configurado en modo estación al punto de acceso de Campbell. En esta última estación, se agregan los datos de la estación meteorológica ahí instalada y una vez concentrados todos ellos, se retransmiten al punto de acceso que se tiene en la estación de monitoreo sísmico Halcón (POHV, que opera desde 1998), donde a través de un enlace punto a punto de largo alcance (airFiber 5XHD, ver **Tabla 1**), podrán recibirse en un sitio del que puedan ser canalizados al centro de monitoreo en Xalapa.

Figura 3
Estaciones principales y repetidor



Nota: Estaciones principales y repetidor que conforman el sistema de monitoreo de lahares y flujo de datos (concentración en la estación Campbell), para que ser reenviados a la estación Halcón y de ahí, retransmitidos a las instalaciones del CCT, en Xalapa, Veracruz.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1
Descripción de la instrumentación y equipo de telemetría que forman parte del sistema de monitoreo de lahares

Nombre de la estación	Instrumentación	Telemetría
Cruce Jamapa	- Sismógrafo Raspberry Shake® 1D con sismómetro vertical (geófono) - Cámara de video Mobotix M16	Radio Ubiquiti 5 Ghz 10 Mbps LiteBeam®M ⁵ modelo LBE-MS-23 (enlace Cruce Jamapa-Repetidora)
Repetidora	No aplica	Radio Ubiquiti 5 Ghz NanoStation®loco M ⁵ modelo LOCOM5 (enlace Repetidora-Campbell)
Caja de Agua	- Estación Meteorológica DAVIS Instruments Vantage Pro2™ Plus que incluye pluviómetro, anemómetro, termohigrómetro, sensor de radiación UV y de radiación de solar. - Sismógrafo Raspberry Shake® 3D con geófonos ortogonales en las direcciones este, norte y vertical	Radio Ubiquiti 5 Ghz NanoStation®loco M ⁵ modelo LOCOM5 (enlace Caja de Agua-Campbell)
Campbell	Estación meteorológica Campbell Scientific ClimaVUE™50, que contiene datalogger CR300-RF407 con los siguientes sensores: piranómetro, anemómetro ultrasónico, sensor de temperatura,	Radio Ubiquiti 5 Ghz 10 Mbps LiteBeam®M ⁵ modelo LBE-MS-23 (enlace Campbell-Caja de Agua)

	sensor de humedad relativa, pluviómetro e inclinómetro.	Radio Ubiquiti 5 Ghz 10 Mbps LiteBeam®M ⁵ modelo LBE-MS-23 (enlace Campbell-Halcón)
Halcón	No aplica	Radio Ubiquiti 5 Ghz NanoStation®loco M ⁵ modelo LOCOM5 (enlace Campbell-Halcón) Radio Ubiquiti airFiber® 5XHD modelo AF-5XHD (enlace Halcón-Xalapa)

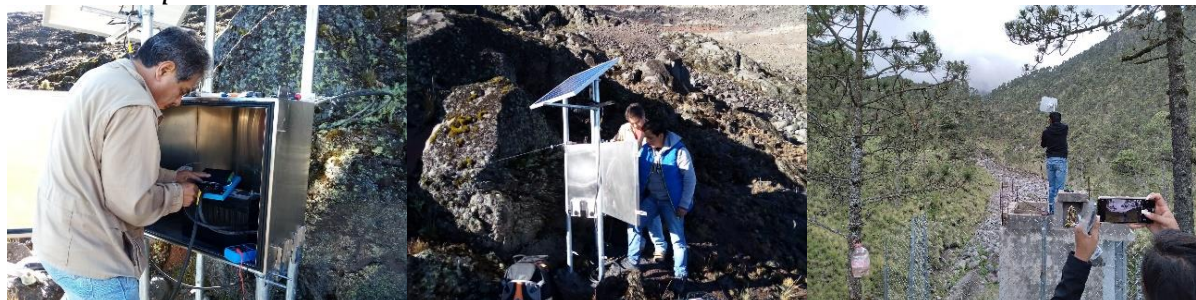
Fuente: Elaboración propia.

3. Sustentabilidad del sistema de monitoreo

El problema de la sustentabilidad posterior a la adquisición inicial de equipos en el marco de proyectos financiados durante un tiempo corto, limitado por lo general a un par de años, es un problema recurrente. Sin financiamiento, no se pueden garantizar las salidas para trabajo de campo necesarias para la descarga datos, ni dar el mantenimiento requerido al equipo. Por ello, muchos investigadores prefieren desinstalar los instrumentos, una vez terminada la vigencia del proyecto. Aunado a lo anterior, existe el problema de la seguridad y de los costos para el investigador en el caso de robo o extravío o daño. En este caso, sin embargo, se debe tratar de garantizar la sustentabilidad del sistema, ya que su destino a mediano plazo es proteger a las comunidades expuestas cuenca abajo de estos flujos de detritos (lahares) futuros. Por ello, se optó por implementar la transmisión automatizada (a través de telemetría) y la integración permanente de la infraestructura reciente al OSV. Además, al compartirse estos datos con instituciones como el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), se fomenta el interés por mantener un sistema como tal de forma más amplia (no restringida al ámbito local).

A este sistema de monitoreo eventualmente, se le debe anexar un sistema de alerta para la población expuesta, lo que se puede alcanzar luego de entender y aprender sobre los factores que detonan estos fenómenos, lo que a su vez se logrará durante el monitoreo de los siguientes meses y años. Se tiene la intención en un futuro, de ampliar el monitoreo a otras cuencas, si se obtienen los recursos necesarios.

Figura 4
Instalación parcial del sistema de telemetría



Fuente: Fotos tomadas por Marco Morales Martínez y Katrin Sieron

4. Comentarios finales

Realizar el monitoreo en alta montaña representa un reto importante, dado que las condiciones de trabajo (construcción, instrumentación, mantenimiento, etc.) son complicadas, por lo que se requiere de un buen equipo y del apoyo local, además de una decidida voluntad. Esperamos que este trabajo sea de utilidad para agregar otra componente de vigilancia: el alertamiento por lahares, aunado al monitoreo sísmico del volcán que se efectúa desde hace más de 20 años.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por: **Geoscientists Without Borders® (GWB) Program** of the Society of Exploration Geophysicists (SEG), a través del proyecto “Hydrometeorologic and geologic hazards at Pico de Orizaba volcano, Mexico”. Un agradecimiento muy especial a los administradores de este proyecto por parte de la UV: Mtro. Asunción Castillo Rojas y Lic. Blanca Estela Córdova Tejeda, ya que sin su extraordinario apoyo, la ejecución del proyecto financiado no hubiera sido posible en tiempo y forma; a los habitantes de Vaquería (Calchualco) y Miguel Hidalgo por el apoyo durante la construcción de las casetas, el hospedaje y logística; y de igual manera, al personal y la coordinación del Parque Nacional Pico de Orizaba por la apertura y el apoyo; al INECOL por la colaboración aún después del término de un proyecto previo en conjunto (ECOPICS) y, finalmente, también a Villas Pico por el apoyo con la logística durante varias salidas al campo y por la disposición general de apoyar con recursos a los estudiantes.

Referencias

- Capra**, L., Coviello, V., Borselli, L., Márquez-Ramírez, V.H., Arámbula-Mendoza, R. (2018) Hydrological control of large hurricane-induced lahars: evidences from rainfall, seismic and video monitoring: *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18, 781–794, <https://doi.org/10.5194/nhess-2017-354>
- Chiarle** M, Iannotto S, Martara G, Deline, P (2007) Recent debris flow occurrences associated with glaciers in the Alps. *Global and Planetary Change*, 56, 123-136.
- Emanuel** K (2021) Response of Global Tropical Cyclone Activity to Increasing CO2: Results from downscaling CMIP6 Models. *Am Meteor Soc*. DOI: 10.1175/JCLI-D-20-0367.1
- Lauer**, W., Klaus, D. (1975). Geocological investigations on the timberline of Pico de Orizaba Mexico. *Arctic and Alpine Research*, pp. 315-330.
- Lavigne, F., Thouret, J.C. (2000). Les lahars: depots, origins et dynamique. *Bull Soc geol France* 171 545-557.
- Lorenzo** JL (1964) Los Glaciares de Mexico, UNAM, Instituto de Geofísica, 114p.
- Marta**, S.; Azzoni, R.S.; Fugazza, D.; Tielidze, L.; Chand, P.; Sieron, K.; Almond, P.; Ambrosini, R.; Anthelme, F.; Alviz Gazitúa, P.; Bhambri, R.; Bonin, A.; Caccianiga, M.; Cauvy-Fraunié, S.; Ceballos Lievano, J.L.; Clague, J.; Cochachín Rapre, J.A.; Dangles, O.; Deline, P.; Eger, A.; Cruz Encarnación, R.; Erokhin, S.; Franzetti, A.; Gielly, L.; Gili, F.; Gobbi, M.; Guerrieri, A.; Hågvær, S.; Khedim, N.; Kinyanjui, R.; Messenger, E.; Morales-Martínez, M.A.; Peyre, G.; Pittino, F.; Poulénard, J.; Seppi, R.; Chand Sharma, M.; Urseitova, N.; Weissling, B.; Yang, Y.; Zaginaev, V.; Zimmer, A.; Diolaiuti, G.A.; Rabatel, A.; Fietola, G.F. The Retreat of Mountain Glaciers since the Little Ice Age: A Spatially Explicit Database. *Data* 2021, 6, 107. <https://doi.org/10.3390/data6100107>

- Morales-Martínez, M.A., Welsh Rodríguez, C.M., Ruelas Monjardín, L.C., Weissling, B., Sieron, K, Ochoa Martínez, C.A, (2016).** Afectaciones por posible asociación de eventos hidrometeorológicos y geológicos en los municipios de Calchualco y Coscomatepec, Veracruz. *Teoría y Praxis*, octubre, pp. 31-49, Universidad de Quintana Roo Cozumel, México. E-ISSN: 1870-1582
- Naranjo, J.L., Sigurdsson, H., Carey, S.N., Fritz, W. (1986).** Eruption of the Nevado del Ruiz volcano, Colombia, on 13 November 1985: tephra fall and lahars. *Science*, 233(4767), 961-963.
- Newhall, C.G., Punongbayan, R.S. (eds) (1997).** Fire and Mud: eruptions and Lahars of Mount Pinatubo, Philippines. Univ Washington Pr, 1126.
- Palacios, D., y Vázquez-Selem, L. (1996).** Geomorphic Effects of the Retreat of Jamapa Glacier, Pico de Orizaba Volcano (Mexico). *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography*, 78(1), 19-34.
- Palacios, D., Parrilla, G., y Zamorano, J.J. (1999).** Paraglacial and postglacial debris flows on a Little Ice Age terminal moraine: Jamapa Glacier, Pico de Orizaba (Mexico). *Geomorphology*, 28(1-2), 95-118.
- Rodolfo, K. S. (1989).** Origin and early evolution of lahar channel at Mabinit, Mayon Volcano, Philippines. *Geological Society of America Bulletin*, 101(3), 414-426.
- Rodríguez, E.S., Mora-González I, Murrieta-Hernández JL (2006)** Flujos de baja concentración asociados con lluvias de intensidad extraordinaria en el flanco sur del volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl), México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, LVIII(2), 223-236. Sociedad Geológica Mexicana, A.C.
- Smith, G.A., Lowe, D.R. (1991).** Lahars: volcano-hydrologic events and deposition in the debris flow-hyperconcentrated flow continuum. *Sedimentation in Volcanic Settings Soc Sed Geol Spec Pub (SEPM)* 45, DOI: 10.2110/pec.91.45.0059
- Smith, G.A., Fritz, W.J. (1989).** Volcanic influences on terrestrial sedimentation. *Geology*, 17(4), 375-376.
- Sieron, K., Weissling, B., Morales-Martínez, M.A., Terán S. (2021).** Reconstruction of the upper slope conditions of an extraordinary hydro-meteorological event along the Jamapa glacier drainage system, Citlaltépetl (Pico de Orizaba) volcano, Mexico. *Frontiers in Earth Sciences*, doi: 10.3389/feart.2021.668266
- Thouret, J.C. y Lavigne, F. (2000).** Lahars: occurrence, deposits and behaviour of volcano-hydrologic flows. *Volcaniclastic rocks from magma to sediments*. Gordon and Breach Science Publishers, 151-174.
- Vallance, J. W., & Iverson, R. M. (2015).** Lahars and their deposits. In *The encyclopedia of volcanoes* (pp. 649-664). Academic Press.

**Datos sobre estilos de vida saludable en el contexto de la
contingencia por COVID-19 en adultos-jóvenes veracruzanos.
Medición del primer y segundo semestre del 2021**

*Data on healthy lifestyles in the context of the COVID-19 contingency in
young-adults from Veracruz. Measurement on first and second semester
of 2021*

León Felipe Beltrán-Guerra ^a | Jorge Luis Arellanez-Hernández ^b

Recibido: 1 de marzo de 2022.

Aceptado: 18 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Observatorio de Calidad de Vida y Salud Social (OCVS), Instituto de Investigaciones Psicológicas, Xalapa, México. Contacto: lebeltran@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0733-7207>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio de Calidad de Vida y Salud Social (OCVS), Instituto de Investigaciones Psicológicas, Xalapa, México. Contacto: <https://orcid.org/0000-0003-0678-9199>

Resumen: Se presentan resultados obtenidos en el estudio “Ansiedad, depresión, estilos de vida y bienestar en el contexto sociocultural actual” realizado en 2021, específicamente en la variable de *Estilos de Vida*. La investigación parte de la premisa de que las medidas de confinamiento y distanciamiento social en el contexto de la pandemia por COVID-19, han traído como consecuencia modificaciones en los estilos de vida saludables, en especial, en los adultos-jóvenes. Se realizaron dos levantamientos de información durante el año; en el primero participaron 658 personas (34.2% mujeres y 65.8% hombres), en el segundo 751 participantes (35.9% mujeres y 64.1% hombres). Los resultados muestran que la mayoría de las áreas de los estilos de vida saludables disminuyen en la segunda aplicación. Los datos obtenidos si bien no permiten su generalización, pueden ser considerados como referencia para el desarrollo de estrategias de atención de estilos de vida saludables y con ello incidir en los niveles de bienestar.

Palabras clave: Estilos de vida; bienestar; salud mental; aislamiento social; COVID-19.

Abstract: *The results obtained are part of the study "Anxiety, depression, lifestyles and well-being in the current sociocultural context" developed in 2021, specifically in the Lifestyles variable. The research is based on the premise that confinement and social distancing strategies in the context of the COVID-19 pandemic have resulted in changes in the healthy lifestyles of the population group studied. Two information surveys were applied in the year, the first with 658 participants (34.2% women and 65.8% men), the second with 751 persons (35.9% women and 64.1% men). The results show that most of the areas of healthy lifestyles decrease in the second application. Although the data obtained do not allow generalization, they can be considered as a reference for the development of management strategies for healthy lifestyles and thereby influence well-being levels.*

Keywords: *Lifestyles; wellbeing; Mental health; Social isolation; COVID-19.*

Descripción general de los datos

Área:

Humanidades y Ciencias de la Conducta

Sub-área:

Psicología de la salud

Tipo de datos:

Datos primarios, tablas

Cómo se obtuvieron los datos:

La aplicación del instrumento se realizó en un primer momento durante el periodo de abril a mayo de 2021 y, posteriormente, entre los meses de octubre y noviembre del mismo año, a través de diversos medios digitales como: el sitio Web del Observatorio de Calidad de Vida y Salud Social de la Universidad Veracruzana (OCVS), el sitio web de la Universidad Veracruzana (UV), así como de las propias redes sociales del OCVS (Facebook y Twitter); las cuales, a su vez, se difundieron las redes sociales de las personas participantes en el estudio.

Formato de los datos:

Base de datos sin procesar, analizado, filtrado (estadística descriptiva).

Parámetros de la recolección de los datos:

En el primer levantamiento hubo 658 participantes, para el segundo 751 participantes. En ambos momentos fueron personas radicadas en el estado de Veracruz, México, con edades entre 18 y 80 años.

Descripción de la recolección de datos:

El estudio posee un diseño no experimental, ex post facto, con un muestreo no probabilístico por conveniencia, realizado mediante una encuesta online, en la que se aplicó la Escala de estilos de vida saludables en estudiantes universitarias mexicanas de Dominguez-Lara et al (2019). Cabe precisar que, si bien se retomaron los 14 reactivos de la escala, se incorporaron tres más con el objetivo de complementar la medición de los indicadores.

Ubicación de la fuente de los datos:

Veracruz, México.

Accesibilidad de los datos:

En proceso.

Valor de los datos

— Dadas las condiciones en que la población de adultos-jóvenes veracruzanos se encuentran derivadas del contexto de la contingencia por COVID-19, es posible contar con evidencia científica que permite un acercamiento a las formas en que se presentan los estilos de vida de la población estudiada.

— La información describe los estilos de vida saludables, así como las variaciones que presentan los participantes a lo largo del 2021 durante la pandemia, dando cuenta de los posibles comportamientos de adaptación, así como también de algunos indicadores que pueden devenir en riesgo del deterioro de la salud como parte de su vida cotidiana durante la pandemia.

— La información permite la elaboración de propuestas de intervención que promuevan los estilos de vida saludables, como elemento necesario para la salud mental y el bienestar en general, con el objetivo de proveer de recursos que permitan afrontar las posibles afectaciones que el contexto por COVID-19 ha traído consigo en la vida de las personas.

Descripción de los datos

Referirse a los estilos de vida implica considerar todos aquellos patrones de comportamiento cotidiano que son determinados por la interacción entre las condiciones de vida y los comportamientos individuales, influidos por las características personales, las condiciones de vida, así como por las condiciones socioculturales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), los estilos de vida implican “patrones de comportamiento identificables, determinados por la interacción entre las características personales individuales, las interacciones sociales y las

condiciones de vida socioeconómicas y ambientales” (OMS, 1998:27). Si bien no existe un único estilo de vida óptimo que se pueda generalizar para cualquier población, la importancia de su estudio radica en la posibilidad de identificar una serie de elementos que puedan favorecer la salud o, por el contrario, minimizar la generación de condiciones de riesgo que pueden afectarla.

En el contexto de la pandemia por COVID-19, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) plantea la importancia de hacer frente a la pandemia integrando las políticas de salud, económicas y sociales, anteponiendo los principios de la vida, la salud y el bienestar (OPS, 2020). Partiendo de esta idea, y reconociendo que la pandemia ha mermado los niveles de calidad de vida con afectaciones a la salud física y mental, es que se considera imprescindible generar evidencia científica que permita desarrollar estrategias de atención orientadas a fortalecer o, en todo caso, desarrollar diversos factores de protección para la salud, como lo son los estilos de vida saludables.

Hoy en día, es posible identificar acciones orientadas a fortalecer, e incluso desarrollar, diversos factores de protección para contrarrestar la inactividad física y el sedentarismo, estas condiciones han tenido un impacto considerable en grupos poblacionales como los adultos jóvenes y los estudiantes, en áreas como la nutrición, la actividad física, el sueño, la estabilidad emocional, y cambios en los comportamientos de consumo de sustancias como el tabaco y alcohol, e incluso el consumo de drogas ilícitas. A su vez, es posible identificar los beneficios de promover dichos factores, debido a su incidencia positiva en la salud física y mental, así como en los niveles de bienestar (Chi et al., 2021; Intelangelo et al., 2022; Santacruz, 2021).

Cabe destacar, que los efectos del distanciamiento social y sus afectaciones en la salud física y mental de los diversos grupos sociales aún están siendo estudiados, y aun no es posible saber con precisión los efectos que están tendiendo. Lo que sí es un hecho, es que al momento se cuenta con evidencia científica que señala los beneficios de promover la salud reduciendo en la medida de lo posible las condiciones de riesgo y fortaleciendo e incluso desarrollando factores de protección, sobre todo en poblaciones con mayor vulnerabilidad como lo es el caso de los adolescentes y adultos jóvenes. De ahí la importancia de contar con información que permita el desarrollo de propuestas de promoción de la salud.

Diseño Metodológico

Mediante un diseño no experimental, *ex post facto*, con un muestreo no probabilístico “por conveniencia”, debido a las condiciones del distanciamiento social que han propiciado el fomento en el uso de dispositivos y plataformas digitales para la aplicación de encuestas online a través de medios digitales, como es el caso de la presente investigación. De esta manera, dicho diseño resulta pertinente al garantizar las condiciones de sana distancia, la accesibilidad y el cuidado ético al momento de la participación de las personas en la investigación.

Los resultados que se presentan se obtuvieron mediante el uso de la “Escala de estilos de vida saludables en estudiantes universitarias mexicanas” de Domínguez Lara et al. (2019), de la cual, como se señaló anteriormente, está conformada de 14 reactivos con un formato de respuesta tipo Likert con cinco opciones (0= nunca, 1= raras veces, 2= algunas veces, 3= generalmente y 4=

siempre). A la escala se le incorporaron tres preguntas más con el objetivo de complementar la medición de los indicadores de la escala.

Cabe señalar, que en el presente estudio se verificó la calidad psicométrica de la escala con los 17 reactivos, obteniendo una alta confiabilidad, con un coeficiente de correlación Alpha de Cronbach de .839, así como una buena validez, al obtener cuatro factores definidos de acuerdo con la escala original (consumo de sustancias, apreciación por la vida, relaciones interpersonales y patrones de alimentación, estudio y descanso), que explican el 58.83% de varianza.

Características sociodemográficas

Como se ha señalado, el estudio se tuvo dos levantamientos, en el primero se contó con la participación de 657 personas, mientras que para el segundo levantamiento se capturaron a 752 adultos jóvenes. En ambos momentos se registró una participación predominantemente femenina, sin registrarse diferencias estadísticamente significativas en ambos momentos (**Tabla 1**).

La edad promedio registrada en la aplicación del primer semestre (Aplicación 2021-1) fue de 40.9 años (DE=15.60) en un rango de 18 a 75 años; significativamente mayor a la registrada en el segundo semestre (Aplicación 2021-2), la cual fue de 36.9 años en promedio (DE=16.16) en rango de 18 a 85, $t(1,407) = 4.756, p = .000$.

Tabla 1
Características sociodemográficas según Aplicación durante el año 2021

	Aplicación 2021-1		Aplicación 2021-2		X^2	<i>p</i>
	Frec.	%	Frec.	%		
Sexo						
Hombres	225	34.2	270	35.9	0.423	.516
Mujeres	432	65.8	482	64.1		
Nivel de estudios						
Sabe leer y escribir	-	-	2	0.3	21.151	.004
Primaria	1	0.2	1	0.1		
Secundaria	1	0.2	1	0.1		
Bachillerato o equivalente	20	3.0	27	3.6		
Carrera técnica	7	1.1	7	0.9		
Estudios universitarios	393	59.8	523	69.5		
Especialidad, Magister, Master	8	1.2	4	0.5		
Posgrado	227	34.6	187	24.9		
Ocupación						
Estudia	132	20.1	229	30.5	35.176	.000
Trabaja	360	54.8	324	43.1		
Estudia y trabaja	138	21.0	185	24.6		
Administración del hogar	22	3.3	8	1.1		
Ni estudia ni trabaja	5	0.8	6	0.8		

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de estudios, si bien en ambos momentos de aplicación se reportaron altos porcentajes de personas con estudios de licenciatura y posgrado, quienes participaron en la primera

aplicación, en general, reportaron un nivel de escolaridad significativamente mayor a las que participaron en el segundo momento (**Tabla 1**).

Sobre la ocupación de los participantes, si bien la mayoría cuenta con empleo remunerado, tanto en la primera como en la segunda aplicación, se aprecia que en la primera aplicación hubo una participación de personas que presentaron esta característica, en contraparte, en el segundo momento se reportó un porcentaje significativamente mayor de personas dedicadas solo a estudiar. Finalmente, llama la atención que alrededor del 20% de las personas que participaron en el primer levantamiento reconocieron trabajar y estudiar, y en la segunda aplicación cerca del 25% señaló estar en esa condición (**Tabla 1**).

Estilos de vida saludables por semestre en el 2021

Análisis por reactivo de la escala de estilos de vida saludables

Como se ha señalado, los estilos de vida implican ciertos patrones de comportamiento individual en interacción con lo social. En la escala utilizada se exploraron cuatro áreas: patrones de alimentación, estudio y descanso, apreciación por la vida, relaciones interpersonales y consumo de sustancias, partiendo del supuesto que la pandemia por COVID-19 está impactando de alguna manera la calidad de la salud física y mental.

A continuación, se describen los hallazgos obtenidos a través de las dos mediciones realizadas durante el 2021, entendiendo que, en un rango de cero a cuatro puntos, a mayor calificación, mayor calidad en el estilo de vida; excepto en los reactivos que exploran el consumo de sustancias psicoactivas, donde se esperaría que a mayor calificación, un mayor deterioro en el estilo de vida.

Sobresale, que en la mayoría de los reactivos hubo una disminución en la calificación promedio y en los menos se mantuvo prácticamente igual, lo que implica que al comparar los puntajes entre la primera y segunda aplicación en algunos rubros se registró un estilo de vida menos saludable.

En lo que respecta a los reactivos que conforman el área de “Patrones de alimentación, estudio y descanso”, destaca que situaciones como comer tres veces al día siguiendo un horario regular, mantener tiempos de trabajo (o estudios) y descanso regular, tener un horario de trabajo/estudio y actividades de ocio, así como dormir lo suficiente todos los días, registraron una disminución significativa entre la primera y segunda medición (**Tabla 2**).

Situaciones como realizar ejercicio por al menos tres veces por semana mostró una ligera disminución, mientras que beber por lo menos 2 litros de agua al día se mantuvo con la misma calificación promedio en ambas mediciones (**Tabla 2**).

En lo que concierne a los reactivos que conforman el factor que explora las “relaciones interpersonales” se encontró que prestar atención a los sentimientos de los demás al manejar algunos asuntos, así como ayudar activamente a compañeros/amigos en problemas no registraron diferencias significativas entre el primer y segundo levantamiento. Sin embargo, el poder expresar

los sentimientos de manera inofensiva sí registró un cambio significativo, siendo menor la calificación promedio en la segunda aplicación (**Tabla 2**).

Tabla 2

Calificaciones promedio de los reactivos de la escala de estilos de vida saludables

	Aplicación 2021-1		Aplicación 2021-2		t	p
	M	DE	M	DE		
Realizar ejercicio por al menos 3 veces por semana	2.0	1.33	1.9	1.29	1.290	.197
Comer 3 veces al día siguiendo un horario regular	2.9	1.03	2.6	1.06	4.488	.000
Mantener tiempos de trabajo (o estudios) y descanso regular	2.3	1.05	2.1	1.04	3.337	.001
Dormir lo suficiente todos los días	2.2	1.06	1.9	1.11	3.852	.000
Beber por lo menos 2 litros de agua al día	2.5	1.04	2.5	1.08	0.151	.880
Tener un horario de trabajo/estudio y actividades de ocio	2.2	1.07	2.0	1.08	3.388	.001
Ayudar activamente a compañeros/amigos en problemas	2.6	0.87	2.6	0.89	0.592	.554
Prestar atención a los sentimientos de los demás al manejar algunos asuntos	2.8	0.80	2.7	0.86	1.883	.060
Expresar mis sentimientos de manera inofensiva	2.4	1.00	2.3	1.05	3.099	.002
Aceptar con gusto nuevas experiencias y desafíos	2.7	0.94	2.6	1.01	2.724	.007
Sentirse contento	2.6	0.84	2.3	0.96	4.868	.000
Esforzarte por mantener el interés y enfrentar desafíos en el trabajo/estudio, y la vida diaria	2.8	0.85	2.6	0.97	4.529	.000
Hacer un esfuerzo para desarrollarme en una dirección positiva	2.8	0.84	2.7	0.96	2.806	.005
Identificar claramente mis propósitos	2.8	0.91	2.6	1.00	3.480	.001
Beber alcohol en exceso	0.4	0.71	0.4	0.69	0.760	.447
Fumar tabaco	0.3	0.87	0.2	0.71	2.748	.006
Consumir alguna droga	0.1	0.54	0.1	0.53	0.831	.406

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor que explora la “apreciación por la vida”, es el rubro que en general reporta calificaciones más altas por reactivo en ambos momentos de aplicación, a pesar de que en la segunda aplicación se obtuvieron calificaciones promedio significativamente menores en cuanto a esforzarse por mantener el interés y enfrentar desafíos en el trabajo/estudio, y la vida diaria, hacer un esfuerzo para desarrollarse en una dirección positiva, identificar claramente los propósitos, aceptar con gusto nuevas experiencias y desafíos así como sentirse contento (**Tabla 2**).

Finalmente, como era de esperarse, el factor que explora el “consumo de sustancias psicoactivas” registró calificaciones promedio muy bajas en lo que concierne a beber alcohol en exceso, fumar tabaco y/o consumir alguna droga, lo que implica una mayor calidad en el estilo de vida de las personas en este sentido (**Tabla 2**).

Análisis por factor de la escala de estilos de vida saludables

Se estimó una variable global y una por cada factor resultante de la escala, encontrando nuevamente que, en un rango de cero a cuatro puntos, que en ambas aplicaciones los factores relacionados con la vida social y emocional (relaciones interpersonales y apreciación por la vida) registraron calificaciones promedio más altas, lo que implica un estilo de vida tendiente a lo saludable, si bien hay diferencias significativas entre la primera y segunda aplicación en un sentido negativo, que implica cierto detrimento en la salud (**Tabla 3**). Por su parte, el factor que explora los patrones de alimentación, estudio y descanso registro puntajes que muestran también cierto deterioro en este indicador del estilo de vida. Finalmente, en el factor correspondiente a la exploración del consumo de sustancias no se observaron diferencias significativas entre ambas aplicaciones, teniendo una calificación promedio baja que implica un alto nivel hacia la salud en este indicador. Con respecto al estilo de vida global, se observaron diferencias significativas entre la primera y la segunda aplicación, con una calificación promedio que muestra un estilo de vida moderado, en ambas aplicaciones (**Tabla 3**).

Tabla 3

Calificaciones promedio de los factores de la escala de estilos de vida saludables

	Aplicación 2021-1		Aplicación 2021-2		t	p
	M	DE	M	DE		
Patrones de alimentación, estudio y descanso	2.3	0.78	2.2	0.78	3.740	.000
Relaciones interpersonales	2.6	0.72	2.5	0.74	2.388	.017
Apreciación por la vida	2.7	0.70	2.6	0.81	4.499	.000
Consumo de sustancias	0.3	0.50	0.2	0.48	1.561	.119
Estilo de vida global	2.0	0.45	1.9	0.46	4.794	.000

Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones éticas

El proyecto considera en su ejecución las normas éticas, tanto nacionales como internacionales, de la investigación en seres humanos, tomando como elemento central el cuidado de la integridad física y emocional de las personas participantes, el anonimato y la confidencialidad de sus respuestas a través del consentimiento informado (Secretaría de Salud, 1983; 2013; Asociación Médica Mundial [AMM], 2013).

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses potencial, con respecto a la investigación, así como a la autoría y/o publicación de este manuscrito.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento alguno para la realización de la investigación, autoría y/o publicación del presente manuscrito.

Referencias

- Asociación Médica Mundial** [(2013). *Declaración De Helsinki de la AMM*. Principios Éticos Para Las Investigaciones Médicas En Seres Humanos. <https://bit.ly/3jSTY3D>
- Chi, X., Liang, K., Chen, S. T., Huang, Q., Huang, L., Yu, Q., Jiao, C., Guo, T., Stubbs, B., Hossain, M. M., Yeung, A., Kong, Z., & Zou, L.** (2021). Mental health problems among Chinese adolescents during the COVID-19: The importance of nutrition and physical activity. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 21(3), 100218. doi.org/10.1016/j.ijchp.2020.100218
- Domínguez-Lara, S., Martín-Díaz, A., Ramírez-Colina, S. y Campos-Uscanga, Y.** (2019). Análisis estructural de una escala de estilos de vida saludables en estudiantes universitarias mexicanas. *Revista Cubana de Enfermería*, 35(3). <https://bit.ly/3jP561w>
- Intelangelo, L., Molina Gutiérrez, N., Bevacqua, N., Mendoza, C., Guzmán-Guzmán, I. P., & Jerez-Mayorga, D.** (2022). Effect of Confinement by COVID-19 on the Lifestyle of the University Population of Argentina: Evaluation of Physical Activity, Food and Sleep (Efecto del confinamiento por COVID-19 sobre el estilo de vida en población universitaria de Argentina: Evaluación de la actividad física, alimentación y sueño). *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 43, 274–282. doi.org/10.47197/retos.v43i0.88461
- Organización Mundial de la Salud** (1998). *Promoción de la salud. Glosario*. <https://bit.ly/3Mkv5Kv>
- Organización Panamericana de la Salud** (2020). *Informe COVID 19 CEPAL – OPS. Salud y economía: una convergencia necesaria para enfrentar el COVID-19 y retomar la senda hacia el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. <https://bit.ly/3uWFFRU>
- Santacruz, J. C.** (2021). Del aislamiento por la pandemia COVID-19. Análisis y perspectivas de dos de sus efectos. *Perspectivas en nutrición humana*, 23(1), 9–12. doi.org/10.17533/udea.penh.v23n1a01
- Secretaría de Salud** (1983). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>
- Secretaría de Salud** (2013). *Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012*. <https://bit.ly/3uWidV1>

Derecho a la educación médica y la ética docente-asistencial

Right to medical education and clinical-teaching ethics

Francisco Domingo Vázquez-Martínez ^a | Manuel Saiz-Calderón Gómez ^b

Recibido: 18 de marzo de 2022.

Aceptado: 7 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos, Instituto de Salud Pública, Xalapa, México. Contacto: dvazquez@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2931-3954>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos, Facultad de Medicina, Veracruz-Boca del Río, México. Contacto: msaizcalderon@uv.mx

Resumen: El Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos se creó hace cinco años, con la misión de investigar y promover los derechos humanos durante el proceso de formación de médicos generales y especialistas. A la fecha, se constata, por las recomendaciones que continúa emitiendo la Comisión Nacional de Derechos Humanos, que la problemática que dio origen al observatorio persiste. Sin embargo, se crean condiciones favorables al estudio y aplicación de la ética docente-asistencial, a través del recién formado Comité de Ética Docente-Asistencial de la Facultad de Medicina-Veracruz, de la Universidad Veracruzana. Adaptar la formación de médicos generales y especialistas en las unidades médicas a lineamientos éticos ayudará significativamente a resolver la problemática descrita.

Palabras clave: Educación médica pregrado; Educación médica posgrado; Ética docente-asistencial; Comités de ética docente-asistencial.

Abstract: *The Medical Education and Human Rights Observatory was created five years ago, with the mission of researching and promoting human rights during the training process of general practitioners and specialists. To date, it is verified, by the recommendations that the National Human Rights Commission continues to issue, that the problem that gave rise to the observatory persists. However, favorable conditions are created for the study and application of clinical-teaching ethics, through the recently formed Clinical-Teaching Ethics Committee of the Faculty of Medicine-Veracruz, of the Universidad Veracruzana. Adapting the training of general practitioners and specialists in medical units to ethical guidelines will significantly help to resolve the problem described.*

Keywords: *Undergraduate medical education; Postgraduate medical education; clinical-teaching ethics; Clinical-teaching ethics committees.*

Introducción

El Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos (OBEME) se fundó hace cinco años (Vázquez, 2017) en el seno del Instituto de Salud Pública de la Universidad Veracruzana (UV); tiene la misión de investigar y promover los derechos humanos durante el proceso de formación de médicos generales y especialistas en las unidades médicas. Los ejes estratégicos de su actividad son tres: 1) recopilación y sistematización de información sobre derechos humanos en educación médica, 2) análisis, interpretación y difusión de la información recogida, y 3) promoción de la ética de la educación médica y de los derechos humanos de estudiantes, profesores y pacientes (OBEME, 2022). En el presente trabajo se actualiza el contexto que dio origen al OBEME, y se muestran los avances realizados en el tercer eje estratégico: promoción de la ética de la educación médica, al que corresponde el surgimiento del Comité de Ética Docente-Asistencial (CEDA) de la Facultad de Medicina de la UV en la Región Veracruz-Boca del Río.

1. Contexto

La CNDH en 2009, emitió la *Recomendación General Número 15 Sobre el derecho a la protección de la salud* (CNDH, 2018). La recomendación se dirige a las autoridades del país que tienen la

obligación de garantizar el derecho a la atención a la salud¹. A pesar de los años transcurridos, 13 para ser exactos, desde que se emitió dicha recomendación la problemática que le dio origen persiste tanto a nivel nacional (**Tabla 1**) como estatal (CEDH Veracruz, 2021): la atención médica descansa, en buena parte, sobre estudiantes de medicina sin supervisión ni asesoría.

Las Recomendaciones Generales, como la referida anteriormente, surgen de la necesidad de visibilizar prácticas y circunstancias de la vida diaria que son habituales y que, por ello, no llaman nuestra atención y vemos como normales, pero que son violatorias de los derechos humanos; tienen como objetivo “incidir en el campo de las políticas públicas, para que todo acto de autoridad tenga como eje el reconocimiento, respeto y promoción de la dignidad humana.” (CNDH, 2018) Esto es, buscan prevenir la violación de los derechos humanos a través de la explicitación y exposición de “prácticas y situaciones que implican o facilitan violaciones a los derechos humanos” (CNDH, 2018). De manera indudable, los garantes del derecho a la protección de la salud son las instituciones de salud. De ahí que tanto la *Recomendación General Número 15* como las numerosas recomendaciones particulares al respecto sean dirigidas a las autoridades del sector salud. Sin embargo, es importante no perder de vista los principios de indivisibilidad e interdependencia de los derechos humanos y la obligación de los Estados de atender de manera integral la problemática existente. Esto es, si la problemática expuesta sobre el derecho a la protección a la salud sigue vigente, después de tantos años de haberse reconocido, tal vez sea por no considerar en las recomendaciones que hay otros derechos violentados que no han sido reconocidos y cuyos garantes, consecuentemente, no han sido advertidos. En la *Recomendación General Número 15* se plantean que:

Los problemas más graves que enfrentan las instituciones encargadas de prestar el servicio de salud es el relativo a la falta de médicos, especialistas y personal de enfermería necesarios para cubrir la demanda; la falta de capacitación para elaborar diagnósticos eficientes y otorgar tratamientos adecuados a las enfermedades, y la insuficiente supervisión de residentes o pasantes por el personal de salud.” (CNDH, 2018).

Tabla 1

Recomendaciones emitidas por la Comisión Nacional de Derechos Humanos, en las que aparecen involucrados estudiantes de medicina. México, 2021

No. *	Derechos violados	Estudiantes involucrados	Institución de salud destinataria	Entidad federativa	Observación
4	<ul style="list-style-type: none"> • A una vida libre de violencia obstétrica. • Acceso a la salud. • Al proyecto de vida de familia. 	Residente	Hospital de Gineco-Pediatría 3ª IMSS	Cd. México.	La recomendación es una evidencia de que los médicos en formación no siempre están en contextos académicos favorables.

¹ Secretarios de Salud, de la Defensa Nacional y de Marina, gobernadores de las entidades federativas, directores generales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y de Petróleos Mexicanos.

5	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • Al principio del interés superior de la niñez. • Al acceso a la Información en materia de salud. 	Interno	Hospital General de Zona Número 24 del IMSS	Cd. México.	Inobservancia del numeral 5.7 de la NOM-De campos clínicos, para ciclos clínicos e internado: “Las instituciones de salud deben realizar la evaluación de sus campos clínicos al menos una vez al año y <u>verificar que en ningún caso los alumnos sustituyan al personal de contrato</u> ”;
6	<ul style="list-style-type: none"> • A la salud. • A la vida. • Al principio del interés superior de la niñez. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Interno	Hospital General del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los trabajadores del Estado.	Aguascalientes.	“... se advierte la inobservancia del personal médico a cargo de la formación de SP2, respecto de la Norma del internado de pregrado NOM-234-SSA12003, <i>Utilización de campos clínicos para ciclos clínicos e internado de pregrado</i> , en la cual establece que el responsable de enseñanza del establecimiento para la atención médica debe coordinar con los profesores, el uso de aulas, consultorios y servicios hospitalarios y proporcionen a los alumnos enseñanza tutorial <u>sin exponerlos a actividades sin asesoría y supervisión que impliquen responsabilidad legal.</u> ”
28	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A una vida libre de violencia obstétrica. • Al acceso a la información. • Al principio del interés superior de la niñez. • A la seguridad jurídica. 	Residente	Hospital General de Zona No. 46 “Dr. Bartolomé Reynés Berezaluce” del IMSS	Tabasco.	“... la atención médica de QV fuera brindada por un <u>médico residente, quien nunca actuó bajo el asesoramiento y la supervisión</u> de AR2, lo que repercutió en el estado de salud de V, condicionando un traumatismo obstétrico que ...”
66	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A una vida libre de violencia obstétrica. 	Residente	Unidad Médica Rural del Instituto Mexicano del Seguro Social.	Chiapas.	Se evidencia que los médicos en formación no siempre se forman en contextos académicos favorables.
76	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • A la información en materia de salud. 	Residentes (5)	Hospital General de Zona No. 46 del Instituto Mexicano del Seguro Social	Tabasco.	“Por lo expuesto, los servidores públicos AR7, AR8, AR10, AR11 y AR13 incumplieron con el numeral [...] 10.15 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SSA3-2012, <i>Educación en salud. Para la organización y funcionamiento de residencias médicas</i> , que establecen que [...] <u>los residentes deberán</u>

					<u>realizar las investigaciones de salud bajo la asesoría y supervisión del titular de la residencia;</u> situación que no se llevó a cabo en el presente caso...
88	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la integridad personal. 	Residente	UMF 28 IMSS HGO 4 IMSS	Cd. México	AR7 “No firmó nota suscrita por MR1, lo cual evidencia que <u>no otorgó asesoría y supervisión</u> durante la valoración de V, como lo establece la NOM-001-SSA3-2012. “
94	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud por inadecuada atención médica. • A la vida. • Al acceso a la Información en materia de salud. 	Residente	Hospital General Regional Número 6 del Instituto Mexicano del Seguro Social	Tamaulipas.	“se evidenció que la nota del [...] no contiene el nombre y firma del personal adscrito al servicio de Cirugía General, siendo que dicho documento únicamente está firmado por el médico residente, transgrediéndose con ello lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA3-2012 Educación en salud. Para la organización y funcionamiento de residencias médicas que en numeral 10.5 señala que <u>los médicos residentes deben contar con la asesoría de los médicos adscritos al servicio.</u> ”
105	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Residente	Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS	Cd. México.	No hay participación directa del residente en la violación a los derechos humanos. Se evidencia que los residentes no siempre se forman en contextos académicos favorables.
123	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Residente	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital Regional de Alta Especialidad “Bicentenario de la Independencia” ISSSTE • Hospital Regional “Centenario de la Revolución Mexicana”, ISSSTE 	Estado de México Morelos	“Dicha circunstancia advierte que <u>MR no contó con supervisión del personal profesional médico de base</u> responsable de su control, asesoría y evaluación, situación que resulta preocupante debido a que tal omisión puede ocasionar graves consecuencias en la salud de los pacientes, máxime que los médicos residentes aún se encuentran en fase de formación.”
126	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Residentes	Hospital Regional “1º de Octubre” ISSSTE	Cd. México	Los médicos residentes “... <u>actuaron sin supervisión</u> , lo que incidió no sólo en la inadecuada integración diagnóstica sino en el deficiente manejo terapéutico de V como se constató, ya que aun cuando los MR son profesionales de la medicina,

también lo es que atraviesan un período de capacitación de ahí que requieran la supervisión y guía de los médicos de base o titulares para que no se vulnere el derecho humano a la protección de la salud con la consecuente pérdida de la vida de los pacientes.”

127	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Residente	Clínica-Hospital del ISSSTE	Veracruz.	“... llamaron al “residente” 15 minutos después de que iniciaron el aspirado de flemas; lo que evidencia la <u>inexistencia de algún medico al momento del evento</u> que desencadenó en la pérdida de la vida de V1.”
129	<ul style="list-style-type: none"> • A una vida libre de violencia obstétrica. • A la integridad. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Pasante	Unidad de Medicina Familiar No. 51 IMSS	San Luis Potosí.	“... realizó actos en agravio de QV en el consultorio número 7 de la citada unidad médica, al <u>llevar a cabo una revisión ginecológica de manera inadecuada e innecesaria</u> , en su calidad de médico pasante del servicio social en ese Instituto.”
138	<ul style="list-style-type: none"> • A la protección de la salud. • A la vida. • Al acceso a la información en materia de salud. 	Interno	Hospital General “Dr. Santiago Ramón y Cajal” ISSSTE	Durango	“Dado que la valoración e indicaciones en el tratamiento de V fueron hechas <u>por un interno de pregrado que no tiene la experiencia y conocimientos en el manejo de este tipo de pacientes graves</u> , se incumplió la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SSA3-2013 Educación en Salud que indica “(...) 8.8. Los internos deben participar en la integración del expediente clínico <u>bajo la supervisión del personal médico</u> de la sede o subsede y atendiendo a lo dispuesto por la norma oficial mexicana citada (...)”

Nota: * Número de recomendación emitida por la CNDH en 2021.

Fuente: Comisión Nacional de Derechos Humanos. En: <https://www.cndh.org.mx/tipo/1/recomendacion>

Como se advierte en el párrafo transcrito, dos de los tres problemas que más interfieren con el pleno goce del derecho a la protección a la salud se remiten directamente a la educación médica²: 1) “la falta de capacitación para elaborar diagnósticos eficientes y otorgar tratamientos adecuados a las enfermedades” y 2) “la insuficiente supervisión de residentes o pasantes por el personal de salud”. Es claro que los dos puntos anteriores son un reflejo de la falta de garantías al derecho a la educación, particularmente del derecho a la educación médica. Y no son las autoridades del sector

² El tercero, la falta de médicos y especialistas también corresponde parcialmente a las autoridades educativas en cuanto a formar el número de médicos generales y especialistas que necesita el país. El empleo de los mismos sí atañe a las autoridades del sector salud.

salud las garantes de tal derecho, sino las autoridades de las instituciones de educación superior. Esto es, son las universidades quienes tienen que garantizar la formación de médicos competentes.

Si la CNDH dirige sus recomendaciones a las autoridades de las instituciones de salud es debido, entre otros aspectos, a que: 1) las quejas de pacientes y usuarios es sobre la atención recibida en los servicios de salud, 2) los hechos que violentan los derechos humanos de pacientes son responsabilidad de las autoridades de salud, 3) oficialmente los estudiantes de medicina en las unidades médicas son considerados parte de sus activos laborales³ y su desempeño queda bajo la responsabilidad de las instituciones de salud y 4) los estudiantes de medicina no presentan quejas por las violaciones a su derecho a la educación. Así, se pasa por alto que los “médicos en formación” son estudiantes universitarios y que al quedar sin supervisión y asesoría al momento de intervenir en los procedimientos propios de la atención médica se les está violentando su derecho a la educación, mismo que tienen que garantizar las escuelas y facultades de medicina⁴ y, en general, las instituciones de educación superior. La interdependencia e indivisibilidad de los derechos humanos resulta evidente: sin derecho a la educación médica no hay derecho a la protección de la salud.

Las instituciones educativas tienen la obligación constitucional de garantizar el derecho a la educación de los estudiantes de medicina aunque el desarrollo del proceso educativo se realice en las unidades médicas, fuera del campus universitario. Sin embargo las universidades no siempre lo consideran de esta manera. Un ejemplo: la Recomendación 32/2021 de la Comisión Estatal de Derechos Humanos de Veracruz a la UV por el “Fallecimiento de una persona menor de edad como consecuencia de una atención médica deficiente por parte del personal de las Brigadas Universitarias en Servicio Social de la Universidad Veracruzana en las instalaciones del DIF Municipal de Zozocolco de Hidalgo, Veracruz.” (CEDH Veracruz, 2021) no fue, en un primer momento, aceptada por la institución educativa (Ruiz, 2021) con el argumento de que la atención médica a la población no es responsabilidad universitaria, al margen de que quién haya ofrecido los cuidados médicos a la víctima haya sido una de sus estudiantes de medicina que realizaba fuera del campus universitario, sin supervisión, la experiencia educativa denominada “Servicio social”. En un segundo momento, la UV aceptó la recomendación (Topete, 2021) y, más allá de ella, realizó un ejercicio autocrítico que llevó a reconocer las oportunidades existentes para garantizar, de manera progresiva, el derecho a la educación de sus estudiantes de medicina en las unidades médicas.

Las instituciones educativas tienen grandes oportunidades para garantizar el derecho a la educación de los estudiantes que están fuera del campus universitario, y las instituciones de salud para dejar de ver a los estudiantes como solución a su falta de personal médico. De no aprovecharse estas oportunidades, se perpetuarán las condiciones poco favorables al respeto, protección y garantía de los derechos humanos de pacientes, estudiantes y profesionistas de la medicina.

En síntesis, la utilización de estudiantes de medicina (de pre o posgrado) para resolver los problemas de atención médica, en lugar de contratar médicos para tal fin, y el desentendimiento de

³ A los estudiantes de medicina (internos, pasantes y residentes) se les cuantifica como parte de los médicos en contacto directo con los pacientes, en la categoría de “Médicos en formación”.

⁴ La garantía del derecho a la educación implica que las instituciones de educación superior tienen la obligación de asegurar la supervisión y la asesoría de los estudiantes en las unidades médicas. Otro punto es quiénes tienen o deben realizar la supervisión.

las instituciones educativas del proceso educativo en las unidades médicas reflejan, entre otros aspectos, falta de perspectiva ética sobre la problemática expuesta.

2. Ética docente-asistencial

Ante el contexto descrito, es básico recurrir a la ética para reorientar el proceso de educación médica en hospitales y unidades de salud. Y así, apuntalar el derecho a la educación médica y favorecer las condiciones de máximo respeto a la dignidad humana de las personas que participan, la mayoría de las veces con su enfermedad, en la formación profesional de los médicos.

Luego entonces, la ética docente-asistencial surge como una respuesta a la problemática expuesta. Así como la ética de la investigación en seres humanos se separa de la ética médica y toma personalidad propia a partir de la segunda mitad del siglo pasado (Lolas, 2006), ahora, dado el contexto mostrado es necesario que la ética docente-asistencial adquiera personalidad e impulso propios.

De igual manera que la ética de la investigación con seres humanos distingue y reconoce, por un lado, la especificidad y los derechos de los pacientes que participan en la investigación y, por otro, los derechos de los pacientes como tales, la ética docente-asistencial debe distinguir, por un lado, los derechos de los pacientes por el hecho de serlos y, por otro, los de los pacientes como participantes en procesos de educación médica.

Distinguir entre los pacientes como un fin en sí mismos o como medio del proceso de enseñanza-aprendizaje de la medicina supone separar el papel de médico del rol de profesor de medicina por un lado, y por otro, del de estudiante de medicina. Así como, en su momento, se separó el papel de médico clínico del de investigador. En este sentido, la consolidación y el progreso de la ética docente-asistencial son fundamentales para el desarrollo y evolución de la educación médica.

La ausencia de la ética docente-asistencial contraviene la propia ética médica; en principio, atenta contra el principio de no maleficencia, al dejar en manos de estudiantes de medicina no supervisados la atención médica. Por otra parte, sin la perspectiva ética, quedan ocultos o minimizados temas fundamentales de la educación médica en las unidades médicas, como: las competencias profesionales que los estudiantes de medicina (internos, pasantes y residentes) deben tener para ingresar a las unidades médicas; los requerimientos, pecuniarios o no, de acceso de los estudiantes a los pacientes; la asignación de tareas clínicas a los estudiantes de medicina y la supervisión y asesoría para realizarlas; la evaluación y promoción de los estudiantes de medicina en las unidades médicas; el consentimiento de los pacientes para que estudiantes de medicina intervengan en los procesos propios de su atención médica; la utilización de los estudiantes de medicina para ampliar la cobertura de atención en las unidades médicas; el reconocimiento de la función educativa en las unidades médicas y la conformación de la planta docente respectiva; el papel de los estudiantes de medicina ante epidemias, pandemias o desastres naturales; entre muchos otros, incluido, naturalmente, el análisis del respaldo ético de la normatividad actual referida al internado, el servicio social y a las residencias médicas.

Como con la ética aplicada a la investigación en seres humanos, la ética docente-asistencial necesita de instancias que favorezcan su aplicación en los casos concretos. Para la ética de la investigación se constituyeron los comités correspondientes y para la ética docente-asistencial se plantean los comités docente-asistenciales.

3. Comité de ética docente-asistencial

El objetivo primordial del CEDA será garantizar que los programas de educación médica cumplan con los principios éticos necesarios para modificar el contexto expuesto al inicio de este trabajo. Entre las funciones de los CEDA están: elaborar las guías éticas para la práctica docente con pacientes; revisar, evaluar, dictaminar y dar seguimiento a la aplicación de dichas guías en los programas educativos que se desarrollan en las unidades médicas; e impulsar el desarrollo académico de la ética docente-asistencial.

Corresponde a las instituciones de educación superior y de salud impulsar el desarrollo de la ética docente-asistencial que apunte el respeto, la protección y la garantía del derecho a la educación médica y a la salud, en las unidades médicas. Por ello, la UV y en particular la Facultad de Medicina de la Región Veracruz-Boca del Río conformó, el 14 de diciembre de 2021, el CEDA, evento en el que estuvo como testigo de honor la Comisión Nacional de Bioética. ¡Enhorabuena!

Referencias

- CEDH Veracruz.** (2021). Comisión Estatal de Derechos humanos de Veracruz. Recomendación 032/2021. <https://bit.ly/38Csixt>
- CNDH.** (2018). Comisión Nacional de Derechos Humanos. Recomendación general 15/2009. Sobre el derecho a la protección de la salud. <https://bit.ly/3jBigPG>
- Lolas, F. Quezada, A. & Rodríguez, E.** (Editores) (2006). Investigación en salud. Dimensión ética. Chile: CIEB Universidad de Chile. <https://bit.ly/3vdjxSo>
- OBEME.** (2022). Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos. Ejes estratégicos. <https://www.uv.mx/obeme/ejes-estrategicos/>
- Ruiz, J.** (2021). Sara Ladrón de Guevara rechazó recomendación de la CEDH tras la muerte de una menor. *Voz en libertad. Imagen de Veracruz.* <https://bit.ly/3JEqdxS>
- Topete, J.** (2021). UV sí atendió recomendación de la CEDH por caso de niña indígena fallecida. *Alcalorpolítico.* <https://bit.ly/3vjOVyo>
- Vázquez, D.** (2017). Reflexiones que justifican la constitución del Observatorio de Educación Médica y Derechos Humanos. *UVSERVA*, (3) 111-113. <https://doi.org/10.25009/uvs.v0i3.2541>

Indicador áreas verdes: Diagnóstico del dosel vegetal en el boulevard Adolfo Ruiz Cortines en Poza Rica

*Green Areas Indicator: Diagnosis of vegetal canopy in the
Boulevard Adolfo Ruíz Cortines from Poza Rica, México*

Blanca Inés Aguilar Frías ^{b|}

Recibido: 21 de marzo de 2022.

Aceptado: 11 de abril de 2022.

Resumen: El arbolado tiene un papel importante en el espacio público, ya que protege de la lluvia, provee de sombra, mejora visualmente el entorno, aporta biodiversidad y asimismo otorga la oportunidad de observar el desenvolvimiento de actividades en torno a él. Entre los beneficios del arbolado urbano se cuenta la mejora en la calidad del aire, reducción de la temperatura, absorción de dióxido de carbono entre otros gases de efecto invernadero tales como el monóxido de carbono y el dióxido de azufre, así como también emiten el valioso oxígeno. El presente documento presenta el diagnóstico sobre las áreas arboladas en la vía primaria del municipio central de la Zona Metropolitana de Poza Rica.

Palabras clave: OURBE; Planificación; Arbolado urbano; Imagen urbana; Espacio público.

***Abstract:** Trees play an important role in public space, as they protect from rain, provide shade, visually improve the environment, provide biodiversity and also provide the opportunity to observe the development of activities around it. Among the benefits of urban trees are the improvement in air quality, temperature reduction, absorption of carbon dioxide among other greenhouse gases such as carbon monoxide and sulfur dioxide, as well as emitting the valuable oxygen. This document presents the diagnosis of the wooded areas on the primary road of the central municipality of the Metropolitan Zone of Poza Rica.*

Keywords: OURBE, Planning, Urban trees, Urban Image, Public Space.

Introducción

El espacio público cumple relevantes funcionalidades en la trama urbana, a partir del entorno formal hasta el social, y es especialmente fundamental una vez que incluye zonas verdes arboladas, que a partir de la perspectiva sostenible destaca el papel que poseen como reguladores del ambiente. Poza Rica experimentó un aumento poblacional asociado con la industria petrolera, en el cual el ordenamiento quedaba rebasado ante la velocidad de las transformaciones espaciales. La estructura vial, los servicios públicos y la calidad de los espacios públicos, entre otros recursos, se han observado dañados y por consiguiente son de interés para el seguimiento del indicador áreas verdes.

1. Distanciamiento social y espacio público

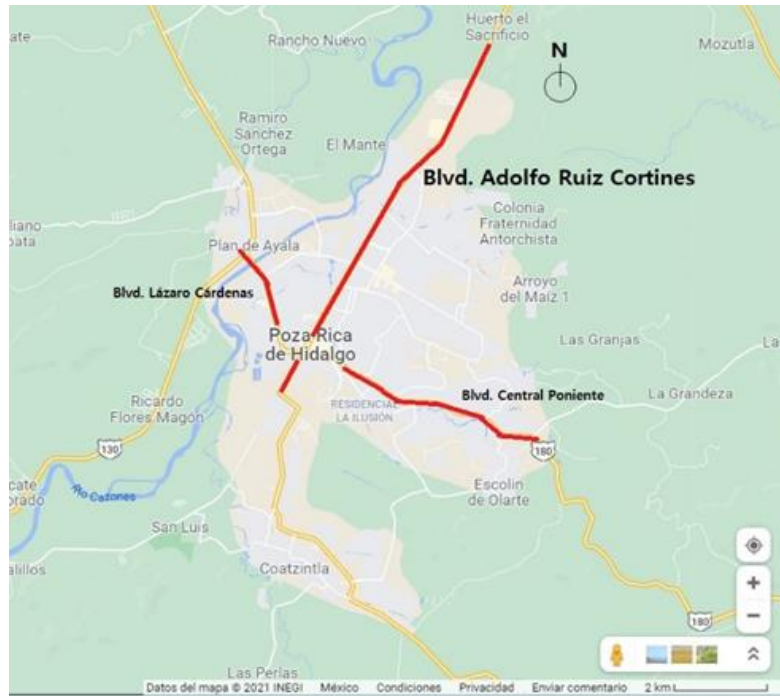
1.1. Describiendo el escenario

Los espacios públicos de Poza Rica se han modificado con el paso del tiempo como parte de la adaptación de uso por los ciudadanos. Un ejemplo de estos es el área verde del camellón ubicado sobre el boulevard Adolfo Ruiz Cortines (ARC), una de las primordiales vías de comunicación de Poza Rica. Este espacio ha tenido afectaciones por distintos cambios y remodelaciones. Gracias a su trascendencia como un espacio arbolado de la urbe, se pretende detectar la forma en que este lugar se adapta a los criterios de diseño urbano resultantes de los cambios derivados del distanciamiento social sanitario a lo largo de la enfermedad pandémica de coronavirus y destaca la relevancia del área verde del camellón como indicador a seguir.

La composición vial de Poza Rica está formada por 2 ejes principales, uno de los cuales es el bulevar Adolfo Ruiz Cortines, como se muestra en la figura 1, que con una longitud de más de 5,300 metros desde la calle 8 oriente hasta el centro comercial Walmart, es la avenida más extensa de la ciudad. Destaca su camellón arbolado, el cual presenta una vegetación con diferentes etapas de crecimiento.

Figura 1

Ubicación del bulevar Adolfo Ruiz Cortines en la traza urbana de Poza Rica



Fuente: Generación propia, adaptado de Google Maps.

<https://www.google.com.mx/maps/@20.524756,-97.5155738,12.74z/data=!5m1!1e1?hl=es-419>

Este camellón es un área usada para la convivencia social, como por ejemplo caminar para las personas de la tercera edad, ejercitarse como lo hacen los jóvenes en el área de equipamiento deportivo, paseo en bicicleta para los niños y adolescentes, como área de tradiciones al montarse sobre un sector el tradicional nacimiento navideño y el paseo cultural “la senda del recuerdo”, etc. Con la reducción de banquetas laterales se han perdido algunas especies arbóreas y plantas de ornato debido a que las obras de rehabilitación no contemplaron pasos peatonales y el transeúnte atravesaba el camellón a un lugar seguro desde cualquier punto ocasionando averías al ornato y en ocasiones accidentes menores para ellos mismos.

En mayo de 2017 la obra de rehabilitación de la infraestructura urbana de este boulevard llevaba un atraso de 5 meses, la cual incluyó la reconstrucción de guarniciones, banquetas y cruces peatonales, 80 lámparas LED, 43 bancas metálicas y la colocación de 43 paneles con iluminación para realizar exposiciones fotográficas, todo esto a lo largo de 690 metros del total del largo del camellón. El tramo que se rehabilitó ese año fue el que comprende de la calle 2 de enero a la avenida Palmas, tal como se muestra en la figura 2 donde puede leerse a través de una pancarta informativa.

Figura 2.

Obra de rehabilitación en el camellón del bulevar Adolfo Ruiz Cortines



Fuente: La jornada, 9 de mayo de 2017.

http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=170509_071659_918

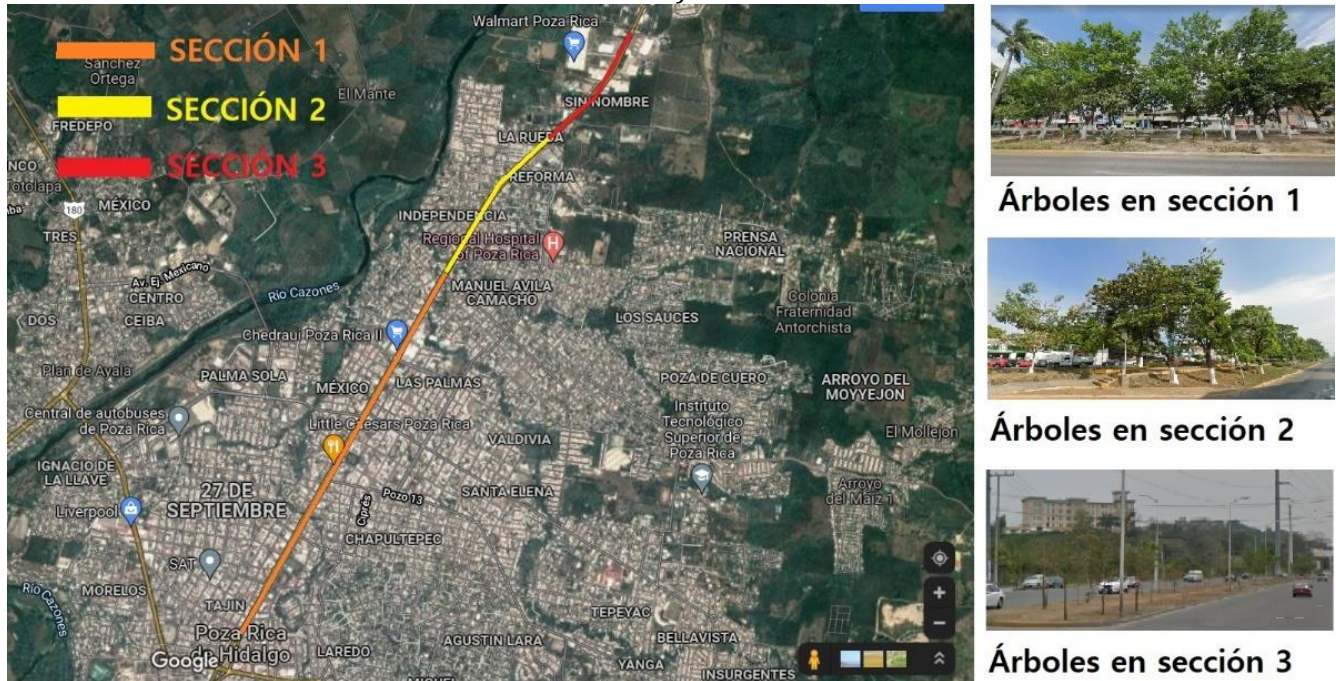
El mantenimiento escaso de las áreas verdes del camellón en vialidades puede llegar a generar efectos negativos que van a partir del deterioro de la imagen urbana, el decrecimiento de su funcionalidad social como sitio de encuentro, hasta la reducción de su capacidad reguladora ambiental.

1.2. Observación por sectores

Se identifican 3 secciones primordiales en el área del camellón siendo la primera, parte del abastecedor vial en la colonia Obrera hasta la avenida Libertad en la colonia Manuel Ávila Camacho y se caracteriza por tener arboles de mayor edad y tamaño; la segunda sección comprende de la avenida Independencia en la colonia Manuel Ávila Camacho a la calle Hernández en la colonia La Rueda, y en ella se observan arboles medianos y arbustos bajos; dando continuidad, a partir de la calle Hernández hasta el centro comercial Gran Patio en la colonia La Rueda, predominan arboles adolescentes de escasa elevación y en etapa de crecimiento, como se muestra en la **Figura 3**.

El camellón como espacio público tiene lugar en la encuesta derivada de la investigación que se origina desde el Observatorio Urbano y de Arquitectura Sostenible de la Facultad de Arquitectura Poza Rica en la Universidad Veracruzana, dando lugar a resultados interesantes, tal como se muestra a continuación.

Figura 3
 Secciones arbóreas del camellón en el bulevar Adolfo Ruiz Cortines



Fuente: Generación propia, adaptado de Google Maps.

<https://www.google.com.mx/maps/@20.5483979,-97.443863,6014m/data=!3m1!1e3?hl=es-419>

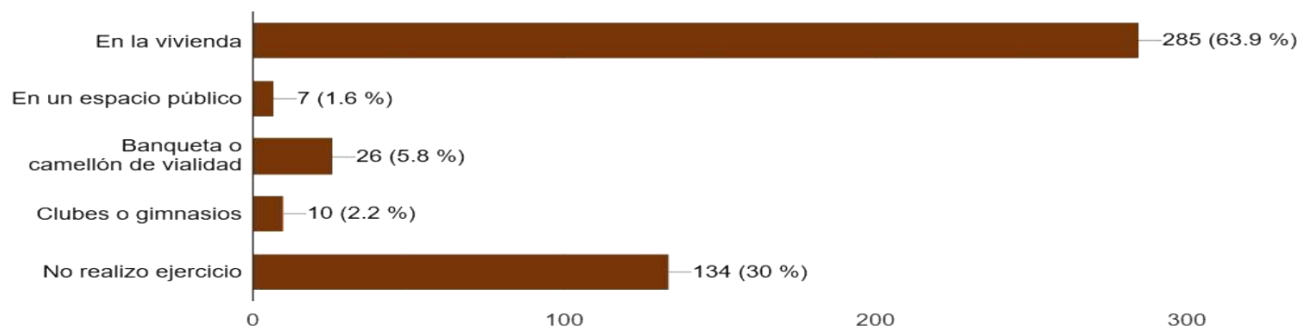
1.3. Resultados de encuesta

En época actual, a lo largo de la fase de distanciamiento social por coronavirus, este espacio público ha sido menos usado para actividades recreativas o de convivencia, no obstante, se siguió usando para tránsito peatonal. El trabajo de investigación El espacio urbano arquitectónico y habitabilidad durante el distanciamiento social en la contingencia por covid-19 y su evolución, registrado en el Sistema de Registro y Evaluación de la Investigación perteneciente a la Universidad Veracruzana, abona sobre el uso del espacio urbano arquitectónico como espacio público dentro del área de estudio que atañe a este texto, así es como en la figura 4 se aprecia que el espacio público, donde se encuentra clasificado el camellón del bulevar en cuestión, suma solo el 1.6% de las respuestas otorgadas logrando entrever que el aislamiento social disminuyó drásticamente el uso de espacios públicos y por lo tanto el elemento ejercicio y la asistencia a exposiciones cuando ambos se realizaban en espacios abiertos¹.

Figura 4

¹ El lector puede consultar el resultado completo de la encuesta en la siguiente dirección https://www.uv.mx/pozarica/ourbe/files/2020/11/Resultados_Encuesta-COVID-19-1.pdf

Espacio usado para realizar ejercicio



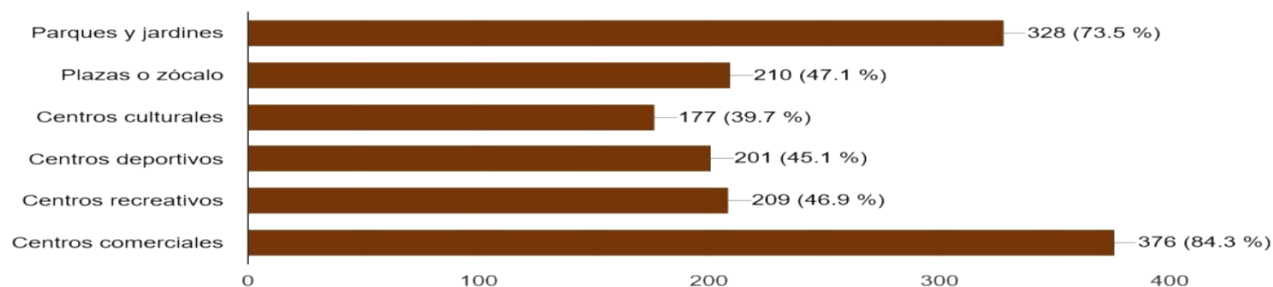
Fuente: Encuesta El espacio urbano arquitectónico y habitabilidad durante el distanciamiento social en la contingencia por covid-19 y su evolución.

https://www.uv.mx/pozarica/ourbe/files/2020/11/Resultados_Encuesta-COVID-19-1.pdf

Quienes realizan ejercicio lo practican preferentemente en un espacio adaptado dentro de su vivienda (63.9%), y quien insiste en realizarlo fuera de ella, aún continúa usando la banqueta y/o camellón de vialidad con este fin y otra opción fue asistir a clubes y gimnasios (30%). Continuando con la información recabada en la encuesta, el uso del área verde en el camellón durante el aislamiento social se ha visto en caída desde el anuncio de la etapa de resguardo en casa y control de asistentes a espacios de uso colectivo ya sea con fines recreativos, deportivos, social, etcétera; con ello se encontró que los parques y jardines eran uno de los lugares de mayor asistencia en la ciudad solo después de los centros comerciales así consta en la **Figura 5** correspondiente a la pregunta directa sobre el espacio que utilizaban los pozarricenses con mayor frecuencia. Antes de la etapa de contingencia las personas consultadas manifiestan la utilización de diversos espacios urbanos, entre los que destacan los centros comerciales (84.3%) y los parques y jardines (73.5%). En un siguiente nivel de uso se ubican los centros recreativos, las plazas o zócalos y los centros deportivos con 201 a 210 menciones. Finalmente, los centros culturales tienen 177 menciones. Esto deja ver la importancia de los lugares de convivencia y encuentro social en la vida cotidiana de la comunidad.

Figura 5

Espacios urbanos utilizados con mayor frecuencia antes de la contingencia por COVID-19

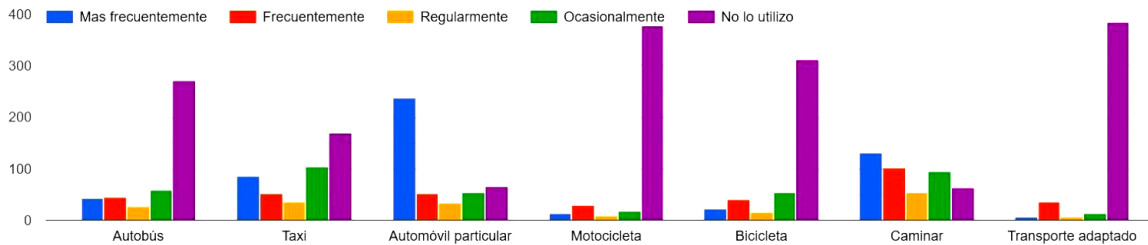


Fuente: Encuesta El espacio urbano arquitectónico y habitabilidad durante el distanciamiento social en la contingencia por covid-19 y su evolución.

https://www.uv.mx/pozarica/ourbe/files/2020/11/Resultados_Encuesta-COVID-19-1.pdf

A lo largo de esta etapa de contingencia la implementación más recurrente del automóvil particular como medio de transporte prevale, seguido de la caminata, ubicándose el taxi en tercer sitio, en un grado inferior se sitúa el autobús, y con el menor número la motocicleta, lo cual se logra notar en la figura 6 como resultado al cuestionamiento del medio de transporte mayormente usado durante la contingencia.

Figura 6
Medio de transporte usado durante la contingencia



Fuente: El espacio urbano-arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19.

1.4. Enfoques de análisis

La búsqueda de la ciudad ideal resurge con nuevas ideas bajo el análisis de tipos de ciudad, desde tendencias evolucionistas hasta rígidos esquemas de estructuración social con partición del territorio. De la concepción evolucionista surge la tendencia con base de los estudios de la ecología urbana, que introducen la observación directa en el diseño arquitectónico e ingenieril, urbano y sustentable de la ciudad actual. Con la perspectiva ecológica actual la urbanización contempla el ecosistema urbano como una prioridad puesto que la tendencia de urbanización sigue en aumento, la atmósfera de las zonas arboladas y boscosas de las ciudades concierne una planificación de uso, diseño, intervención e inversión acorde a escenarios proyectados.

Margarita Anaya distingue 5 enfoques para el análisis de las áreas verdes en la ciudad siendo estos el ecológico, de arquitectura del paisaje, estético, histórico y el de planeación al considerar que cada uno aporta especificidades al respecto de estas áreas. Para el caso presente el enfoque que aporta al desarrollo y avance al escenario de camellones es el enfoque ecológico y el de planeación. De acuerdo con Issaac Teodosio las áreas verdes urbanas son un factor determinante como reservorios de vida silvestre en los paisajes urbanos, incluyendo que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima que para el año 2050 cerca del 68% de la población habitará las zonas urbanas. La observación el dosel arbóreo en área de camellón del boulevard Ruiz Cortines da una idea de imagen urbana a preservar, un espacio benéfico para la socialización y salud pública, espacio puntual para la preservación de tradiciones, por lo tanto, su planificación, conservación y rehabilitación es primordial. Como Benedetti lo afirma, el árbol constituye un bien público y gestionar su espacio es gestionar el bienestar del ser humano.

2. Metodología

Es así como el presente análisis se planeó con la identificación por secciones de observación para posteriormente llevar a cabo un recorrido de campo por tramos, toma de fotografías para identificación de especies y su registro. Este censo del arbolado permitirá monitorear y plantear escenarios sobre el uso del espacio público en camellón, así como el progreso, atención e inversión de recursos humanos y económicos.

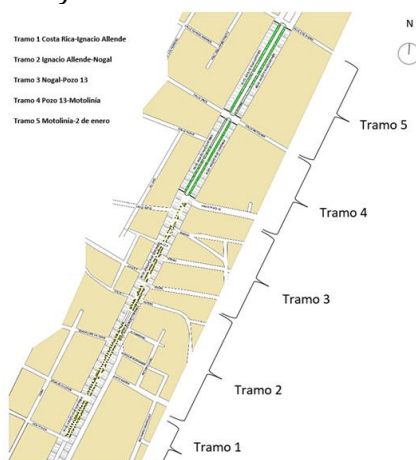
Como imagen urbana, salvaguardar el tapiz vegetal implica atención sobre los programas de educación ciudadana en el resguardo de la zona. Se implementa la cuantificación de especies arbóreas por tramo y lado del camellón llevando registro fotográfico y colectando hojas con auxilio de Google Lens y PlantNet, se logra la identificación de los especímenes. Se apoyó la catalogación con el documento de Mario Vázquez Torres Árboles tropicales de Veracruz, aunado al registro se elaboraron planos de ubicación y los alzados de los especímenes por tramos a lo largo del camellón, y que para esta ocasión se presentará el progreso alcanzado.

La aportación de los árboles a la vida en la ciudad es relevante, ya que se convierte en un productor de equilibrio atmosférico con la evapotranspiración, el fincamiento del suelo y sus estratos, el aseguramiento de sombra tan valiosa a toda hora del día, en el mantenimiento de los mantos acuíferos y todas las múltiples ventajas y aportaciones de estos elementos que en muchas ocasiones solo se ven como mero elemento decorativo o como pies cúbicos de madera depreciando su valor intrínseco en la vida del ciudadano.

3. Resultados preliminares del análisis por tramo en sector 1

En primer lugar, se muestra en la figura 7 la partición por tramos de la sección 1 en su primer análisis, del bulevar Adolfo Ruiz Cortines (ARC).

Figura 7
Tramos de la sección 1 del bulevar Adolfo Ruiz Cortines en Poza Rica



Fuente: Elaboración propia, mayo 2021.

A continuación, en la **Tabla 1** de árboles en tramos del bulevar ARC, se aprecia el concentrado de especies arbóreas localizadas, siendo la especie con mayor presencia la *Ehretia Tinifolia* o Roble Prieto que se encuentra en el tramo 1, 2, 3 y 4, sumando 219 ejemplares en condiciones similares tal y como se evalúa en la figura 8 a la vez que se observan también algunos ejemplares de palmera real.

Tabla 1

Arboles en tramos del bulevar Adolfo Ruiz Cortines, Poza Rica

Nombre científico	Nombre común	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
<i>Tabebuia rosea</i>	Palo de rosa	0	2	0	0	0
<i>Saurauia scabrida</i>	Almendro	1	5	0	0	0
<i>Roystonea dunlapiana</i>	Palmera real	18	41	9	21	0
<i>Bambusoideae</i>	Bambú	2	0	0	0	0
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orijuelo	1	0	0	0	0
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	1	0	0	0	0
<i>Leucaena esculenta</i>	Guaje	1	0	0	0	0
<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble prieto	45	119	41	14	0
<i>Astianthus viminalis</i>	Ahuejote	1	0	0	0	0
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	0	0	0	0	40
	Palmera	0	0	0	0	16
	Guanactle	0	0	0	0	44
	Equip. Urbano	0	0	0	0	6

Fuente: Recorridos de campo, Mayo 2021

Figura 8

Ejemplares de roble prieto en el tramo 2 de la sección 1 del bulevar ARC

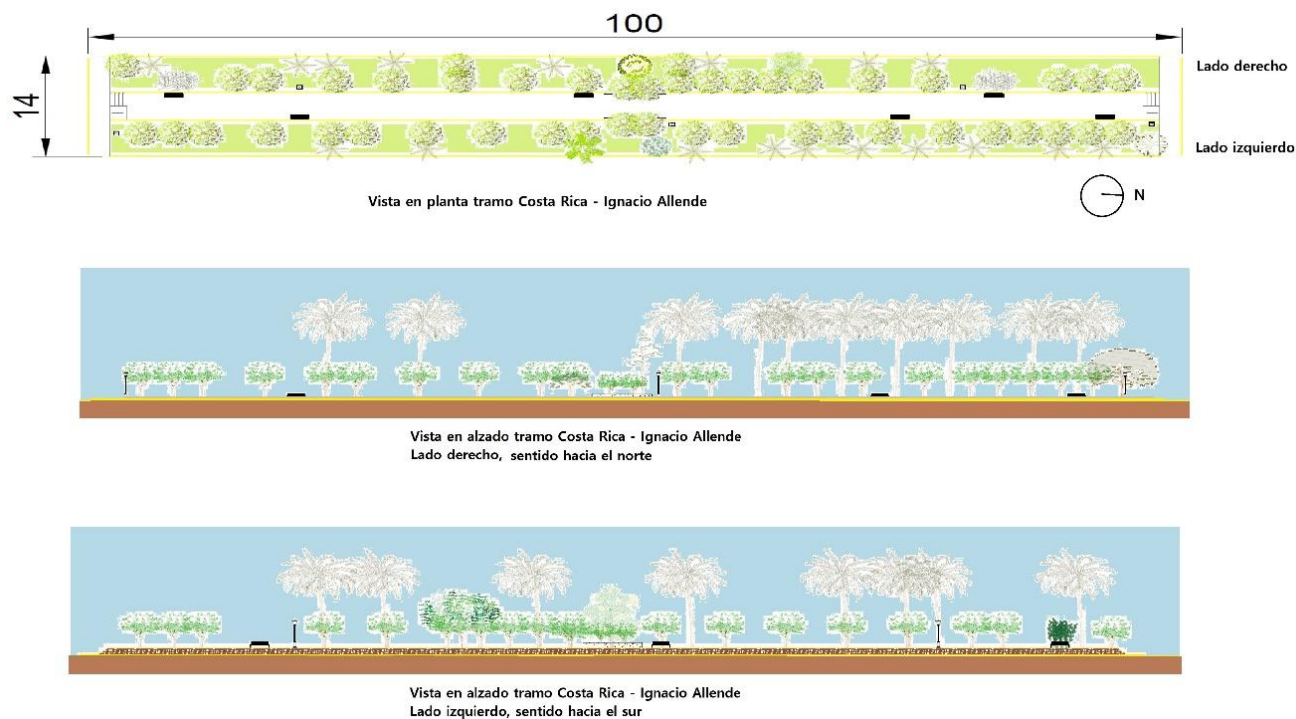


Fuente: Patricia A. García Nava, mayo 2021.

Se elaboran planos de ubicación de los ejemplares por tramos analizados, así se logra un registro digital de los árboles locales que ayudan al seguimiento de las transformaciones del espacio urbano ya sea por intervención ciudadana o gubernamental, sirviendo de elemento de consulta para la rehabilitación del espacio, adecuación, cuantía de daños ecológicos, económicos y ambientales. Los árboles localizados en el tramo 1 se muestran en la figura 9 de la misma sección comprendido este entre la calle Costa Rica y Allende de la colonia 27 de septiembre, es aquí donde los árboles que se observan son más antiguos y que requieren un plan de reforestación a corto plazo.

Figura 9

Infografía de árboles en el tramo 1 de la calle Costa Rica a la calle Ignacio Allende de la colonia 27 de septiembre

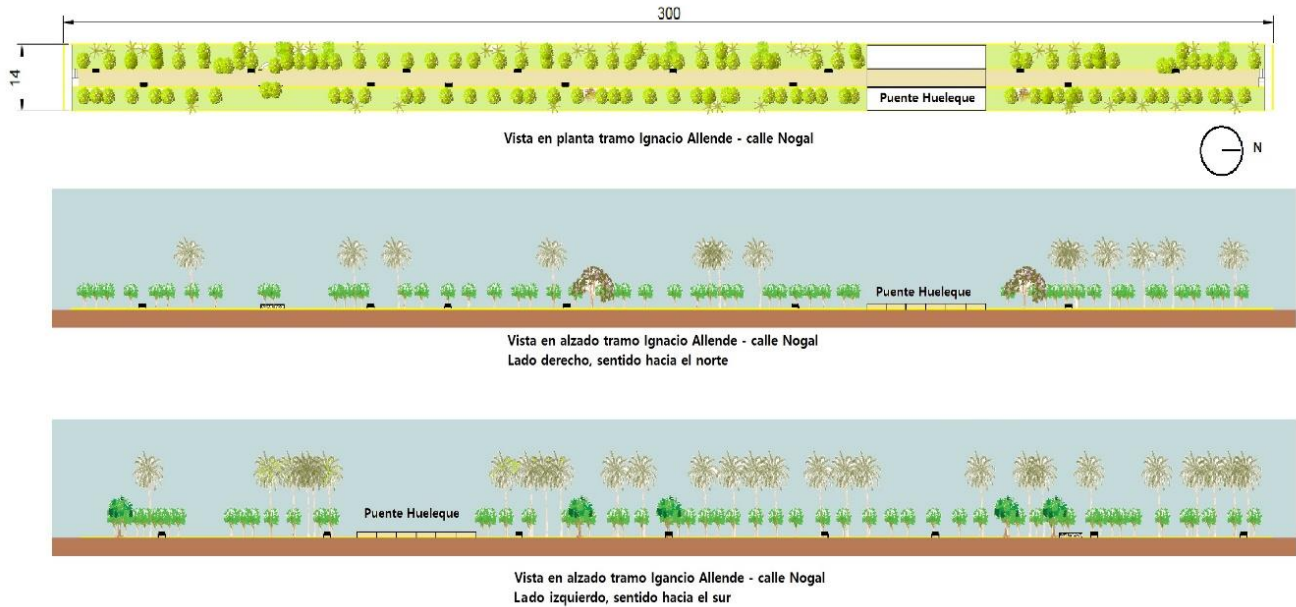


Fuente: Elaboración propia, mayo 2021.

En la **Figura 10** encontramos la disposición arbórea del tramo 2 de la misma sección y se nota que la constitución del camellón es sobre un terraplen necesario por la topografía y ajuste al cambio de nivel presentado en la zona, asociándose la presencia de una corriente superficial como lo es el arroyo del Hueleque que atraviesa de lado a lado la vía terrestre en sentido este-oeste. El tramo es de 300 metros de largo y domina nuevamente la especie *Ehretia Tinifolia* o roble prieto con 119 ejemplares, le sigue el *Rostonea dunlapiana* o palma real con 41 ejemplares.

Figura 10

Infografía de árboles en el tramo 2 de la calle Ignacio Allende de la colonia 27 de septiembre a calle Nogal en la colonia Chapultepec

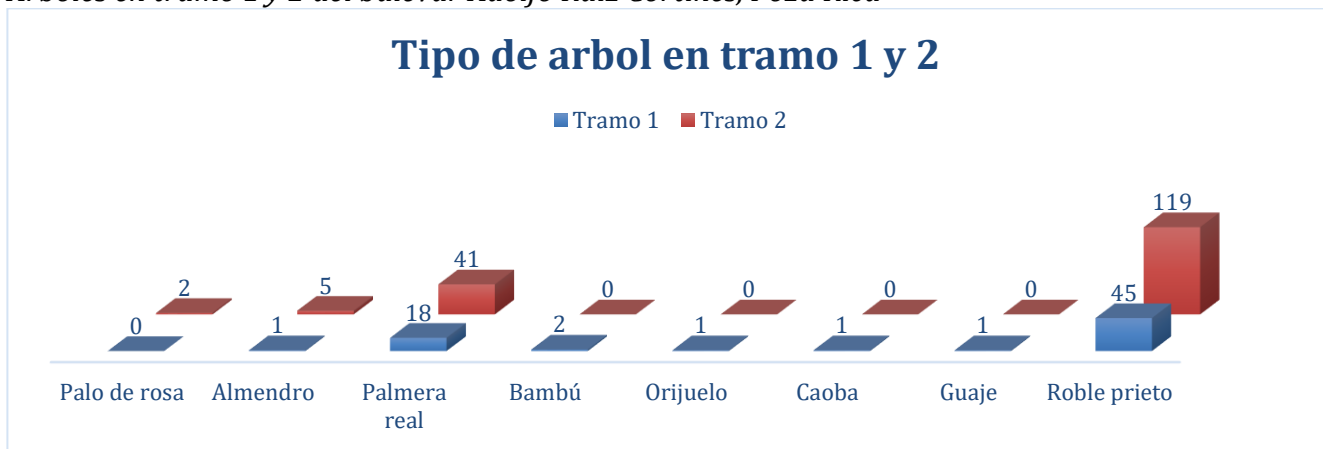


Fuente: Elaboración propia, mayo 2021.

La representación de estos dos tramos se puede apreciar a continuación en la **Figura 11** de árboles, de donde se destaca que el roble prieto es la especie de árbol presente con mayor frecuencia. Estos árboles alcanzan un tamaño de entre 15 a 25 metros de altura, sus hojas son resistentes y es perennifolia, con fronda muy apreciada y que cubre ampliamente el ancho del camellón, ver **Figura 12**.

Figura 11

Árboles en tramo 1 y 2 del bulevar Adolfo Ruiz Cortines, Poza Rica



Fuente: Elaboración propia, mayo 2021.

Figura 12

Cobertura arbórea sobre el paseo en el camellón del bulevar ARC



Fuente: Patricia A. García Nava, mayo 2021.

Es así como el análisis continúa en este tema tan importante como necesario para ubicar con carácter de relevante la planeación, conservación, rehabilitación del manto vegetal del área urbana dentro del municipio central de la Zona Metropolitana de Poza Rica, vislumbrándose a futuro la réplica de este en los municipios vecinos.

Al valor ecológico y de planeación agregaremos el valor histórico de la importancia por conservar el dosel vegetal de esta importante vía primaria, tan solo recordando que los inicios de esta región de origen petrolero fue el trazado y paso de la vía angosta del ferrocarril de la estación Cobos al campo Furberos.

4. Conclusiones

El camellón del bulevar Adolfo Ruiz Cortines es un factor de gran identidad en la urbe, debido a que se hallan en él diversos monumentos que aportan integración, además de árboles de especies apreciadas por la población, como el palo de rosa (*tabebuia rosea*), el zapote blanco (*casimiroa edulis*) o el melina (*gmelina arborea*), que contribuyen al equilibrio ambiental y confort térmico.

Cumple, además, con una fundamental funcionalidad como sitio de encuentro y espacio recreativo para la población, aunado a que es una vía primordial para el tránsito peatonal. No obstante, a lo largo de la fase de distanciamiento social por coronavirus surgen modificaciones en la forma de usar este espacio público, y se han adoptado medidas que seguramente perdurarán más allá de la emergencia sanitaria.

El diseño de espacios públicos arbolados adoptara nuevas posibilidades de uso, así como adecuaciones y planes de rehabilitación e integración a las actividades con medidas de sanidad, designando conjuntos pequeños de usuarios, amplios andadores y zonas de contemplación más distantes entre sí.

Referencias

- Aguilar-Frías, B. I.,** Martínez B., J.; Alanís M., J. L.; Rivera T., H.; Carrasco A., R. J. (2020). *Espacio urbano-arquitectónico durante el distanciamiento social por COVID-19 (Conjunto de datos)*. Derivado del proyecto El espacio urbano arquitectónico y habitabilidad durante el distanciamiento social en la contingencia por COVID-19 y su evolución. https://www.uv.mx/pozarica/ourbe/files/2020/11/Resultados_Encuesta-COVID-19-1.pdf
- Anaya-Corona, M.** (2001). *Áreas verdes en el contexto urbano. Estudio de caso: Ciudad de Guadalajara*. (Tesis) Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudio sobre Medio Ambiente y Desarrollo. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/1292?show=full>
- Benedetti, G. M.,** Duval, V. S., Campo, A. M. (2016). *Propuesta para el análisis de cobertura del arbolado urbano. Caso de estudio: Pigüé, provincia de Buenos Aires*. PROYECCIÓN 20. Vol. X– pp. 244-258. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/9187/2016-20-12.pdf
- Carballo-Paredes, I.** (2016, julio 25). *Arrancan las acciones para mejorar la ciudad*. El Heraldo de Poza Rica. <http://elheraldodepozarica.com.mx/estado/poza-rica/37952-arrancan-las-acciones-para-mejorar-laciudad-html>
- Gobierno de Poza Rica.** (2017, julio 13). *Programa municipal de reforestación*. Boletín 298. <http://www.gobiernodepozarica.gob.mx/boletin/continua-programa-municipal-de-reforestacion-en-poza-rica-9b5>
- La jornada.** (2017, mayo 9). *Obra de rehabilitación del bulevar Ruiz Cortines de Poza Rica, atrasada 5 meses*. http://www.jornadaveracruz.com.mx/Post.aspx?id=170509_071659_918
- Vázquez-Torres, M.,** Campos Jiménez, J., Juárez Fragosó, M. (2017). *Árboles tropicales de Veracruz*. Universidad Veracruzana. <http://libros.uv.mx/index.php/UV/catalog/view/QC016/324/851-1>
- Teodosio, I.,** MacGregor-For, I., Dáttilo, W. (2021, enero 6). *Áreas verdes urbanas: Más allá del bienestar humano*. Instituto de Ecología. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1241-areas-verdes-urbanas-mas-alla-del-bienestar-humano>

Observatorio Laboral Veracruzano

Labor Observatory of Veracruz

Cianelli Hernández Camarillo^a | Fermín Isafías Cabo Leyva^b

Recibido: 23 de marzo de 2022.

Aceptado: 8 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Observatorio Laboral Veracruzano (OLV), Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: cianellihc28@gmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0406-3466>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio Laboral Veracruzano (OLV), Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: fcabo@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4500-899X> *Autor para correspondencia.

Resumen: El presente artículo muestra un panorama sobre el Observatorio Laboral Veracruzano, perteneciente a Facultad de Economía, el cual tiene como objetivo principal crear un espacio para el análisis de información estadística confiable que permita visibilizar las diversas problemáticas en el mercado laboral en el Estado de Veracruz. El monitoreo en este territorio se lleva a cabo a través de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática en una periodicidad trimestral. La estructura del OLV se establece según los lineamientos estipulados por la Coordinación Universitaria de Observatorios (CUO) de la Universidad Veracruzana, y al mismo tiempo, se apega al Programa de Trabajo de la Universidad Veracruzana 2021-2025 “Por una transformación integral”, cumpliendo con la formalidad y transparencia que le corresponde a un espacio de recolección y divulgación de datos como lo es el Observatorio Laboral Veracruzano.

Palabras clave: Mercado Laboral; Población Económicamente Activa; Población Ocupada; Población desocupada; Población Subocupada.

Abstract: *This article shows an overview of the Labor Observatory of Veracruz, belonging to the Economics Faculty, whose main objective is to create a space for the analysis of reliable statistical information that allows to visualize the various problems in the labor market in the State of Veracruz. The monitoring in this territory is carried out through the data published by the National Institute of Statistics, Geography and Informatics (INEGI) on a quarterly period. The structure of the OLV is established according to the guidelines stipulated by the University Coordination of Observatories (CUO) of the Veracruzana University, and at the same time, it adheres to the Work Program of the Veracruz University 2021-2025 "For an integral transformation", complying with the formality and transparency that corresponds to a space for data collection and dissemination such as the Labor Observatory of Veracruz*

Keywords: *Labor Market; Economically Active Population; Employed Population; Unemployed Population; Underemployed Population.*

Introducción

El Mercado Laboral es la interacción de la sociedad a través de relaciones que establecen para buscar empleo y para ofrecerlo. Es decir, como cualquier mercado, existe una oferta de trabajo y una demanda de trabajo. (Borjas, 2019). Identificamos la oferta de trabajo como la cantidad de trabajadores que están dispuestos a trabajar en el mercado laboral, mientras que la demanda de trabajo representa la totalidad de puestos de trabajo vacantes, que son ofrecidos a los trabajadores.

La oferta de trabajo se ve influenciada por factores como la tasa de natalidad, fenómenos migratorios, la situación económica individual, así como por un marco legal y legislaciones laborales en las que se contextualiza el mercado (Becker Gary, 1994).

Por su parte, la demanda de trabajo está relacionada con las necesidades de producción de una determinada empresa o lugar de trabajo, que lleve a demandar trabajo para cumplir con la demanda de bienes y servicios de una economía. En este mercado, el equilibrio se encuentra en un nivel salarial donde se interrelacionen la oferta y demanda de trabajo. El salario es el precio de la mano de obra o del factor trabajo.

El estudio de la economía se basa en el análisis de diferentes mercados, y el mercado de trabajo no es la excepción. Desde una perspectiva proveniente del pensamiento económico, existes diferentes escuelas que atribuyen definiciones para el mercado de trabajo (Cuadrado Roura, 2000). Desde la escuela neoclásica, el mercado de trabajo se encuentra siempre en equilibrio suponiendo que los precios de los bienes son flexibles, por lo tanto, el salario interpretado como el precio del trabajo, también es flexible y responde a la relación entre la cantidad demandada y la cantidad ofrecida de trabajo.

De esta forma, todo el que desee trabajo lo encuentra a un nivel de salario real. Por otro lado, desde la escuela keynesiana, los salarios son rígidos y, por tanto, no responden a la oferta y demanda de trabajo, pues desde la perspectiva de Keynes, estos desequilibrios que originan el desempleo provienen de los niveles de demanda agregada insuficientes que no incentivan los niveles de producción.

Independientemente del enfoque de las escuelas de pensamiento sobre el mercado de trabajo, es relevante mencionar que este mercado es de gran importancia pues en él participa toda la población en edad y con deseos de trabajar, que oferta su trabajo para conseguir un salario. A través de este salario, las familias lograr satisfacer sus necesidades.

Por ello el mercado laboral es de gran importancia para una sociedad, los problemas de desempleo que de él se derivan afectan negativamente a los hogares y a un país en su producción y crecimiento económico. Debido a esta importancia, su estudio forma parte de las tareas principales del análisis económico que contribuye a la toma de decisiones de un país o determinado territorio.

Antecedentes

La constitución del Observatorio Laboral Veracruzano, dentro de la Facultad de Economía de la Universidad Veracruzana, es el resultado de un esfuerzo articulado para estudiar y analizar el mercado laboral en Veracruz y sus regiones, proporcionando información estadística confiable en temas de Economía Laboral, un tópico que por su naturaleza compete directamente a los economistas y que, por tanto, se debe dar seguimiento a la dinámica que se presenta en nuestra realidad Veracruzana.

En el marco internacional, la Organización Internacional del Trabajo, ILO por sus siglas en inglés (International Labour Organization), a través de su sitio web, ILOSTAT, se constituye como el referente mundial en materia de estadísticas internacionales de trabajo pues facilita el acceso a una amplia gama de recursos y bases de datos para su análisis. Por otro lado, en nuestro país, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), a través del Servicio Nacional de Empleo (SNE), proporcionan información estadística sobre el mercado de trabajo en el país al coordinar el Observatorio Laboral Nacional (OLA).

Sin embargo, el estado de Veracruz, no cuenta con un organismo dedicado exclusivamente al estudio, observación y análisis del mercado laboral, para la obtención de estadísticas confiables. Por

lo que, el Observatorio Laboral Veracruzano, será pionero en materia de obtención de estadísticas laborales confiables.

¿Por qué es importante conformar un observatorio del mercado laboral en el estado de Veracruz?

La situación económica actual en México, ha ido agravándose en los últimos años. Consecuentemente, los mercados y en particular, el mercado de trabajo muestra grandes desequilibrios. Sumándole los cambios sociales y demográficos que ha experimentado el país, la reciente crisis generada por la pandemia de Covid -19 provoca que el panorama luzca cada vez más complicado.

Veracruz ha observado un importante dinamismo en su actividad económica, la cual también ha redundado en la generación de empleos para su población y no se cuenta con evidencia científica para su análisis. Además, muchos de los programas y proyectos propuestos por el Gobierno Federal, no toman en cuenta las características del mercado laboral en cada región de Veracruz, por lo que suelen resultar ineficientes e ineficaces.

A pesar de los discursos de las autoridades, existe evidencia del número de personas que buscan y no encuentran trabajo.

Por lo anterior, se busca constituir un referente en el que investigadores, académicos, estudiantes y público en general puedan intercambiar saberes en estos tópicos trascendentales para la economía del país.

La Universidad Veracruzana debe ser pionera y líder en la implementación de observatorios, puesto que no existe un organismo que proporcione este tipo de información estadística a nivel local.

¿Qué busca el Observatorio Laboral Veracruzano?

El principal objetivo de la creación del Observatorio Laboral Veracruzano es contar con un espacio para el análisis de información estadística confiable que permita visibilizar las diversas problemáticas en el mercado laboral.

Dicho objetivo está alineado con el Programa de Trabajo de la Universidad Veracruzana 2021-2025 “Por una transformación integral”, reforzando el Eje 4 “Investigación e Innovación” que enfatiza la planeación estratégica de la investigación con enfoque regional y local, donde el OLV contribuye a dar visibilidad de la realidad socioeconómica a través de la observación del mercado laboral a nivel estatal.

Como objetivos específicos se tienen:

- a) Generar, recopilar y monitorear datos e información referente al mercado laboral en el estado de Veracruz.

- b) Analizar y sistematizar los datos y la información recuperada y/o generada para la elaboración de documentos que informen de la situación del mercado laboral.
- c) Generar un espacio de divulgación científica multidisciplinar para todos los interesados en temas de Economía Laboral.
- d) Lograr procesos de vinculación para el intercambio de información con organismos o instituciones interesadas externas a la institución.

Ejes estratégicos

1. **Objetivo estratégico:** Monitorear el mercado laboral obteniendo un sistema de información en el cual sustentarse.
 - Meta 1**
 - 1.1 Integración de base de datos
 - Acciones:**
 - 1.1.1 Identificar los datos que genera el Instituto Nacional de Geografía e Informática en materia laboral, para el estado de Veracruz y la periodicidad de sus reportes.
 - Meta 2**
 - 1.2 Creación de batería de indicadores a través de la recolección de datos en un plazo no mayor a 6 meses
 - Acciones:**
 - 1.2.1 Diseñar el sistema de generación de información interno en un plazo no mayor a 6 meses
2. **Objetivo estratégico:** Conformación de análisis documental sustentado en la batería de indicadores
 - Meta 1**
 - 2.1 Análisis de datos recolectados a través de indicadores según la periodicidad de los mismos
 - Acciones**
 - 2.1.1 Realización de un análisis con la información de los indicadores sobre el mercado laboral veracruzano sustentado en la teoría económica
3. **Objetivo estratégico:** Divulgación de información recolectada y análisis de la misma alineado con *el Programa de Trabajo de la Universidad Veracruzana 2021-2022*, en su “Eje 4: Investigación e Innovación”, específicamente en el “Tema 4.4: Divulgación de la Ciencia”, el OLV contribuirá a la campaña de divulgación de la ciencia que busca la Universidad Veracruzana a través de los medios de comunicación universitaria, informando sobre los resultados observados del mercado laboral en el estado.
 - Meta 1**
 - 3.1 Utilización de medios de divulgación electrónicos
 - Acciones**
 - 3.1.1 Creación de página web dedicada especialmente al Observatorio Laboral Veracruzano
 - 3.1.2 Fortalecer divulgación a través de Revista UV serva

Meta 2

3.2 Realización de recursos de divulgación

Acciones

3.2.1 Elaboración de reportes, infografías y/o boletines

4. **Objetivo estratégico:** Vinculación del Observatorio Laboral Veracruzano con instituciones que coadyuven al cumplimiento de objetivos, alineado con *el Programa de Trabajo de la Universidad Veracruzana 2021-2022*, en su *“Eje 5: Difusión de la cultura y extensión de los servicios”*, específicamente en el *“Tema 5.2: Vinculación Universitaria”*, el OLV contribuirá a establecer acciones para el fortalecimiento de esquemas de vinculación con el sector público.

Meta 1

- 4.1 Firmar 1 acuerdo de colaboración con la Secretaría del Trabajo, Previsión Social y Productividad del Gobierno del estado de Veracruz.

Acciones

- 4.1.1 Diseñar la propuesta de convenio.
- 4.1.2. Definir proyectos y acciones para establecer los términos de la colaboración.
- 4.1.3 Desarrollar propuestas de proyectos de trabajo conjuntos.

Meta 2

- 4.2 Participación en eventos relacionados al tema realizados en colaboración de otras entidades académicas, universidades, organizaciones de la sociedad civil y dependencias de gobierno.

Acciones

- 4.2.1 Difusión de la misión del Observatorio Laboral Veracruzano para establecer vinculación con instituciones que realicen eventos acordes al trabajo realizado por el Observatorio.
- 4.2.2 Elaboración de invitaciones para realizar en conjunto eventos académicos que difundan el diagnóstico del mercado laboral veracruzano.

Sistema de Indicadores

De oferta

- a) No. De unidades por actividad económica
- b) No. De unidades por tamaño (micro, pequeña, mediana, grande)

De demanda (por género y grupo etario)

- a) Tasa de actividad
- b) Tasa de empleo
- c) Tasa de desocupación
- d) Tasa de subocupación

Equilibrio de mercado

- a) Sueldos y salarios (por sector, género y grupo etario)

Metodología y sistema de Indicadores

Para la conformación de la base de información del presente observatorio se buscará en las bases de datos nacionales existentes, principalmente las que provee el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, específicamente con los datos provenientes de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo ENOE (INEGI, n.d) y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE (INEGI,2014)

A su vez, se obtendrán datos de instituciones estatales que, a través de la vinculación con el observatorio, contribuirán a la formación de la base de información.

La recopilación de datos anterior y la periodicidad de la disponibilidad de los mismos, constituirá la base para el diseño y seguimiento de indicadores, mismos que serán la base para la elaboración del análisis del mercado laboral.

La información del Observatorio Laboral Veracruzano es recabada de fuentes secundarias, específicamente de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo que realiza el Instituto Nacional de Estadística e Informática a nivel nacional, y que para el objeto de análisis que nos interesa, los datos se toman para la entidad. A través de esos datos se construyen cuatro indicadores principales sobre el mercado laboral: tasa de actividad, tasa de empleo, tasa de desocupación y tasa de subocupación. (Heath, 2012)

La Tasa de Actividad (OIT,2015) tiene como objetivo conocer el volumen relativo de oferta de mano de obra disponible. Es la proporción de la población en edad de trabajar que participa en el mercado laboral, calculada como el cociente entre la población económicamente activa PEA y la población total.

La población económicamente activa se define como las personas de 15 y más años de edad que tuvieron vínculo con la actividad económica o que lo buscaron en el periodo de referencia y es la proporción de la población que participa en el mercado laboral; mientras que la población total hace referencia a todos los habitantes que viven en un determinado territorio, en este caso, el Estado de Veracruz.

$$TA = \frac{PEA\ Ver}{PobTotal\ Ver} * 100$$

Por su parte, la Tasa de Empleo (OIT,2015) tiene como objetivo proporcionar información sobre la capacidad de la economía para crear empleo. Es la proporción de la población nacional en edad de trabajar que tiene empleo. Es el resultado del cociente entre la población ocupada y la población en edad de trabajar, expresada en términos porcentuales.

La población ocupada es definida como la población económicamente activa que se encuentra laborando y trabajó al menos 1 hora, mientras que la población en edad de trabajar incluye a las personas de 15 y más años.

$$TE = \frac{PobOcupVer}{PobEdadLVer} * 100$$

Sobre la Tasa de Desocupación (OIT,2015) destaca que este indicador tiene como objetivo conocer la búsqueda activa de empleo en el Estado de Veracruz. Es decir, es la proporción de la población perteneciente a la PEA que no tiene trabajo, pero lo busca. Se calcula como el cociente entre la población desocupada y la PEA, expresada en términos porcentuales. La población desocupada a su vez incluye a los integrantes de la PEA que, no teniendo ocupación, están buscando activamente trabajo. Representa la búsqueda activa de empleo de aquellas personas que no tienen un trabajo. Representa un indicador de desequilibrio del mercado laboral al no ser un indicador estructural de bienestar.

$$TD = \frac{PobDesVer}{PEA Ver} * 100$$

La Tasa de Subocupación (OIT,2015) por otro lado, busca representar la necesidad de trabajar y la insatisfacción de sólo contar con su ocupación actual. Es la proporción de la población perteneciente a la población ocupada que trabajan menos de 35 horas y disponen de más horas para ofertar trabajo. Es el cociente entre la población subocupada y la PEA, expresada en términos porcentuales. La población subocupada se define como la población ocupada que tiene necesidad y disponibilidad de ofertar más trabajo de lo que su ocupación actual le permite.

$$TS = \frac{PobSubVer}{PEA Ver} * 100$$

La información que construye los indicadores anteriores es reportada trimestralmente por INEGI, misma periodicidad con la que se actualizarán los datos en el Observatorio Laboral Veracruzano para el Estado de Veracruz.

Conclusiones

El Observatorio Laboral Veracruzano nace de la necesidad de estudiar el mercado laboral en el Estado de Veracruz reconociendo la importancia de consolidar un espacio de recopilación de información al respecto a través de datos e indicadores que, por medio de su divulgación, tengan un impacto social.

Con lo anterior, el Observatorio Laboral Veracruzano trabaja para ser un espacio académico dedicado a la consolidación, reflexión y divulgación del conocimiento sobre la realidad del mercado laboral veracruzano brindando instrumentos de información y orientación de investigaciones relacionadas al tema. Se busca que el OLV sea un referente informativo sobre el mercado de trabajo para los economistas de la entidad, las instituciones del Estado, así como para todo aquel que requiera hacer análisis sobre el tema, contribuyendo de esta forma a la orientación de políticas públicas y a la toma de decisiones. A su vez, el monitoreo y publicación de la información, llevará a ser el soporte para el diseño de políticas públicas del Gobierno del Estado.

Referencias

Borjas, G. (2019). *Labor Economics* (8th ed.). McGraw-Hill Education.

- Becker** Gary, S. (1994). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (S. Becker Gary, Ed.). University of Chicago Press.
- Cuadrado** Roura, JR (2000). *Introducción a la política económica*. Compañías McGraw-Hill.
- Instituto** Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE)*, población de 15 años y más de edad.
<https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>
- Instituto** Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). *Directorio Nacional de Unidades Económicas*. DENUE. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- OIT**. (2015). *Indicadores clave del Mercado de Trabajo*. <https://bit.ly/3L2iV8T>
- Heath**, J. (2012). *Lo que indican los indicadores. Cómo utilizar la información estadística para entender la realidad económica de México*. INEGI

Monitoreo ambiental en estuarios micromareales: caso de estudio río Jamapa

Environmental monitoring of microtidal estuaries: Case Study Jamapa River

Rosario Sanay González^a | Héctor Perales Valdivia^b

Recibido: 23 de marzo de 2022.

Aceptado: 11 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Boca del Río, México. Contacto:
rsanay@uv.mx

^b Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Boca del Río, México. Contacto:
hperales@uv.mx *Autor para correspondencia.

Resumen: Destacando las características de los estuarios de cuña de sal, se planteó un plan de monitoreo ad hoc para el río Jamapa que permitió determinar el nivel de estratificación por salinidad, ante la variación anual de la descarga del río en diversas locaciones a lo largo del estuario. La estratificación es un factor que inhibe el intercambio de agua entre el fondo y la superficie, favoreciendo la acumulación de nutrientes, contaminantes, y materia orgánica que puede dar como resultado la aparición de florecimientos algales y episodios de baja de oxígeno disuelto. Para determinar el grado de estratificación se hace uso del índice global de estratificación salina Sp.

Palabras clave: Monitoreo ambiental; estuarios micromareales; río Jamapa.

Abstract: *Standing out the characteristics of salt wedge estuaries, a specific monitoring plan for the Jamapa River was conceived that allowed to establish the salt stratification-level due to the yearly variation of river discharge in locations along the estuary. Stratification is a limiting factor for bottom and surface water interchange, promoting nutrient, pollutants and organic matter accumulation resulting in a possible algal bloom or depletion of dissolved oxygen. Stratification level was determined through the global salinity index Sp.*

Keywords: *Environmental Monitoring, Microtidal Estuaries, Jamapa River.*

1. Introducción

Históricamente, las zonas costeras han concentrado a gran parte de la población mundial (Aguilera et al., 2010) ya que permiten el desarrollo de una amplia gama de actividades como transporte, extracción de hidrocarburos, generación de energía eléctrica, pesca y acuicultura (Kennish, 2000). De entre éstas, los estuarios y lagunas costeras se destacan por ser ambientes altamente productivos y ecológicamente importantes desde una perspectiva de los servicios ecosistémicos, y en particular para la pesca (Schelske y Odum, 1961; Potter et al., 2015). El impacto de las actividades económicas, y los inherentes a los grandes asentamientos humanos (p. ej. vertido de aguas residuales a los cuerpos de agua), han ocasionado la degradación de los sistemas costeros, registrándose una acelerada pérdida de biodiversidad, decreciente calidad del agua y pérdida de su capacidad para recuperarse de las perturbaciones ya sean naturales o antropogénicas (Worm et al., 2006) comprometiendo el capital natural del cuerpo de agua.

Para promover la integridad ecológica de los estuarios y lagunas costeras, es necesario contar con planes de manejo adecuados basados en programas de monitoreo ambiental (Behmel et al., 2016; Gonenc & Wolflin, 2004). Estos programas proveerán la información necesaria para caracterizar los sistemas costero, además de permitir discernir entre el comportamiento normal y anómalo de los diferentes parámetros de ambiente medidos (Gray and Shimshack, 2011). Las anomalías pueden obedecer tanto a perturbaciones naturales como antropogénicas. Lo deseable es que la información generada posibilite la identificación de los efectos adversos en etapas tempranas.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés), define al monitoreo ambiental como: “un proceso de observación repetitiva para propósitos definidos, de uno o más elementos del medio ambiente, de acuerdo con horarios preestablecidos en el espacio y

en el tiempo y utilizando metodologías comparables para la detección ambiental y la recopilación de datos” (en Gonenc & Wolflin, 2004).

Los programas de monitoreo tienen el propósito de generar información para resolver alguno, o varios problemas del ambiente, generados por actividades humanas. De acuerdo a Days et al (1989), dichos problemas se pueden agrupar en cinco categorías: i) enriquecimiento (exceso de aporte de nutrientes), lo que puede derivar en procesos de eutricación, ii) alteraciones físicas, iii) sobrepesca, iv) introducción de especies exóticas y v) toxinas.

Una vez identificado el problema ambiental a resolver en un estuario específico, y antes de diseñar el programa de monitoreo, es necesario establecer los objetivos específicos, identificar los atributos del ecosistema y, documentar y ubicar los datos disponibles (Behmenl et al., 2016). Se debe advertir que, el monitoreo se distingue de la colección de datos por su carácter de continuidad y de largo plazo (Gonenc & Wolflin, 2004). La colección de datos a menudo se refiere como monitoreo de corto plazo.

1. Los estuarios de cuña salada

1.1. Descripción

Los estuarios y lagunas costeras son zonas de transición entre ambientes terrestres y marinos, así como la principal vía de exportación de materiales de los continentes hacia el océano (Sierra et al, 2002). Se definen como “cuerpos de agua semicerrados, con libre conexión con el mar (la cual puede ser permanente o intermitente) y dentro del cual se mezclan el agua marina con el agua dulce que proviene de los ríos” (Cameron & Pritchard, 1963).

La dinámica de los estuarios está influenciada principalmente por la descarga de los ríos, el efecto local y remoto del viento, la mareas y el oleaje, y es modulada por factores geomorfológicos como la batimetría, dimensiones y forma de la cuenca, así como de curvatura de la línea de costa (Sierra et al, 2002). La importancia relativa de los forzamientos del sistema, definirán el grado de mezcla de la columna de agua, resultando en estuarios verticalmente mezclados, parcialmente estratificados, fuertemente estratificados o de cuña salina (Valle-Levinson, 2010).

En particular, los estuarios fuertemente estratificados o de cuña salada se desarrollan, más no son exclusivos, en las partes bajas de los ríos que desembocan al mar en zonas cuyo rango de marea es menor a 2 m (e.g. ambientes micromareales), nombrados como estuarios de desembocadura de río (Ibañez et al, 1997). En éstos, la proporción de descarga fluvial respecto al flujo de marea es lo suficientemente alto como para mantener una fuerte estratificación en la densidad del agua (Geyer & Ralston, 2011; Ibañez et al, 1997).

Las características geométricas de la cuña salina están influenciadas principalmente por la descarga fluvial. En general, a mayor descarga fluvial, menor longitud de la cuña, pudiendo, incluso, llegar a ser expulsada del sistema. El umbral en la descarga fluvial (o gasto crítico) que define la presencia o ausencia de la cuña salina, a menudo está relacionado con la descarga fluvial promedio, como fue reportado en los ríos Ebro (Ibañez et al, 1997), Po (Nelson, 1970) y Jamapa (Perales et al., 2018). La

variación del nivel del mar y el esfuerzo del viento se consideran forzamientos secundarios en la dinámica de la intrusión salina. Bajo condiciones estables de descarga fluvial, calma y elevación del nivel del mar, la posición y geometría de la cuña salina se vuelve prácticamente invariante en el tiempo (Geyer & Ralston, 2011).

1.2. La problemática ambiental en los estuarios de micromarea de cuña salada

Los estuarios son sistemas gobernados por los fenómenos físicos y se presentan amplias variaciones espaciales y temporales en las condiciones ambientales, lo que genera que sean ecosistemas muy estresados. Al estrés natural, se suma el ocasionado por las múltiples actividades humanas que se desarrollan en ellos y en sus vecindades (Kennish, 2000).

De acuerdo a Warwick et al. (2018), considerando los tiempos de residencia del agua en estos sistemas, los estuarios micromareales de cuña salina son más susceptibles a los impactos antropogénicos, en comparación con los estuarios macromareales. Esta susceptibilidad es particularmente más notoria durante la época de bajas descargas fluviales. La fuerte estratificación del agua (factor que inhibe la mezcla en la vertical) y los altos tiempos de residencia observados en estuarios micromareales, facilitan la acumulación de materiales disueltos y en suspensión, como contaminantes, nutrientes y materia orgánica, lo que puede facilitar los florecimientos algales, procesos de eutricación, así como eventos de hipoxia (baja) y anoxia (nula concentración de oxígeno disuelto en el agua) en la capa de fondo.

1.3. Programas de monitoreo en estuarios micromareales de cuña salina

Dado que cada sistema estuarino posee características (físicas, de forzamientos, y morfológicas) únicas, y cada sistema está expuesto a diferentes actividades antropogénicas, el diseño de los programas de monitoreo es específico para cada uno de ellos.

El punto de partida para el diseño de cualquier programa de monitoreo es establecer los objetivos del mismo de manera clara y explícita. Una vez establecidos, se deberán considerar las características únicas del estuario, su problemática ambiental, así como el costo-beneficio en la generación de la información (Gonenc & Wolflin, 2004). También deberán definirse las variables a medir, y la resolución espacial y temporal requerida.

Independientemente de las especificaciones de cada programa de monitoreo ambiental en estuarios, estos incluyen mediciones de parámetros hidrodinámicos, donde se contemplan generalmente: (i) flujo, temperatura y salinidad en la entrada del estuario y en puntos dentro del sistema, (ii) descarga de aguas fluviales, (iii) variación del nivel del mar en la entrada del estuario y puntos dentro del sistema, (iv) altura de ola significativa y (v) esfuerzo del viento (Gonenc & Wolflin, 2004).

En específico para los estuarios de cuña salina de ambientes micromareales se deberá considerar el monitoreo a lo largo de la intrusión salina. La frecuencia de muestreo deberá garantizar una adecuada resolución de la variación temporal de la descarga fluvial.

2. Caso de estudio: El Jamapa

2.1. Descripción

La cuenca del río Jamapa se localiza entre los 18°45' y 19°14' latitud norte, y entre 95°56' y 97°17' longitud oeste (Comisión Nacional del Agua, Conagua, 2005). Tiene un área aproximada de 3,929 km². Está compuesto por dos corrientes principales, el río Cotaxtla y el río Jamapa, lo cuales confluyen antes de desembocar en el Golfo de México, como río Jamapa. A lo largo de su recorrido, las aguas cruzan diversos terrenos de cultivo. Cercano a la desembocadura, el río Jamapa tiene conexión con el arroyo Moreno y la Laguna de Mandinga. (Fig. 1). El río Jamapa desemboca (19° 6' 10.8" N, 96° 5' 52.8" O) en una bahía limitada al norte y al sur por arrecifes coralinos, mismos que conforman la reserva ecológica Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

El gasto del río Jamapa exhibe alta variabilidad temporal y baja descarga anual. Se estima que la descarga promedia 66 m³s⁻¹, y exhibe un comportamiento bimodal, con un periodo de altas descargas durante los meses de primavera-verano, que promedia 150 m³s⁻¹; y un periodo de bajas descargas durante los meses de otoño-invierno, que promedia 20 m³s⁻¹ (Perales-Valdivia et al., 2018; Riverón-Enzástiga, 2008). El rango (< 1 m) de marea y el número de forma (3.39) observados en la plataforma continental adyacente a la desembocadura del río Jamapa, definen a esta zona como un ambiente micromareal con marea mixta de predominancia diurna. Lo que propicia la formación de estuarios de cuña salina en la parte baja de los ríos.

De acuerdo a Mateos-Jasso et al (2012), el esfuerzo del viento sobre la plataforma continental frente a Boca del Río muestra dos épocas distintivas, una que va de septiembre a marzo con vientos dominantes del nor-noroeste, cuya magnitud son del orden de 10 ms⁻¹, y el otro de abril a agosto, donde la magnitud comúnmente observada es de 2-3 ms⁻¹ y no se marca una dirección reinante. Vázquez Alcocer (2020) reporta que la altura ola significativa (Hs) frente al puerto de Veracruz oscila entre 1 y 2 m, donde las olas provenientes del norte son las de mayor magnitud. Durante eventos extremos como arribo de huracanes o eventos de norte, Hs supera los 6 m.

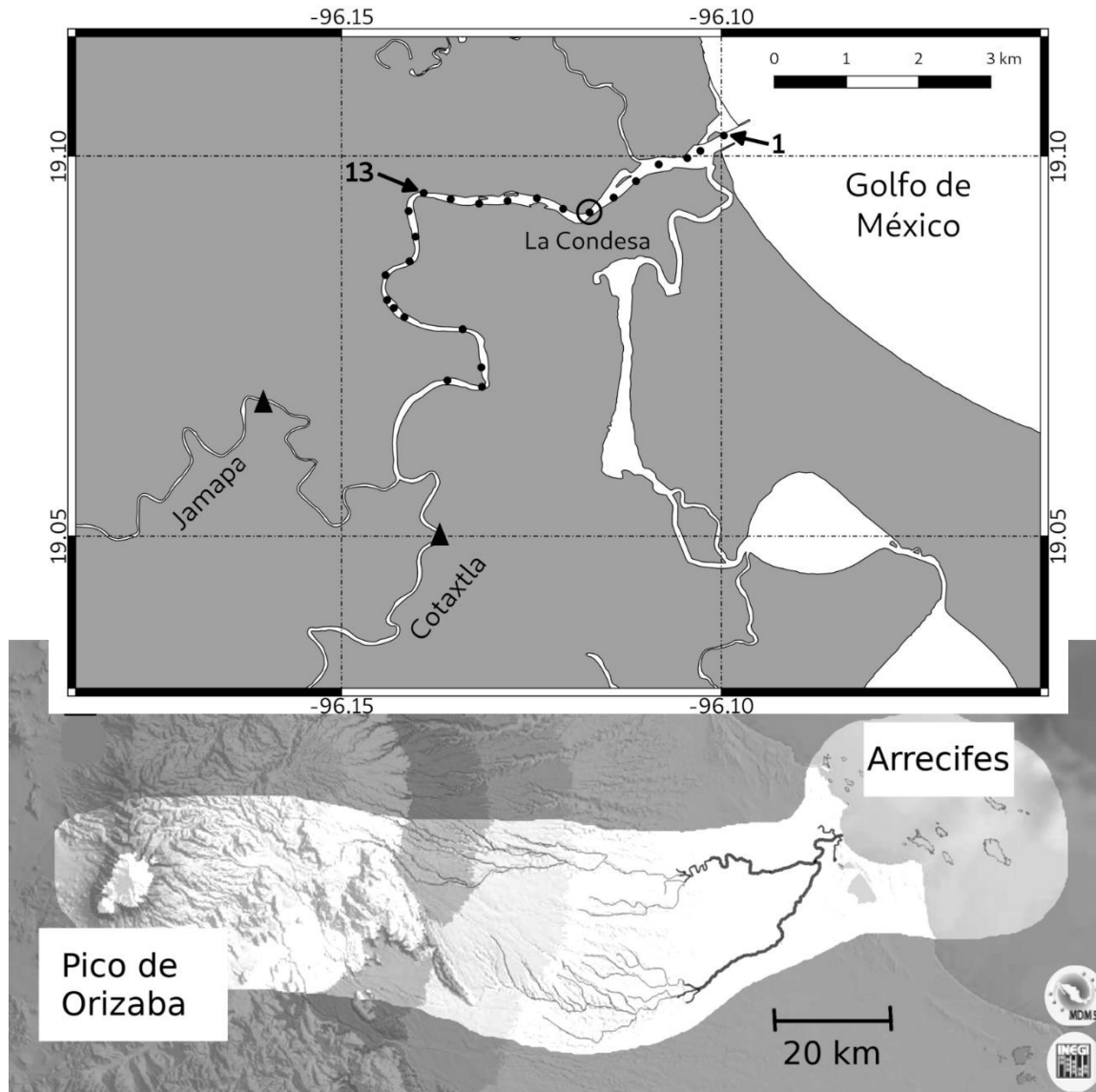
2.2. La problemática del río Jamapa

Diferentes estudios han exhibido, o sugerido, la contaminación de la parte baja del río Jamapa por compuestos químicos como metales pesados y organoclorados (Palomares, 2010; Lango-Reynoso et al., 2013; Zamudio-Alemán et al., 2014; Castañeda-Chávez et al., 2020) y contaminación microbiológica (Palomares, 2010; Torres Beristáin et al., 2013). Lo anterior como consecuencia del uso de fertilizantes, plaguicidas y fungicidas en las zonas agrícolas localizadas en la cuenca, así como por actividad industrial y múltiples asentamientos humanos que descargan los efluentes de aguas residuales y domésticas a los diferentes tributarios.

Los metales pesados han sido identificados en bioacumulaciones en organismos bentónicos (Lango-Reynoso et al., 2013), así como en sedimentos (Zamudio-Alemán et al., 2014) y en el agua del río

Jamapa (Castañeda-Chávez et al., 2020) y sus tributarios como río seco, arroyo Moreno (Palomares, 2010) y Laguna de Mandinga (Lango-Reynoso et al., 2013). La contaminación por metales pesados y microbiana se asocia tanto a fuentes puntuales como descargas de aguas domésticas (Torres et al., 2013), actividades de acuicultura (Palomares, 2010), así como fuentes no puntuales derivados del cambio del uso de suelo. Se ha documentado también contaminación por exceso de nutrientes y materia orgánica, lo que deriva en procesos de eutricación (Torres et al., 2013).

Figura 1
Río Jamapa



Nota: Los puntos negros a lo largo del cauce del río indican la posición de las estaciones hidrográficas utilizadas en el monitoreo hidrográfico a corto plazo
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Estudios hidrográficos en la parte baja del río Jamapa

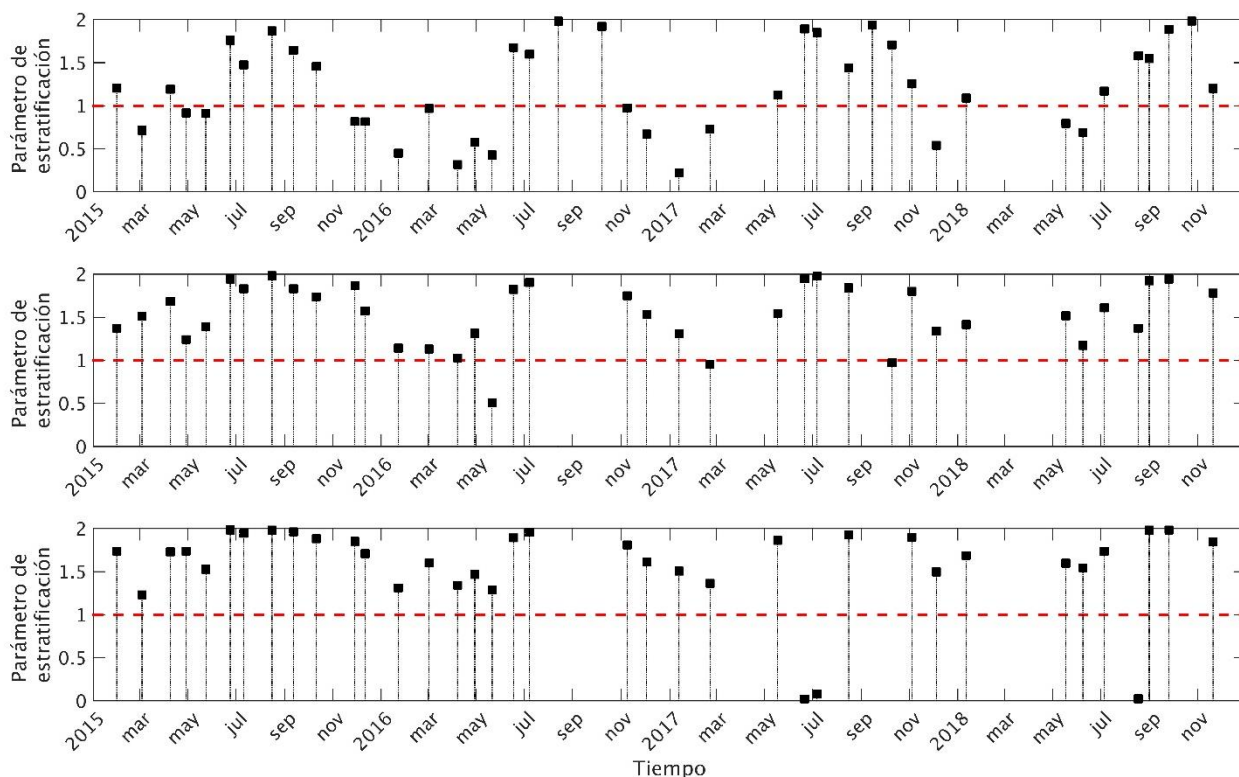
En 2010 y 2011 se condujeron tres muestreos hidrográficos intensivos en la parte baja del río Jamapa. Cada muestreo tuvo una duración de 24 horas. A lo largo de cada muestreo se realizaron lances hidrográficos en 14 estaciones predeterminadas, las cuales se ubicaron a lo largo del cauce del río, y fueron visitadas cada 1.5hr – 2 hr. La separación de las estaciones era de 400 m aproximadamente.

Los principales aportaciones de este estudio pueden resumirse como: (1) Se exhibió que el río Jamapa se comporta como un estuario de cuña salina, (2) La longitud de la intrusión salina es modulada principalmente por la descarga fluvial, (3) El gasto crítico para la presencia/ausencia de la intrusión salina es cercano al gasto promedio anual, (4) Los efectos de la marea sobre la posición de la cuña de sal fueron evidentes solo en condiciones de no-viento, para mayor detalle de las campañas de muestreo y resultados, consultar Perales et al. (2018).

Una vez identificado al estuario como un sistema de cuña salina micromareal, donde la descarga fluvial es el principal forzamiento que gobierna la intrusión salina, se planteó un programa de monitoreo hidrográfico de corto plazo. El programa contemplaba la colección de datos hidrográficos a lo largo de la cuña salina, con una resolución temporal mensual, y duración de al menos 5 años, esto con la intención de detallar las características de la cuña salina y la estratificación de la columna de agua bajo diferentes condiciones de descargas fluviales. Solo durante el primer año del monitoreo (marzo 2015 a febrero 2016) fue posible coleccionar datos cada mes. Y aunque la colecta de datos siguió hasta marzo de 2020, éstos no tienen una resolución temporal uniforme.

El monitoreo consistió en lances hidrográficos en estaciones ubicadas cada 400 m aproximadamente a lo largo del cauce y hasta donde se registraba la intrusión salina. La primera estación hidrográfica visitada durante cada muestreo fue la estación más cercana a la desembocadura, nombrada JMP01. El número total de estaciones hidrográficas muestreadas fue variable, ya que la longitud de la cuña salina varió con la estacionalidad de la descarga fluvial. Los lances hidrográficos fueron realizados con un perfilador marca y modelo YSI-CastAway. La ubicación de las estaciones se hizo con un geoposicionador satelital (GPS).

Figura 2
Series de tiempo del paraámetro de estratificación para tres puntos del estuario



Nota: Series de tiempo del parámetro de estratificación para tres puntos del estuario para tres puntos del estuario, bocana (panel superior), en la vecindad de la desembocadura de arroyo Moreno (panel central) y Condesa (panel inferior).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se muestran series de tiempo del parámetro de estratificación, que representa la estratificación global de la columna de agua, evaluada como: $Sp = (S_{fondo} - S_{sup}) / [0.5 (S_{fondo} + S_{sup})]$. Donde S_{fondo} y S_{sup} son la salinidad en el fondo y en la superficie de la columna de agua, respectivamente. Para valores de $Sp > 1.0$, se considera característica de una cuña salina (Haralambidou et al., 2010).

En la figura 2 se presentan series de tiempo de Sp de tres estaciones hidrográficas, cerca de la bocana (panel superior), cerca de la desembocadura de arroyo Moreno (panel central) y en la estación la condesa (panel inferior). Los gráficos de la figura 2 exhiben al estuario de desembocadura de río Jamapa como un sistema fuertemente estratificado, donde Sp muestra variación anual, y espacial.

Referencias

- Aguilera-Arilla, M. J.** Borderías Uribeondo, M. P. & González Yanci, M. P. (2010). Geografía general II: geografía humana.. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/en/lc/bibliotecauv/titulos/147927>
- Behmel, S.,** Damour, M., Ludwig, R., & Rodriguez, M. J. (2016). Water quality monitoring strategies— A review and future perspectives. *Science of the Total Environment*, 571, 1312-1329.
- Cameron, W. M.** and Pritchard, D. W. (1963). Estuaries. In Hill, M. N (ed.), *The Sea*, Vol. 2. John Wiley & Sons, New York, pp. 306–324.
- Castañeda-Chávez, MDR.,** Lango-Reynoso, F., & Navarrete-Rodríguez, G. (2020). Study on Contamination by Heavy Metals in the Cotaxtla-Jamapa Basin with Influence in the Central Zone of the Gulf of Mexico. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(3), 1-13.
- Geyer, W. R.,** & Ralston, D. K. (2011). 2.03-The dynamics of strongly stratified estuaries. *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Amsterdam: Elsevier, 37-52.
- Gonenc, I. E.,** & Wolflin, J. P. (Eds.). (2004). *Coastal lagoons: ecosystem processes and modeling for sustainable use and development*. CRC Press.
- Gray, W. B.** & Shimshack, J. P. (2011). The Effectiveness of Environmental Monitoring and Enforcement: A Review of the Empirical Evidence, *Review of Environmental Economics and Policy*, Association of Environmental and Resource Economists, vol. 5(1), 3-24, Winter.
- Haralambidou, K.,** Sylaios, G., & Tsihrintzis, V. A. (2010). Salt-wedge propagation in a Mediterranean micro-tidal river mouth. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 90(4), 174-184.
- Ibañez, C.,** Pont, D., & Prat, N. (1997). Characterization of the Ebre and Rhone estuaries: A basis for defining and classifying salt-wedge estuaries. *Limnology and Oceanography*, 42(1), 89-101.
- Kennish, M.J.** (ed.), 2000. *Estuary Restoration and Maintenance: The National Estuary Program*. Boca Raton: CRC Press.
- Lango-Reynoso, F.,** Castañeda-Chávez, M. D. R., Landeros-Sánchez, C., Galavíz-Villa, I., Navarrete-Rodríguez, G., & Soto-Estrada, A. (2013). Cd, Cu, Hg and Pb, and organochlorine pesticides in commercially important benthic organism's coastal lagoons SW Gulf of Mexico. *Agricultural Science*, 1(1), 63-79.
- Mateos-Jasso, A.,** Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., & Allende-Arandía, M. E., 2012. Variability of the thermohaline structure in the northern Veracruz Coral Reef System, Mexico. *Continental Shelf Research*, 50, 30-40.
- Nelson, B. W.** (1970). Hydrography, sediment dispersal and recent historical development of the Po river delta, Italy: in J. P Morgan and RH Shaver, eds., *Deltaic Sedimentation Modern and Ancient: SEP M. Spec. Publ*, 15, 152-184.
- Palomares, García J.M.**(2010). Valoración de la calidad de los influentes y efluentes de las ganjas acuícolas de la Cuenca Baja del Río Jamapa, Veracruz. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

- Perales-Valdivia, H., Sanay-González, R., & Valle-Levinson, A. (2018).** Effects of tides, wind and river discharge on the salt intrusion in a microtidal tropical estuary. *Regional Studies in Marine Science*, 24, 400-410.
- Potter, I. C., Warwick, R. M., Hall, N. G., & Tweedley, J. R. (2015).** The physico-chemical characteristics, biota and fisheries of estuaries. *Freshwater fisheries ecology*, 48-79.
- Riverón Enzástiga, ML., (2008).** *Análisis de la variabilidad de las descargas de agua de los principales ríos del sur de la cuenca hidrológica del Golfo de México.* Ciudad de México. Tesis. UNAM.
- Schelske, C. L., & Odum, E. P. (1962).** Mechanisms maintaining high productivity in Georgia estuaries.
- Sierra, J. P., Sánchez-Arcilla, A., Del Río, J. G., Flos, J., Movellán, E., Mösso, C., & Romero, I. (2002).** Spatial distribution of nutrients in the Ebro estuary and plume. *Continental Shelf Research*, 22(2), 361-378.
- Torres-Beristáin, B., González López, G., Rustrián Portilla, E., & Houbron, E. (2013).** Enfoque de cuenca para la identificación de fuentes de contaminación y evaluación de la calidad de un río, Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(3), 135-146.
- Valle-Levinson, A. (2010).** Definition and classification of estuaries. *Contemporary issues in estuarine physics*, 1, 1-10.
- Vazquez Alcocer, M.(2020).** *Determinación y Caracterización del Clima Marítimo Extremo e Inundación Costera por Rebase de Oleaje en el Puerto de Veracruz, Veracruz.* Tesis Licenciatura. Universidad de Guanajuato. División de Ingenierías. Campus Guanajuato, México.
- Warwick, R. M., Tweedley, J. R., & Potter, I. C. (2018).** Microtidal estuaries warrant special management measures that recognise their critical vulnerability to pollution and climate change. *Marine pollution bulletin*, 135, 41-46.
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., & Watson, R. (2006).** Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.
- Zamudio-Alemán, R. E., Castañeda-Chávez, M. D. R., Lango-Reynoso, F., Galaviz-Villa, I., Amaro-Espejo, I. A., & Romero-González, L. (2014).** Metales pesados en sedimento marino del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Rev. Iberoam. Cienc*, 1(4), 159-168.

Comparativo de la prensa digital y el Twitter sobre el tema sustentabilidad en Veracruz

*Comparative between the digital press and Twitter about sustainability in
Veracruz*

Patricia Andrade del Cid ^a | Mariangel Pablo Contreras

Recibido: 23 de marzo de 2022.

Aceptado: 11 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana Observatorio Veracruzano de Medios (ObVio), Centro de Estudios de Opinión y Análisis, Xalapa, México. Contacto: paandrade@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6404-1678>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio Veracruzano de Medios (ObVio), Centro de Estudios de Opinión y Análisis, Xalapa, México. Contacto: mpablo@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0809-289X>

Resumen: El Observatorio Veracruzano de Medios ha llevado a cabo, durante nueve años consecutivos, el monitoreo sobre temas y problemas ambientales en distintos medios; algunos de sus resultados permitieron la visualización de las acciones de Sustentabilidad. Por eso, durante los meses de octubre y noviembre del 2021, se analizó este importante tema para conocer su comportamiento en la prensa y en el Twitter. Durante 14 días aleatorios de esos meses se obtuvieron 74 noticias de la prensa digital de Veracruz y 356 tuits, con el objetivo de identificar y comparar los principales temas relacionados con la sustentabilidad y quiénes son las voces que los emiten en ambos soportes comunicativos.

Palabras clave: Sustentabilidad; prensa digital; Twitter; análisis de contenido.

Abstract: *The Observatorio Veracruzano de Medios has carried out, for nine years, the monitoring of environmental problems in different media; some results allowed the visualization of Sustainability actions. Therefore, during the months of October and November 2021, this important topic was analyzed to know its behavior in the press and Twitter. During 14 random days of those months, 74 news items were obtained from the digital press of Veracruz and 356 tweets, with the objective of identifying and comparing the main topics related to sustainability and who are the voices that emit them in both communicative supports.*

Keywords: *Sustainability; digital press; twitter; content analysis.*

Introducción

Derivado de los resultados del Seguimiento longitudinal sobre el Medio Ambiente realizado en la prensa impresa de Veracruz desde el 2012, se identificó la necesidad de monitorear lo emitido en tanto en la prensa como en el Twitter sobre la Sustentabilidad, como un eje importante para conocer las acciones implementadas para mitigar los problemas ambientales.

Por lo anterior se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué relevancia le otorga la prensa digital y la comunidad de Twitter a la sustentabilidad?

¿Qué temas sobre la sustentabilidad destacan y quiénes son los actores/emisores presentes en la emisión de la información?

Con las mismas fechas determinadas para el monitoreo ambiental, se inició la búsqueda y descarga de noticias y tuits.

Los portales digitales que se monitorearon fueron “La Opinión de Poza Rica”, “Diario de Xalapa”, “El Dictamen”, “Mundo de Orizaba”, “Al Calor Político” y “Formato Siete”. Para el análisis, los tuits se buscaron y descargaron a través del sistema de programación Phyton enlazado a la API de Twitter.

A través de la observación de los contenidos sobre Sustentabilidad por los portales digitales, los estudiantes ¹ de la Especialización en Estudios de Opinión, de la Universidad Veracruzana, participaron en la creación del libro de códigos.

¹ Estudiantes de la Especialización en Estudios de Opinión: Daniela Abigail Candelaria Campos, Pedro Cortés González, Agustín Castellanos y Claudia Paola Roldán Del Río.

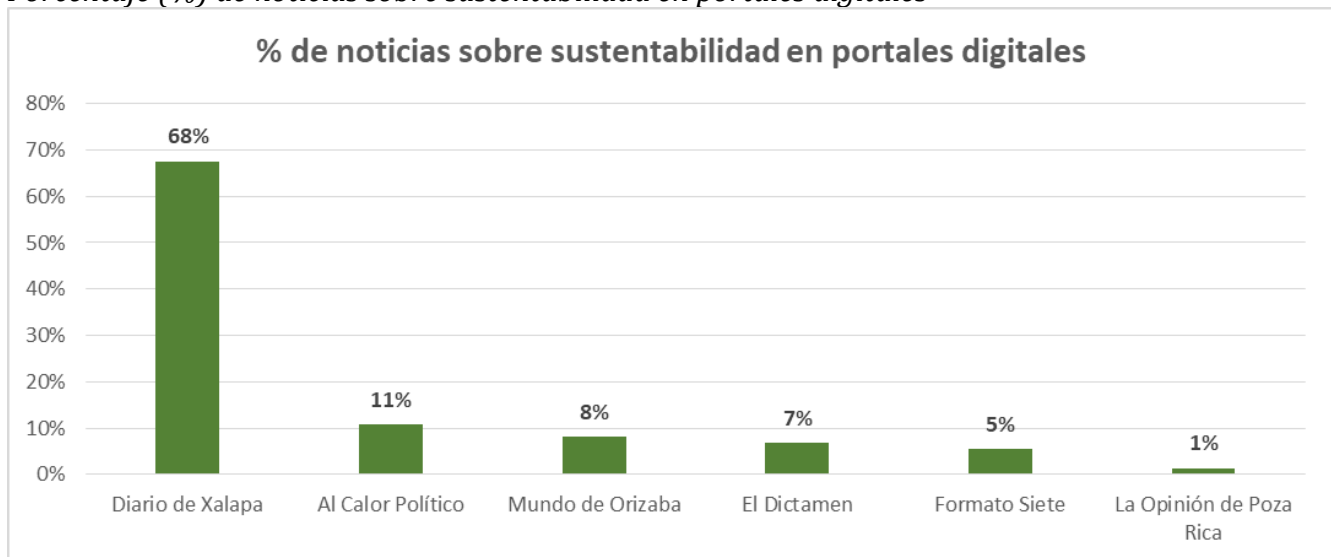
El instrumento permitió identificar las palabras clave o filtro necesarias para el proceso de selección de las noticias y tuits, éstas incluyen términos como: “sustentabilidad”, “huertos urbanos”, “energías limpias”, “políticas ambientales”, “alimentación saludable”, “espacios verdes”, “reconstrucción ambiental”, “autoempleo”, entre otras. Los corpus obtenidos se componen de 74 noticias y 356 tuits.

Resultados

De los portales digitales analizados, se obtuvieron 74 noticias, de las cuales, el Diario de Xalapa emitió el 68%, como lo muestra la **Figura 1**.

Figura 1

Porcentaje (%) de noticias sobre sustentabilidad en portales digitales



Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 1** muestra que en la **prensa digital**, el 23% de las noticias fue emitido por la *Organización de la Sociedad Civil*, con el tema “Economía verde” (7%).

Las Dependencia o funcionario del gobierno estatal, se identificaron en el 19% de la prensa digital, quienes destacaron el tema de la “Sustentabilidad de recursos naturales” en un 7%.

Se observó la presencia del *Gobernador del estado* en el 14% de las noticias analizadas, quien abordó los temas “Economía verde” y “Urbanismo verde”, ambos con 5%.

Los declarantes *Alcalde, autoridad o dependencia municipal y Presidente de la república*, no tuvieron una participación significativa sobre las acciones de sustentabilidad.

Tabla 1
Tema por actor o declarante en la prensa digital

Tema por actor o declarante en prensa digital						
Actor o declarante	Tema					Total
	Políticas ambientales sustentables	Economía Verde	Urbanismo Verde	Sustentabilidad de recursos naturales	Vida Sustentable	
Organización de la Sociedad Civil	5%	7%	3%	4%	4%	23%
Dependencia o funcionario del gobierno estatal	4%	3%	4%	7%	1%	19%
Gobernador del estado	1%	5%	5%	1%	0%	14%
Dependencia o funcionario del gobierno federal	4%	4%	1%	0%	0%	10%
Investigadores, académicos o especialistas de otras instituciones	4%	3%	1%	0%	1%	9%
Alcalde, autoridad o dependencia municipal	4%	0%	1%	1%	1%	8%
Colonos, vecinos, habitantes de poblados	1%	1%	0%	1%	1%	5%
Dependencia internacional	3%	0%	1%	0%	0%	4%
No se identifica	3%	1%	0%	0%	0%	4%
Presidente de la república	0%	0%	0%	1%	0%	1%
Grupos campesinos, ejidatarios, rurales, o agricultores	0%	0%	0%	1%	0%	1%
Comunidad Universitaria	0%	1%	0%	0%	0%	1%
Total	30%	26%	18%	18%	9%	100%

Fuente: Elaboración propia

En Twitter, (Tabla 2) los Ciudadanos Comunes (39%) representaron los principales emisores, quienes enfocaron el 22% de sus tuits al tema de “Vida sustentable”.

Las cuentas de Medios de comunicación/Periodistas se identificaron en el 18%, estos emisores abordaron sin mucha variación todos los temas.

El tema “Economía verde” (6%), fue abordado por la Sociedad Civil, quien se identificó en un 17%. En este soporte, se identificaron cuentas especializadas en sustentabilidad, cuya participación tuvo el 10% de los 356 tuits.

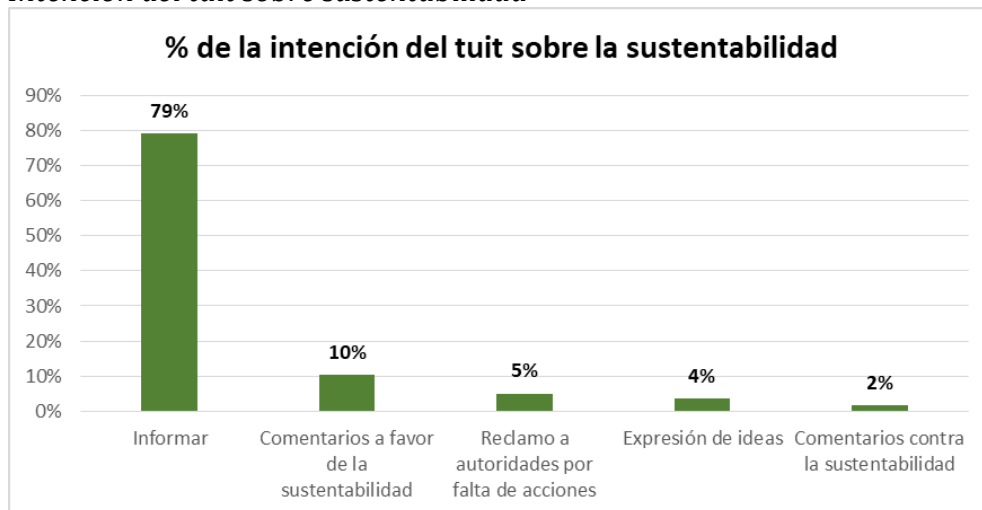
Tabla 2
Emisor por tema abordado en Twitter

Emisor del tuit por tema abordado - Twitter						
Emisor	Tema					Total
	Urbanismo verde	Vida sustentable	Políticas Ambientales Sustentables	Economía Verde	Sustentabilidad de Recursos Naturales	
Ciudadanos comunes	4%	22%	4%	5%	4%	39%
Sociedad Civil	2%	4%	2%	6%	3%	17%
Medios de Comunicación/periodistas	4%	3%	3%	4%	3%	18%
Académicos, especialistas en el tema	1%	3%	2%	2%	2%	10%
Cuentas de Sustentabilidad	2%	2%	1%	3%	2%	10%
Funcionarios o Dependencias Gobierno Estatal	2%	1%	1%	1%	1%	6%
Total	15%	36%	12%	21%	15%	100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 2, de los tuits analizados, el 79% tuvo la intención de informar sobre el tema abordado.

Figura 2
Intención del tuit sobre sustentabilidad



Fuente: Elaboración propia.

Metodología sobre la disponibilidad de agua, políticas públicas y usos del recurso hídrico

Fungicidal Methodology on water availability, public policies and domestic use of water resources

Socorro Menchaca Dávila ^a| Alitzel Calva Maldonado ^b

Recibido: 22 de marzo de 2022

Aceptado: 8 de abril de 2022

^a Universidad Veracruzana, responsable del Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz (OABCC), Centro de Ciencias de la Tierra, Xalapa, México. Contacto: socorro.menchaca@gmail.com *Autora para correspondencia.

^b Consultora ambiental de SICAM México e integrante del Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC (Agua, Bosques, Cuencas y Costas). Contacto: alicalvam@gmail.com

Resumen: La metodología que se presenta integra el proceso sobre la medición de la disponibilidad de un cuerpo de agua natural, el caudal antrópico y el ecológico; las políticas públicas que se realizan en el contexto de la gestión y manejo del agua para abastecer a una comunidad; y, la determinación sobre el uso racional o eficiente del recurso hídrico en el contexto doméstico.

Palabras clave: Metodología; agua; conservación; políticas; usos.

Abstract: *The methodology that is presented integrates the process on the measurement of the availability of a body of natural water, the anthropic and the ecological flow; the public policies that are carried out in the context of the management and handling of water to supply a community; and, the determination of the rational or efficient use of water resources in the domestic context.*

Keywords: *methodology, water, conservation, policies, uses.*

Introducción

Es de alta pertinencia ambiental y social desarrollar metodologías para que con bases científicas, se cuente con la información necesaria sobre la disponibilidad de agua de los cuerpos naturales y del caudal ecológico, para conservar los ecosistemas hídricos de los que depende la sociedad para su uso humano o antrópico; así como la información relativa a las políticas de gestión y manejo del recurso, y también sobre el uso racional de carácter doméstico, bajo un enfoque interdisciplinario y /o integral.

La gestión y el manejo integral de los recursos hídricos implica al ciclo natural, es decir, la cantidad del recurso natural disponible en distintos contextos del territorio geográfico, esto es, una cuenca, subcuenca, microcuenca, estado, municipio, congregación, localidad, etc. Y también implica el ciclo antrópico que abarca distintos procesos como son la distribución del recurso natural mediante redes de abastecimiento, usos de carácter doméstico, agrícola, pecuario, acuacultura, comercio, servicios, industriales, entre otros; la disposición de las aguas usadas, tratamiento y reúso, en su caso. Lo anterior, implica también leyes, normas, políticas, instrumentos, derechos, atribuciones, responsabilidades, etc., para asegurar que los usuarios del agua en una región determinada tengan suficiente agua en cantidad y calidad para su bienestar y beneficios.

En el anterior contexto, podemos establecer que el ciclo natural del agua se refiere a la cantidad del recurso, y del ciclo antrópico depende tanto el bienestar social de la población a escala humana, como la producción de bienes y servicios. La disponibilidad del agua es un factor determinante, ya que sin el recurso no es posible que los seres humanos realicen sus actividades domésticas y económicas, entre otras, por lo que una de las acciones de mayor importancia es medir y/o estimar la disponibilidad del recurso natural. Al respecto, en México las condiciones requieren atención permanente, ya que la disponibilidad media del recurso por habitante ha disminuido significativamente, por ejemplo, en 2004 se disponía de 4 mil 94 metros cúbicos, lo que determinaba ya una disponibilidad baja, al respecto se destaca que en 1955 dicha disponibilidad era de 11 mil 500 metros cúbicos, lo que representa una disminución del 64% en 50 años (Breña, A., Breña, J., 2007). Dicha tendencia es muy significativa, ya que estados como Veracruz, que históricamente han

tenido en regiones o municipios una precipitación media alta a nivel nacional, presentan ahora una clara tendencia hacia la escasez de agua.

Se añade la problemática que representa la sobreexplotación de los cuerpos de agua, debido al crecimiento de la población o mancha urbana. Si bien se deben de atender las necesidades de la población, es fundamental que también que se respete el caudal ecológico, que se define como la gestión dirigida al manejo sostenible de los recursos hídricos, así como la información sobre la cantidad y calidad, estabilidad del flujo de agua para mantener o restaurar la biodiversidad; y también mantener las funciones, procesos y resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad (Conferencia Internacional de Brisbane, 2007).

Cabe señalar que, si bien en México no está regulado respetar el caudal en manantiales, el Observatorio del Agua (OABCC), establece que es de suma importancia que también se mida y respete el caudal ecológico de estos cuerpos de agua, y sobre todo conservar las funciones de los sistemas acuáticos (Menchaca., Calva., 2019). De ahí se fundamenta la necesidad de medir el caudal de los cuerpos de agua y el caudal ecológico, pero también de una manera holística, hacer un diagnóstico y análisis sobre las acciones gubernamentales de gestión y manejo del agua; así como conocer si el uso del recurso natural es racional, es decir, si la comunidad está en vías de adoptar los valores que emanan de la cultura del agua en esta época en donde la disponibilidad está disminuyendo significativamente en cantidad y calidad (Menchaca., Uscanga., 2016).

Respecto a la gestión y manejo del agua por parte del gobierno, se señala que de acuerdo con el Artículo 3, son los ayuntamientos los responsables de dotar el servicio público a través de sus organismos operadores de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales (Ley de Aguas del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave 2001). Esto ubica al gobierno municipal como responsable de dotar de agua a los distintos usuarios, ya que es en este contexto gubernamental en donde se inicia un proceso complejo que implica dotar en cantidad y calidad suficiente el recurso hídrico a los habitantes. Este referente, también nos remite a la labor de conocer si los gobiernos en este nivel cumplen con lo que la sociedad le asigna realizar a favor de contar con el recurso hídrico en cantidad y calidad suficientes. Cabe señalar, que históricamente las políticas públicas, sus estrategias y acciones no son evaluadas, por lo que no se conoce su eficiencia y eficacia, de ahí la importancia de evaluar lo que el gobierno realiza, en dicho contexto.

Otro aspecto de suma importancia es que si bien, la disponibilidad de agua está disminuyendo en cantidad y calidad, se considera que la sociedad debe adoptar una nueva cultura del agua, que permita hacer un uso racional del recurso. Actualmente la comunidad no tiene información de carácter contundente sobre la problemática de escasez de agua, por lo que resulta importante que los habitantes tengan conocimiento acerca de la problemática ambiental actual, así como que adopten acciones respecto al ahorro del agua.

Si bien, las personas pueden estar desarrollando distintas actividades para ahorrar el agua, lo que puede relacionarse con una conciencia sobre la importancia del uso racional del recurso hídrico, es fundamental que se diagnostique y/o se evalúen las distintas dimensiones de la cultura del agua con relación al uso racional el ámbito doméstico. La implementación de estrategias al respecto es útil para disminuir la presión sobre cuerpos de agua naturales destinados a usos de agua de carácter antrópico, como es el doméstico, de servicio o comerciales, ya que es fundamental mantener la

disponibilidad de agua, permitiendo que se conserven las funciones y procesos de los ecosistemas acuáticos.

La metodología que se presenta integra los tres ámbitos expuestos, para evaluar dicho proceso de manera integral, misma que se expone a continuación:

1. Medición de variables e indicadores y proceso metodológico

1.1. Disponibilidad de agua y caudal ecológico

1.1.1. Presentación de la variable

Medir la disponibilidad de agua de un cuerpo natural, así como la extracción, usos y distribución del recurso, permite contar con información suficiente para la toma de decisiones en torno al suministro de alimentos, la producción energética, la salud humana y del medio ambiente (Lozano-Parra, 2018).

En la literatura existen diferentes metodologías para determinar la disponibilidad de agua en un cuerpo natural, en su mayoría, hacen referencia únicamente a la disponibilidad natural del recurso, sin embargo, existen otras metodologías que se ubican en un contexto de la disponibilidad de agua en términos político-administrativos y de aprovechamiento. Estas últimas, además de medir la disponibilidad hídrica, analizan la demanda del agua actual y futura con base en las concesiones otorgadas, así como, definen caudales ecológicos que permitan asegurar el buen estado del recurso, o en cuerpos de agua sobreexplotados, su recuperación (Silva-Hidalgo et al., 2013).

En ese sentido, al medir la disponibilidad del agua no sólo se considera su captación, si no también, cómo se almacena, maneja y distribuye (Meyer, 2020), para así, poder establecer mecanismos de control adecuados para el aprovechamiento del recurso hídrico. A continuación, se presenta el desarrollo metodológico para evaluar la disponibilidad de agua de un cuerpo natural que abastece a una comunidad, en donde se mide tanto el afluente, como el caudal de abastecimiento y el caudal ecológico.

1.1.2. Definición de variables e indicadores

Tabla 1

Disponibilidad de Agua

Variable	Definición conceptual	Indicadores
Disponibilidad de agua	El agua disponible de un cuerpo natural para el uso y consumo en las diferentes actividades realizadas por el ser humano (Gil <i>et al.</i> , 2014).	<ul style="list-style-type: none"> • Medición mensual de la disponibilidad de agua • Determinación del volumen de extracción de agua mediante aforos. • Cálculo del caudal ecológico.

Fuente: OABCC. Menchaca, Calva, 2022

1.1.3. Procesos Metodológicos

A continuación, se establece el procedimiento para medir la variable en relación con los indicadores:

1. Se identifica el lugar donde se ubica la estructura hidráulica que permite la conducción del recurso hídrico a las fuentes de abastecimiento, ubicando tres puntos en los siguientes contextos: el primero, es el que da cuenta de la disponibilidad total del agua (entrada), el segundo es el relativo a la cantidad de agua que se conduce para usos antrópicos/humanos, y el tercero, es el que permite conocer la cantidad del agua del llamado caudal ecológico, en donde se registra la cantidad que fluye o retorna al sistema acuático y/o a los ecosistemas ecohidrológicos (salida).
2. Se elabora un diagrama de flujo del cuerpo de agua con base en su estructura hidráulica, y se establecen puntos de muestreo en la entrada (disponibilidad total del agua) en el flujo de abastecimiento a la población (caudal antrópico) y en la salida de dicho sistema (caudal ecológico).
3. Se mide el caudal del cuerpo de agua mensualmente, es decir, su disponibilidad total, el caudal de abastecimiento a la población y el que retorna al ecosistema, utilizando un flujómetro, el cual registra la velocidad media del flujo. Para estimar el caudal, se calcula el área transversal total por donde pasa el flujo de agua y se multiplica por la velocidad media del flujo.
2. Para determinar la disponibilidad del agua del cuerpo natural, el caudal de abastecimiento a la población y ecológico, se realiza un balance hídrico de las entradas y salidas del sistema hidráulico, con base en los muestreos realizados.
3. La dinámica del flujo del recurso hídrico del cuerpo natural se analiza mediante gráficos que muestran la variación mensual de los caudales en los tres distintos puntos del sistema (total del caudal del cuerpo de agua, caudal antrópico y ecológico), estos datos se analizan junto con la precipitación promedio anual de la zona.

1.2. Políticas públicas sobre la gestión y manejo del agua

1.2.1. Presentación de la variable

En las leyes de México, es al municipio al que se le confiere la responsabilidad de gestión y manejo de los recursos hídricos en los contextos locales, ya que el uso y aprovechamiento del agua es regulado por la Ley de Aguas Nacionales (1992). En esta Ley, se establece que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es el órgano encargado de la gestión de aguas nacionales, con autonomía técnica, ejecutiva y administrativa. Los municipios reciben el control de los sistemas de agua potable que se encuentran dentro de su jurisdicción, así como la facultad de construir, administrar y operar nuevos sistemas para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado, y para ello, se crean organismos operadores que dependen del municipio. Cabe señalar, que es fundamental evaluar o realizar diagnósticos sobre lo en este contexto gubernamental se realiza ya que la gestión y manejo de los recursos hídricos integran tanto el ciclo natural, como el antrópico del agua. Cabe señalar que, dichos organismos operadores del agua generalmente no contemplan procesos de evaluación con relación a la implementación de las políticas que les corresponde implementar.

1.2.2. Definición de la variable e indicadores

Tabla 2
Políticas de Gestión y Manejo del Recurso Hídrico

Variable	Definición conceptual	Indicadores
Políticas de Gestión y Manejo del recurso hídrico.	De acuerdo con la disponibilidad de agua, establecer los mecanismos necesarios para otorgar el servicio público en los ámbitos de: calidad de agua, suministro de agua en redes, oferta y demanda, tarifas o valor económico del recurso y determinación de los montos de inversión, operación y mantenimiento del sistema hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la disponibilidad de agua en cantidad y de los parámetros de calidad de agua en el manantial en cuanto a: temperatura, pH, olor, sabor, turbiedad, col. totales, col. fecales, cloro residual, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, dureza en calcio, hierro total, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal. • Procedimientos que se llevan a cabo en el marco de la calidad de agua, en cuanto a la realización de las actividades de higiene y control sanitario en el manantial, así como el procedimiento de cloración de la fuente de abastecimiento. • Elaboración de programas de instalación de medidores. • Oferta del servicio de agua, es decir, la cantidad de agua del cuerpo de agua natural. • Demanda del servicio de agua, es decir, el número total de tomas de agua otorgadas a la comunidad, colonias o localidades. • Tarifas y cuotas relacionadas con el servicio público del agua. • Determinación de los montos de inversión, operación y mantenimiento por rubro y/o actividad del sistema hidráulico, entre otros.

Fuente: OABCC. Menchaca, Calva, 2022

1.2.3. Proceso metodológico

A continuación, se establece el procedimiento para medir la variable y sus indicadores:

1. Se realizan un estudio comparado que se basa en los siguientes aspectos:
 - a) Se solicita información a los organismos operadores del agua en relación con las siguientes acciones: medición de la disponibilidad de agua del cuerpo de agua de interés; determinación del volumen de extracción de agua para el uso antrópico; cálculo del caudal ecológico; medición de parámetros de calidad de agua en el manantial, con base en la NOM-127-SSA1-1994 de agua para uso y consumo humano; procedimientos que se llevan a cabo en el marco de la calidad de agua, en cuanto a la realización de las actividades de higiene y control sanitario; elaboración de programas de instalación de medidores; oferta del servicio de agua, es decir, la cantidad del recurso del cuerpo natural; demanda del servicio de agua, es decir, el número total de tomas de agua otorgadas; tarifas y cuotas relacionadas con los servicios públicos de agua; determinación de los montos de inversión por rubro y/o actividad del sistema hidráulico en el contexto en donde se realiza la investigación; y, la operación y mantenimiento del sistema hidráulico.

- b) Se identifica las distintas subdirecciones del organismo operador del agua, que se encargan de desarrollar las políticas, estrategias y/o acciones del reglamento normativo correspondiente, relacionados con los aspectos establecidos en el inciso anterior (a).
 - c) Se identifican las acciones que se solicitan a los organismos operadores del agua, establecidos en el inciso a en relación con el reglamento o normatividad vigente de dicha dependencia municipal, es decir, con las actividades que el organismo debe realizar con relación a la normatividad vigente.
 - d) Se establecen todas las acciones que realiza el organismo operador en el contexto de la gestión y manejo de agua en el contexto que se estudió, de acuerdo a la información proporcionada por la dependencia municipal, con el propósito de comparar lo que la normatividad establece y lo que los organismos operadores realmente realizan, para así identificar cuáles se realizan o no se efectúan.
 - e) Se integra una escala donde se valora la gestión y manejo del recurso hídrico del manantial que realiza la entidad de operadora del agua municipal. Cabe mencionar que, los resultados se determinan de acuerdo con los siguientes criterios de valoración: si se cumple (C) con las acciones de gestión y/o manejo del recurso hídrico se califica con un 100 %; si se cumple parcialmente (CP) con las acciones se califica con un 50 %; y, si no se cumple (NC) con las acciones se califica con un 0 %.
 - f) Con la información establecida, se diseña una tabla para comparar la información sobre lo que se establece en el marco regulatorio a nivel municipal respecto a la gestión y manejo del agua, para su evaluación.
2. Se señala que es importante que se constate la información de los organismos operadores del agua, respecto a las actividades que realiza y las establecidas con el reglamento normativo, mediante entrevistas con los responsables de las áreas comercial, administrativa, contaduría y la operativa, para evitar sesgos en su interpretación.

1.3. Usos domésticos del agua

1.3.1. Presentación de la variable

Un aspecto fundamental es que los usuarios del agua tengan suficiente recurso en cantidad y calidad que les permita realizar sus actividades domésticas cotidianas para su bienestar a escala humana, pero también que el recurso hídrico sea aprovechado de manera racional, esto es que se ahorre y no se desperdicie. La responsabilidad social del uso adecuado del recurso es un aspecto en el que poco se ha incidido, independientemente que se haya establecido a nivel federal y municipal la política de cultura del agua. En adición a lo anterior, los gobiernos no cuentan con información sobre los hábitos y costumbres de la población sobre el cuidado de agua o desperdicio del recurso en el contexto doméstico. Además, generalmente la sociedad, en ocasiones tiene la idea errónea que el recurso natural no se agota, aunque se informe sobre de los problemas sobre la escasez de agua. De ahí la relevancia de medir la actividades y actitudes que la población tiene para el uso racional del agua.

1.3.2. Definición de la variable e indicadores

Tabla 3
Uso Racional o Eficiente del Agua

Variable	Definición conceptual	Indicadores
Uso racional y/o eficiente del agua	El uso racional del agua doméstica se relaciona con el desarrollo de diversas acciones que tienen como propósito el ahorro y/o uso eficiente del recurso como pueden ser: el cuidado del recurso hídrico, los distintos usos de agua doméstica, así como, la revisión y el mantenimiento de la instalación hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • Cuidado del recurso hídrico: acciones que se realizan para el ahorro de agua en el hogar con relación a los siguientes aspectos: uso de letrinas, ahorro de agua por uso de regaderas de bajo consumo, filtros en llaves, reutilización de agua y aprovechamiento de agua de lluvia. • Usos de agua doméstica respecto a los siguientes ámbitos: uso en la cocina, en el aseo personal, en el lavado de ropa, en el riego del jardín y en el lavado del auto. • Revisión y mantenimiento de la instalación hidráulica: revisión periódica y mantenimiento de la instalación hidráulica dentro de la vivienda en cuanto al estado físico de tuberías, W.C., llaves, tinacos y cisternas, así como la reparación inmediata de fugas en tuberías, W.C., llaves, tinacos y cisternas.

Fuente: OABCC. Menchaca, Calva, 2022.

1.3.3. Proceso metodológico

A continuación, se establece el procedimiento para medir la variable en relación con los indicadores:

1. Se elabora un cuestionario de preguntas abiertas y cerradas para obtener información de la población respecto al uso doméstico que le dan al recurso hídrico, para identificar, además, si la comunidad utiliza el recurso hídrico de manera racional y/o eficiente respecto a los valores en el marco de la cultura del agua o por el contrario las actividades domésticas muestran un desperdicio y/o un uso no racional, con las implicaciones que esto significa para la presión al ecosistema hídrico.
2. El cuestionario consta de cinco partes: la primera, se refiere a la información general y socioeconómica para la caracterización de la población que se incluye en el estudio; la segunda, integra preguntas acerca del acceso y servicio del agua; la tercera, corresponde al cuidado del recurso hídrico; la cuarta parte, integra preguntas referentes a los distintos usos de agua doméstica; la quinta parte, abarca los aspectos relativos a la revisión y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica; y, para finalmente se integró lo referente a la opinión acerca del servicio de acceso al agua que brinda el organismo operador del agua.
3. Para seleccionar la muestra, y que la información de la comunidad sea confiable, se determina el número de personas que integran la investigación de acuerdo con el siguiente procedimiento estadístico (Ochoa 2013):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño del universo

Z = nivel de confianza

e = margen de error

p = probabilidad de éxito o proporción esperada

4. Con base en la información obtenida del cuestionario, se desarrolla una base de datos en Excel con relación a los indicadores y/o acciones antes descritas, posteriormente se calcula el porcentaje de personas entrevistadas que realizan las acciones relacionadas con los indicadores. Cabe señalar que éstos se determinan de acuerdo con la literatura científica, que identifica el uso racional y/o eficiente del agua.
5. Se diseña una tabla de valoración de uso racional y/o eficiente del agua en la que se identifica el número de indicadores y/o acciones que se realizan en el contexto de uso racional y/o eficiente del agua.
6. Se calcula el promedio total de los indicadores y/o acciones que la población realiza, sumando los porcentajes de cada uno y considerando a éstos con el mismo peso. La valoración se establece de acuerdo a los siguientes criterios: si el porcentaje es de un 70% a un 100% indica que se hace un uso racional y/o eficiente del agua; si el porcentaje es menor a un 69% se establece que no se hace un uso racional y/o eficiente del agua.

2. Consideraciones finales

Es de carácter fundamental que en el periodo en donde la disponibilidad del agua está disminuyendo para uso humano en cantidad y calidad, se diseñen y apliquen metodologías que permitan medir un proceso que es tanto de carácter natural, como antrópico, ya que integra distintas fases: en primer lugar, están los cuerpos de agua naturales que tienen la función de dotar a la sociedad del recurso hídrico, y a su vez, se debe conservar el caudal ecológico para permitir una resiliencia en los sistemas hidrológicos y naturales; en segundo orden, se tienen a los organismos operadores que desempeñan la responsabilidad de dotar del servicio a la sociedad; y en tercer lugar, se integra el uso del agua, es decir, si la comunidad hace o no un uso racional del agua y/o ejerce la cultura de cuidar el recurso.

Sin información, resulta prácticamente imposible que el gobierno pueda identificar, prever o resolver una problemática compleja en el ámbito de la presente metodología, pero también implica a la sociedad en relación con un cambio de actitud centrado en el ahorro del agua y/o su uso eficiente en el contexto de los usos domésticos.

También, las instituciones de educación superior tienen como responsabilidad atender las demandas de la sociedad y analizar la eficiencia y eficacia de las políticas públicas, estrategias y acciones las que generalmente no son evaluadas.

El Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC (Agua, Bosques, Cuencas y Costas) se ha implementado con éxito esta metodología presentando los resultados al Organismo Operador correspondiente y publicado los resultados de la metodología expuesta aquí en *UVserva* (2019).

Actualmente, se propone continuar aplicando la metodología en otros contextos, para así cumplir con la responsabilidad social que le corresponde respecto al trabajo de investigación de problemáticas complejas, y a la determinación de posibles soluciones.

Referencias

- Breña, A. y Breña, J. (2007).** Disponibilidad de agua en el futuro de México. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencia*, 51, 64-71.
https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/58_3/PDF/09-550.pdf
- Gil, M., Reyes, H., Márquez, L., y Cardona, A. (2014).** Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia*, 22, 67-73.
<https://www.redalyc.org/pdf/674/67435407008.pdf>
- Lozano-Parra, J. (2018).** Recursos hídricos. Disponibilidad, variabilidad y gestión. *Revista de Geografía Norte Grande*, 71, 5-8. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n71/0718-3402-rgeong-71-00005.pdf>
- Ley de Aguas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. (2001).** Gaceta Oficial. Órgano del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. No. 270.
<https://www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LAGUAS04022020.pdf>
- Ley de Aguas Nacionales (1992).** Diario oficial de la Federación.
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf
- Menchaca, S., y Uscanga, A. (2016).** Cultura del agua para la gobernanza en la gestión integral de los recursos hídricos. SEMARNAT, Universidad Veracruzana.
- Menchaca, S y Calva, A (2019).** Ecosistemas: cuerpos de agua y caudal ecológico. *La Ciencia y el Hombre*. 1, 42-45.
- Menchaca, S., Calva, A., y Hernández, H. (2019).** Disponibilidad del manantial "Ojo de Agua" y ahorro del uso doméstico del recurso hídrico en la localidad de Zoncuantla, Coatepec, Veracruz, México. *UVserva*, 6, 33-42.
- Silva, H., Aldama, A., Martín, I. y Alarcón, M. (2013).** Metodología para la determinación de disponibilidad y déficit de agua superficial en cuencas hidrológicas: aplicación al caso de la normativa mexicana. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 1, 27-50.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n1/v4n1a2.pdf>
- 10th International River Symposium and Environmental Flow Conference, (2007).** Brisbane, Australia.

Conciliación entre los trabajos de cuidados y académico en la Universidad Veracruzana

Conciliation between care and academic work at the Veracruz University

Verónica Moreno Uribe ^a|

Recibido: 23 de marzo de 2022.

Aceptado: 20 de abril de 2022.

^a Doctora en Sociología. Universidad Veracruzana, Observatorio Universitario de Violencias contra las Mujeres (OUVMujeres), Facultad de Antropología, Xalapa, México. Contacto: vermoreno@uv.mx ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-6549-6874>

Resumen: El presente documento da cuenta de los avances de la indagación sobre las condiciones de posibilidad para la conciliación entre el trabajo de cuidados y el trabajo académico al interior de la Universidad Veracruzana, durante la pandemia ocasionada por el virus SarsCov-2. La premisa que lo sustenta es que la igualdad sustantiva entre mujeres, hombres y/o personas no binarias se ve seriamente comprometida si no existen condiciones institucionales, familiares y personales que permitan la conciliación y redistribución entre el trabajo de cuidados y los relativos a las actividades académicas al interior de la universidad. El ejercicio hace parte de un esfuerzo del Observatorio de Violencias contra las Mujeres por incorporar en su análisis la dimensión de los cuidados, por cuanto la considera de suma relevancia para comprender y problematizar las condiciones que configuran contextos de bienestar o por el contrario, se encuentran asociados a la generación de desigualdades y violencias.

Palabras clave: Conciliación; redistribución; trabajo de cuidados; trabajo académico.

Abstract: *This document reports on the progress of the investigation into the conditions of possibility for the conciliation between care work and academic work within the Universidad Veracruzana, during the pandemic caused by the SarsCov-2 virus. The premise that supports it is that substantive equality between women, men and/or non-binary people is compromised if there are no institutional, family and personal conditions that allow reconciliation and redistribution between care work and work related to activities academics within the university. The exercise is part of an effort by the Observatory of Violence against Women to incorporate the dimension of care in its analysis, since it considers it extremely relevant to understand and problematize the conditions that configure contexts of well-being or, on the contrary, are associated with the generation of inequalities and violence.*

Keywords: *Conciliation; redistribution; care work; academic work.*

Introducción

■ Es posible la conciliación entre los trabajos de cuidados que se despliegan en el seno de la vida familiar con aquellos que realizamos en el marco de nuestro trabajo académico?, ¿En qué sentido afirmamos que se configuran desigualdades, si no se construyen políticas que permitan la conciliación y redunden en la redistribución de los trabajos?, ¿Qué desafíos enfrentan las Instituciones de Educación Superior (IES), para avanzar en la construcción de una institucionalidad que no reproduzca desigualdades estructurales en el campo del trabajo académico y de la producción científica?

Estos son algunos de los cuestionamientos que nos incentivaron a indagar en las dificultades que el personal académico de la Universidad Veracruzana ha enfrentado durante la pandemia de COVID 19, iniciada en territorio mexicano en marzo del 2020 y presente hasta la fecha, para conciliar el trabajo que desarrollan al interior de la universidad, con aquel necesario para el sostenimiento material y afectivo de sus unidades domésticas.

Con preocupación, vivimos en carne propia el incremento de los trabajos de cuidados relativos al sostenimiento de la vida de los integrantes de nuestros núcleos domésticos y, derivadas de estos,

las tareas vinculadas a la atención a dependientes (crianza y cuidado de personas enfermas, por ejemplo), más todas las acciones dirigidas a la preparación de alimentos, limpieza, aprovisionamiento y reparación de enseres y bienes y una ingente cantidad de actividades a las que se sumaban tareas propias del periodo pandémico: desinfección y aseo minucioso, atención a las actividades de la escuela virtual de hijas/os/es, cuidado especial de personas contagiadas por el virus del Sars-Cov- 2.

El confinamiento en nuestros espacios domésticos, ha significado mayor esfuerzo, tiempo y energía, no solo para atender las tareas propias de los cuidados, sino también para gestionar los conflictos y los afectos derivados del propio encierro y de la incertidumbre por la crisis global desatada por dicha pandemia. No sólo se ha incrementado el trabajo de cuidados. Ha sido notorio que el teletrabajo representó también un aumento de la jornada laboral y la intensificación de las actividades de investigación, docencia y otras, al punto de que, tal como se registra en el siguiente documento, fue necesario destinar varias horas del fin de semana, para avanzar con las tareas académicas pendientes.

A continuación se presentan los resultados de la primera fase del proyecto “Conciliación entre la jornada laboral y el trabajo de cuidados por parte del personal académico de la Universidad Veracruzana”,¹ como parte del trabajo que realiza el Observatorio Universitario de Violencias Contra las Mujeres.

1. Métodos

Los resultados que a continuación se presentan, hacen parte de la indagación sobre las dificultades que el personal académico de la Universidad Veracruzana ha tenido para conciliar² el trabajo de cuidados y académico durante la pandemia de COVID 19. Esta indagación está dividida en tres fases: 1. Diseño y pilotaje del instrumento cuantitativo, 2. Desarrollo y sistematización de los resultados cuantitativos 3. Desarrollo y sistematización de las entrevistas y grupos focales y 4. Conclusiones. El presente documento expone los resultados de la segunda fase. La investigación inició en el segundo semestre del 2021 y está proyectada para concluir en el primer semestre del 2023. Combina métodos cuantitativos y cualitativos y tiene contemplado hacia finales de este año, un encuentro con otras Instituciones de Educación Superior que se encuentran indagando la misma problemática,³ con miras a construir una política institucional sensible a los trabajos de cuidados, y proclive al desarrollo de estrategias que faciliten su redistribución.

¹ La encuesta completa está disponible en https://www.uv.mx/ouv mujeres/files/2021/11/Reporte-tecnico_conciliacion-trabajo-cuidados-y-academico_2.pdf

² Acudiendo a Castañeda-Rentería, L.I., Contreras Tinoco, K.A. y Parga Jiménez, M. F. (2019: 34), entendemos que la conciliación “(...) de la vida laboral y la vida familiar, debe ser vista como un derecho de toda persona al equilibrio entre su vida laboral, su vida familiar y el tiempo propio. Es un derecho que debe promoverse como ya se mencionó, como un medio para alcanzar la igualdad de mujeres y hombres a participar de una actividad económica, un empleo o ejercer una profesión, en condiciones que garanticen su libre acceso y pleno desarrollo independientemente de su sexo y su condición genérica. La conciliación de la vida laboral y la vida familiar, es, además, un derecho de los hombres a participar de manera corresponsable en el espacio doméstico”.

³ Identificamos que la Universidad Nacional Autónoma de México, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad de Guadalajara y la Universidad Veracruzana desarrollan actualmente actividades de investigación sobre

El estudio se llevó a cabo en las 5 regiones de la Universidad Veracruzana, considerándose únicamente al personal académico de Docencia e Investigación (incluye técnicos académicos y Sistema de Enseñanza Abierta).⁴

Partimos de la categoría de cuidados desarrollada ampliamente desde la economía feminista por Carrasco, Cristina, Cristina Borderías y Teresa Torns (eds), (2011) y Pérez (2014), puesto que este acercamiento nos permite problematizar y comprender las tensiones y contradicciones convergentes en los trabajos de reproducción del vivir que tienen por objeto el sostenimiento de la materialidad y la afectividad de las personas y las comunidades. La discusión central de esta perspectiva es que en el seno de las sociedades capitalistas, patriarcales y coloniales, los trabajos de cuidados, aun cuando son fundamentales para la reproducción del vivir, se despliegan en condiciones de suma desigualdad, son infravalorados y se encuentran desigualmente distribuidos.

1.1 Descripción de la encuesta

Para el levantamiento de los datos cuantitativos, se diseñó una encuesta, seccionada en tres apartados:

- A. **Trabajo académico durante la pandemia:** indaga sobre el tiempo y la frecuencia que el personal académico le dedica al trabajo académico. Incluye en este rubro el trabajo de docencia, investigación, gestión, tutorías y divulgación.
- B. **Trabajo de cuidados durante la pandemia:** proporciona información sobre el trabajo doméstico (preparación de alimentos, limpieza de hogar y enseres, aprovisionamiento de bienes y servicios, la realización de trámites y la gestión del mantenimiento del espacio doméstico, entre otros), más los trabajos de crianza, atención de enfermos y/o dependientes, además de otros seres vivos, la gestión de los afectos y la resolución de conflictos.
- C. **Conciliación y redistribución entre el trabajo de cuidados y el académico:** identifica los obstáculos que el personal académico de la universidad enfrenta para conciliar y redistribuir ambos trabajos, así como el papel de la institución remontando estos obstáculos y favoreciendo condiciones de igualdad sustantiva entre si personal.

1.2 Estimación de la encuesta

Partiendo de los resultados preliminares de la primera fase de pilotaje, se identificó la variabilidad de la distribución del personal académico por género, por lo que, se consideró la aplicación de un muestreo probabilístico estratificado, con la finalidad de tener una estimación de las personas por región que deben considerarse para la aplicación de la encuesta. Debido a ello, se usó el

el tema de la conciliación. Además de estas IES, encontramos trabajos más extensos, previos a la pandemia, como los de Castañeda-Rentería, Contreras y Parga (Coords.) (2019).

⁴ Con base en la información de la Estadística Institucional del periodo 2020-2021(Dirección de Planeación Institucional, 2020), se tiene un total de 5,147 académicos, de los cuales 2,585 pertenecen a la región de Xalapa, 1,032 a la de Veracruz, 498 a la de Orizaba-Córdoba, 566 a la de Poza Rica-Tuxpan y 466 a la de Coatzacoalcos-Minatitlán.

proporcional, dado que el propósito era estimar los parámetros de la población con base en la distribución de ésta.

Se tomó como referencia a las regiones universitarias (referidas como estratos) y con un nivel de confianza del 95% (grado de probabilidad con el que se estima) y un error del 5% (indica la fiabilidad del estudio y de la exactitud de los resultados), con los datos de la fase piloto.

Siguiendo la metodología de cálculo para la muestra (Díaz Camacho y Ojeda Ramírez, 2015), se obtuvo que la proporción general para la población es de $\hat{P}_{st} = 0.77$ con un intervalo de confianza al 95% para p es: (0.703,0.837) este valor permite tener un aproximado de la distribución de la población, teniendo como resultado una muestra de 258.⁵ Posteriormente se calculó la asignación de la muestra para cada región, mediante la ecuación: $n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right)$.

2. Resultados

Con ayuda del programa R versión 3.6.3. (Ripley, B. D., 2001), se procedió a sistematizar la información. A continuación, se presenta una síntesis que recupera algunas de las respuestas de la encuesta.

Se obtuvo una participación total de 315 encuestados, donde el 32% (101) fueron hombres y el 68% (214) mujeres⁶. Asimismo, se obtuvo que la mayor concentración de la muestra, con 102 personas (mujeres y hombres) se encuentran en el grupo de edad de entre 41 a 50 años (32%), y el menor, con tan solo 8 personas (3%) en un intervalo de 20 a 30 años.

A. Trabajo académico durante la pandemia:

De acuerdo con las respuestas sobre el uso del tiempo durante el fin de semana para la atención de pendientes académicos, encontramos que el 69% (189) de las mujeres encuestadas destinan su tiempo de descanso a ello, a diferencia de sus colegas varones, quienes solo el 31% (84) lo hacen. Se observa en la **Figura 1**, que tanto mujeres como hombres dedican un tiempo de entre 2 y 10 horas para los pendientes de trabajo ⁷, sin embargo, de las 189 mujeres que contestaron afirmativamente, más de 60 dedican hasta una jornada completa de trabajo los fines de semana en atender pendientes académicos (34%), a diferencia de sus colegas varones, quienes tan solo 30 (40%) contestaron estar destinando horas para este fin.

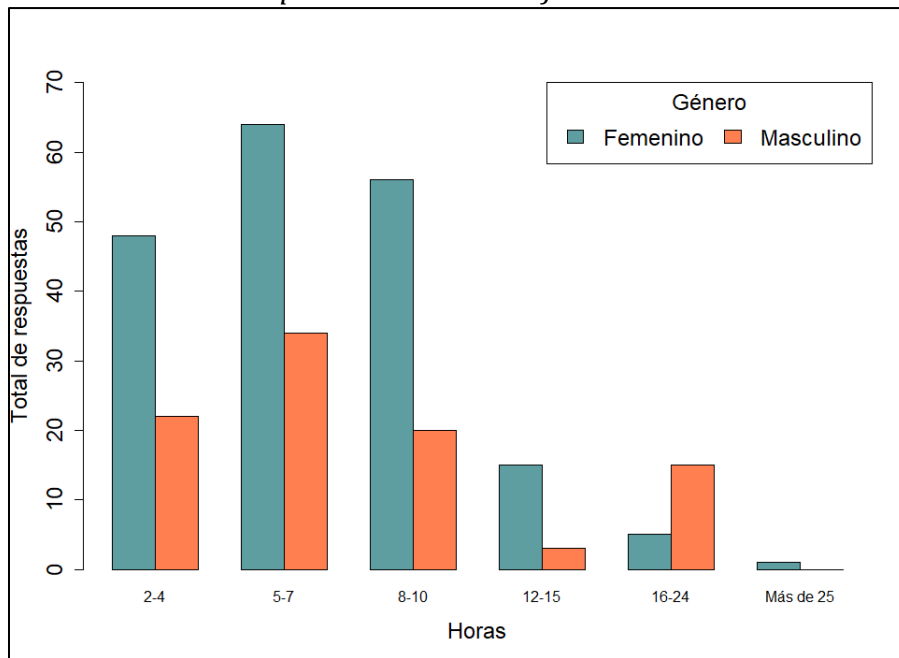
⁵ Dado que en la primera fase de la encuesta, sólo participaron 258 personas, se tomó la decisión de ampliar la difusión, con objeto de obtener mayor representatividad entre las regiones. Por tanto, a la segunda fase se sumaron 67 encuestas más, dando como resultado final 315 cuestionarios contestados.

⁶ En la región de Xalapa se obtuvieron 137 respuestas (43%), seguida de Veracruz con un 87 (28%), Poza Rica-Tuxpan con 32 (10%), Orizaba Córdoba con 31 (10%) y Coatzacoalcos-Minatitlán con tan solo 28 (9%).

⁷ Nos referimos con ello al trabajo académico.

Figura 1

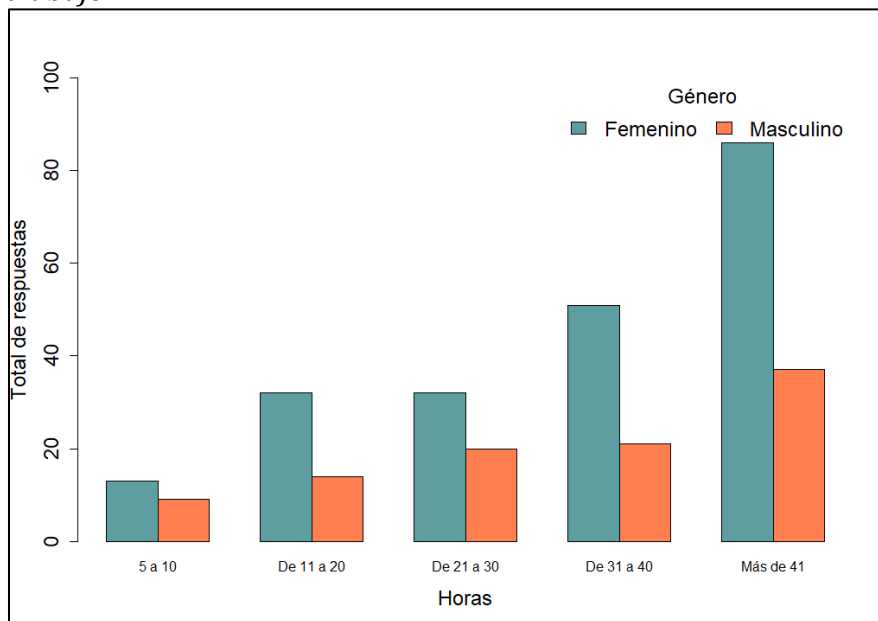
Por género, horas que emplea el personal académico los fines de semanas en resolver pendientes de trabajo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Por género, horas que dedica el personal académico a la semana al trabajo

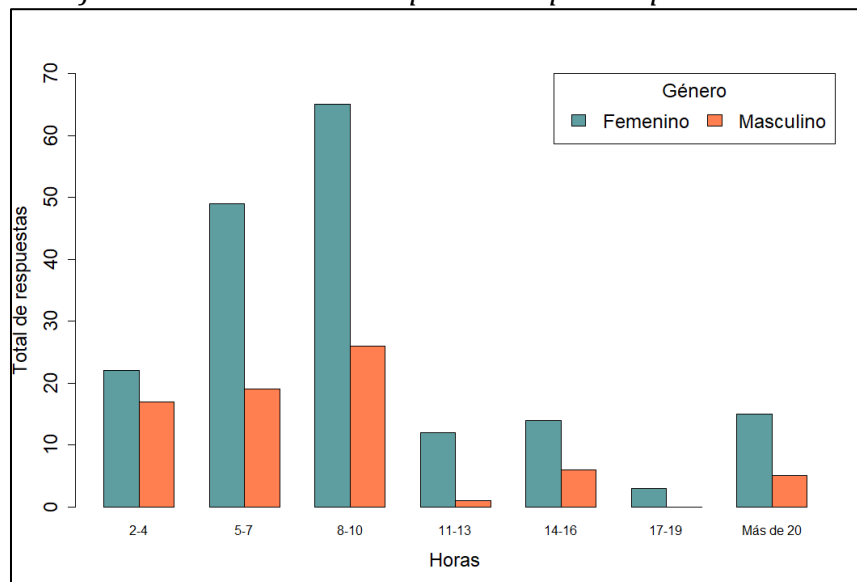


Fuente: Elaboración propia.

Observamos en la **Figura 2**, que además de que el personal académico de la universidad trabaja en pendientes académicos alrededor de un día completo el fin de semana, prolonga su jornada de trabajo durante la semana más de las 8 horas diarias reglamentarias. Esto es, de las 214 mujeres, más de 80 (40%) prolonga la jornada, mientras que de los 101 hombres, más de 30 (37%) trabajan más de 41 horas a la semana. Dado que también interesó conocer si ha existido un incremento de la carga laboral durante la pandemia, se indagó al respecto considerando el género y las horas que ha incrementado este trabajo (**Figura 3**), siendo el rubro de 8 a 10 horas el de mayor frecuencia, con una diferencia sustantiva en detrimento del tiempo de descanso de las mujeres. Se obtuvo que 181 (71%) mujeres y 75 (29%) hombres dijeron que si ha incrementado su carga laboral durante la pandemia.

Figura 3

Por género, incremento en horas de la carga que representa el trabajo académico durante la pandemia para el personal



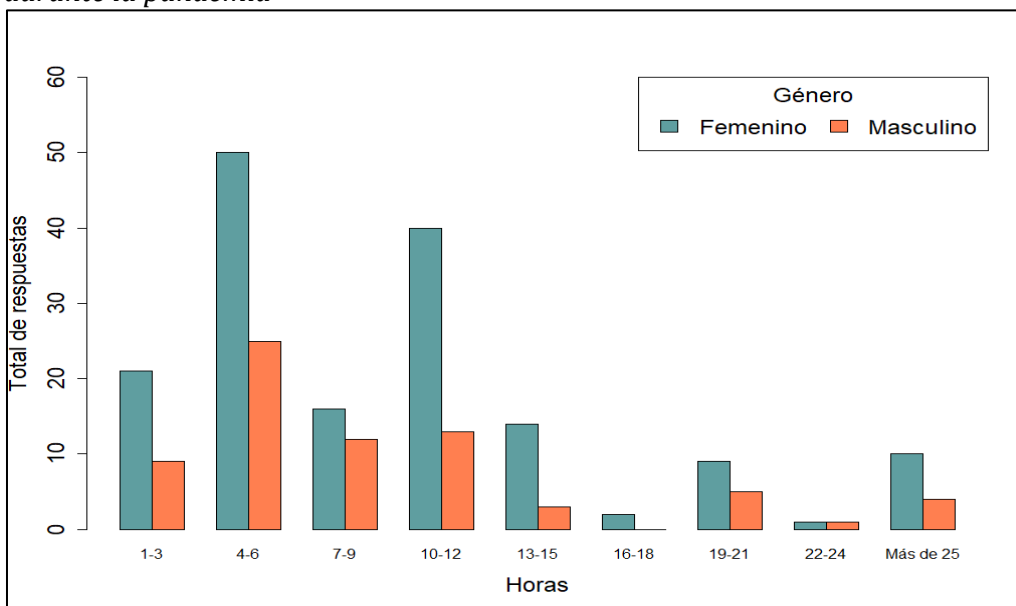
. Fuente: Elaboración propia.

B. Trabajo de cuidados durante la pandemia:

Respecto al trabajo de cuidados durante la pandemia, se obtuvo que 69% de las mujeres y 31% de los hombres reportaron un incremento de las horas destinadas a dichos trabajos. En la Figura 4 se observa que este incremento se encuentra en el intervalo de 1 a 15, teniendo mayor frecuencia de horas el grupo de 4 a 6, seguido de 10 a 12 horas, principalmente en las mujeres. También se registró que el 87% de las personas encuestadas reporta que el trabajo que mayormente realizan es relativo a las tareas domésticas (labores de limpieza, orden y/o preparación de alimentos). De este grupo, el 61% de mujeres reportaron realizar dichas tareas, a diferencia del 26% de sus colegas hombres.

Figura 4

Por género, incremento en horas de la carga que representa el trabajo de cuidados durante la pandemia



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la dificultad que académicas y académicos encuentran para conciliar los trabajos de cuidados con el trabajo que realizan para la universidad, encontramos que, tanto para las mujeres como para los hombres, del conjunto de actividades que componen los cuidados, las tareas domésticas son las que tiene una mayor frecuencia en las respuestas que denotan dicha dificultad, seguida de la atención a enfermos.

C. Conciliación entre el trabajo de cuidados y el académico:

De acuerdo con la **Tabla 1**, tanto mujeres como hombres consideran que el mayor obstáculo para la redistribución y conciliación de los trabajos de manera justa para las mujeres, es la organización de la vida académica al interior de la universidad, puesto que dicha organización no considera tiempo para el cuidado y asume que, siendo en línea, deben y pueden estar disponibles permanentemente. Este dato es interesante, dado que del conjunto de dificultades que se ponderaron, la que mayor frecuencia obtuvo hace referencia a la organización de la vida institucional, incluso por encima de los mandatos de género al interior del espacio doméstico.

Tabla 1

Obstáculos para la redistribución y conciliación de los trabajos de cuidados y académico

Respuesta	Frecuencia de respuesta	
	Mujeres	Hombres
Los prejuicios de género al interior del espacio doméstico que impiden la negociación para la redistribución equitativa del trabajo de cuidados.	15 (7%)	14 (14%)

Los prejuicios de género al interior del espacio académico que dan por hecho que las mujeres deben priorizarlo por sobre el de cuidados.	17 (8%)	8 (8%)
La dificultad personal para darle tiempo al autocuidado	47 (22%)	24 (24%)
La organización de la vida académica al interior de la universidad, que no considera tiempo para el cuidado y que asume que, siendo en línea, debemos y podemos estar disponibles permanentemente	135 (63%)	55 (54%)

Fuente: Elaboración propia.

3. Conclusiones

Las universidades son instituciones sociales, históricamente determinadas, que no están exentas de reproducir las lógicas patriarcales y neoliberales que priman en el contexto más amplio en el que se desarrollan; las reproducen en su organización interna cuando no consideran que su comunidad está compuesta por mujeres, hombres, personas no binarias, de la diversidad sexo genérica y/o atravesadas por marcadores que generan desigualdad y que colocan en situación de desventaja a unos sujetos sobre otros para el desarrollo de su potencial profesional. Las reproduce también, cuando instituyen sistemas de evaluación generalizados, sin una perspectiva de género, interseccional e intercultural y al margen de las trayectorias vitales que imposibilitan disponer de la misma cantidad de tiempo y esfuerzo para el desarrollo de actividades académicas a toda su comunidad, en igualdad de condiciones. En tanto la universidad no institucionalice una política que promueva la redistribución del trabajo de cuidados, atienda la conciliación laboral, respetando horarios de descanso, asueto, vacacionales y muestre apertura a la reformulación de indicadores de productividad en tiempo de pandemia, y otros, no habrá conciliación posible entre los trabajos de cuidados y académicos.

En pandemia se han incrementado las horas de teletrabajo, el cuidado de dependientes y el trabajo doméstico asociado a la desinfección, el trabajo de apoyo a hijas hijos en la escuela, las tensiones y conflictos emocionales derivados del encierro y la violencia doméstica. Esto ha afectado de manera generalizada, pero diferenciada, a la comunidad académica: el trabajo de cuidados ha recaído preponderantemente sobre las académicas por cuanto ellas, al estar sujetas a las mismas presiones académicas que sus colegas varones, disponen de menos tiempo para atenderlas y con menos posibilidades de negociación dentro de sus comunidades académicas.

La encuesta nos muestra que se ha reducido el tiempo de descanso, se ha incrementado el tiempo dedicado a las múltiples actividades que componen los cuidados y se han incrementado las horas dedicadas al trabajo académico, tanto las semanales, como las de fin de semana, configurando un escenario de desigualdad, que a decir, sobre todo de las académicas, la universidad está favoreciendo. Con objeto de remontar estas desigualdades, la universidad tiene el desafío de generar de manera colegiada, plural y atendiendo a la diversidad que alberga, políticas de conciliación que promuevan la igualdad sustantiva al interior de su comunidad.

Referencias

- Carrasco, C., Borderías, C. y Torns T. (2011).** Introducción. El Trabajo de cuidados: antecedentes históricos y debates actuales. En, *El trabajo de cuidados. Historia, teoría y políticas.* (pp.13-95). Madrid: Los libros de Catarata.
- Castañeda-Rentería, L.I., Contreras Tinoco, K.A. y Parga Jiménez, M. F. (2019).** *Mujeres en las Universidades Iberoamericanas: la búsqueda de la necesaria conciliación trabajo familia.* México: Universidad de Guadalajara, Organización Universitaria Interamericana.
- Díaz Camacho, J. F., y Ojeda Ramírez, M. M. (2015).** *Introducción a las técnicas de muestreo.* México: Editorial Académica Española.
- Dirección de Planeación Institucional. (2020).** Anuario – Información Estadística Institucional. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/informacion-estadistica/anuario/>
- Pérez Orozco, A. (2014).** *Subversión feminista de la economía. Aportes para un debate sobre el conflicto capital-vida.* Madrid: Traficantes de Sueños.
- Ripley, B. D. (2001).** The R project in statistical computing. *MSOR Connections*, 1(1), 23–25. <https://doi.org/10.11120/msor.2001.01010023>

El Observatorio de Procesos Territoriales Y Paisajes

The Observatory of Territorial Processes and Landscapes

María Ramírez Salazar ^a | Juana Martínez Alarcón ^b | Lourdes Cocotle
Romero ^c | Narda María Garrido Martínez ^d | Rafael Gutiérrez
Martínez ^e | Román Manuel Chávez Díaz ^f | Phidel Cedillo Martínez ^g |
Hugo Reyes Cid ^h

Recibido: 21 de marzo de 2022.

Aceptado: 11 de abril de 2022.

^a Licenciada en Geografía. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: mariaramirez@uv.mx

^b Doctora en Historia y Estudios Regionales. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: juanamartinez@uv.mx

^c Licenciada en Biología. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: lcocotle@uv.mx

^d Maestra en Ecología Tropical. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: nagarrido@uv.mx

^e Pasante en Geografía. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: ragutierrez@uv.mx

^f Maestro en Arqueología. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: rochavez@uv.mx

^g Maestro en Sociología. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: pcedillo@uv.mx

^h Maestro en Geografía. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: hugreyes@uv.mx

Resumen: El Observatorio de Procesos Territoriales y Paisaje de la Universidad Veracruzana (OFTP), se constituye en un espacio de generación, observación y difusión de conocimiento geográfico, en el programa educativo de Geografía adscrito a la Facultad de Economía. En el OFTP se dará seguimiento a las dinámicas socioespaciales en el estado de Veracruz a diferentes escalas, mediante la definición de indicadores a nivel regional y municipal; que permitan generar bases de datos y representarlos cartográficamente como información útil para analizar dinámicas geográficas y divulgarlas hacia usuarios interesados en el estudio de estos procesos.

Palabras clave: geografía; territorio; paisaje; procesos territoriales; región.

Abstract: *The Observatory of Territorial Processes and Landscapes (OFTP), of the Universidad Veracruzana, is an academic space of generation, observation and dissemination of geographical knowledge in the educational program of Geography attached to the Faculty of Economics. The OFTP will monitor the socio-spatial dynamics in the state of Veracruz at different scales, through the definition of indicators at the regional and municipality level. This will allow generating databases and represent them cartographically, to analyze geographic dynamics and disseminate them to those interested in learning about these processes.*

Keywords: *Geography; Territory; Landscape; Territorial Processes; Region.*

Introducción

El Observatorio de Procesos Territoriales y Paisajes (OFTP) del programa educativo de Geografía, se integra como un espacio académico desde el que se observa la complejidad de las transformaciones territoriales en el tiempo, mediante la generación, recolección, resguardo y difusión de datos e indicadores geográficos, útiles para la creación y distribución del conocimiento, así como para la toma de decisiones por parte de los actores sociales involucrados.

En las últimas tres décadas, la dinámica socio-territorial en México ha experimentado una serie de acciones, hechos y acontecimientos que, con mayor o menor medida, han transformado el territorio veracruzano expresándose de muy diversas formas en su paisaje. La complejidad de estos procesos territoriales y paisajísticos requiere de una mirada especializada que registre y genere información de los escenarios presentes y futuros de los procesos de configuración y reconfiguración territorial.

La entidad veracruzana muestra una dinámica de transformación territorial que, en ciertos periodos y lugares, ha sido muy intensa, derivando en fuertes problemáticas que desarticulan el tejido social y deterioran el paisaje veracruzano. Sin embargo, no hay una sistematización de tales procesos de cambio geográfico. El OFTP se propone responder a la necesidad de comprender la forma y dinámica en que la sociedad se apropia, ocupa, transforma y se expresa en el espacio; mediante herramientas teóricas, conceptuales y metodológicas que permitan explicar la dinámica de los territorios, como unidad espacial.

Bajo esta perspectiva, el OPTP define como eje prioritario el conocimiento de las dinámicas del territorio veracruzano y las expresiones paisajísticas que resultan de ellas, a través de dos líneas de observación: a) la dinámica territorial en ámbitos rurales y urbanos, que configuran y reconfiguran los paisajes, y b) los procesos territoriales marcados por la dinámica socioeconómica.

Si bien el alcance territorial será todo el estado de Veracruz, en una primera etapa se aborda el estudio de estas líneas en dos áreas particulares, la primera en el centro de Veracruz y la segunda en el llamado Istmo Veracruzano. Ambas líneas plantean y comparten el objetivo general de monitorear, sistematizar, generar y divulgar datos e información sobre estos procesos, para contribuir a la solución de problemáticas locales y regionales de índole ambiental, cultural, sociopolítica y económica, entre otras.

Fases de trabajo y ámbito espacial de estudio

Para observar la dinámica territorial y del pasaje veracruzano, se estructuró una metodología geográfica enriquecida con elementos de otras disciplinas afines, la cual se integra en cuatro grandes etapas: la primera, consiste en la definición de indicadores y una búsqueda de fuentes secundarias de información, así como la generación de información propia construida mediante metodologías geográficas, para la creación de bases de datos, cartografía y análisis para los treinta municipios que conforman la línea de paisajes veracruzanos y treinta y cinco municipios de la subregión del Istmo Veracruzano (ver **Tabla 1**).

Tabla 1
Alcance territorial del Observatorio de Procesos Territoriales Paisajes

No	Municipios Centro de Veracruz	No	Municipios Istmo Veracruzano
1	Acajete	31	Acayucan
2	Actopan	32	Agua Dulce
3	Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	33	Ángel R. Cabada
4	Apazapan	34	Catemaco
5	Ayahualulco	35	Coatzacoalcos
6	Banderilla	36	Cosoleacaque
7	Coatepec	37	Chinameca
8	Córdoba	38	Hidalgotitlán
9	Cosautlán de Carbajal	39	Hueyapan de Ocampo
10	Emiliano Zapata	40	Isla
11	Ixhuacán de los Reyes	41	Ixhuatlán del Sureste
12	Jalcomulco	42	Jáltipan
13	Jilotepec	43	Jesús Carranza
14	Las Vigas de Ramírez	44	Juan Rodríguez Clara
15	Naolinco	45	Las Choapas
16	Orizaba	46	Mecayapan
17	Perote	47	Minatitlán

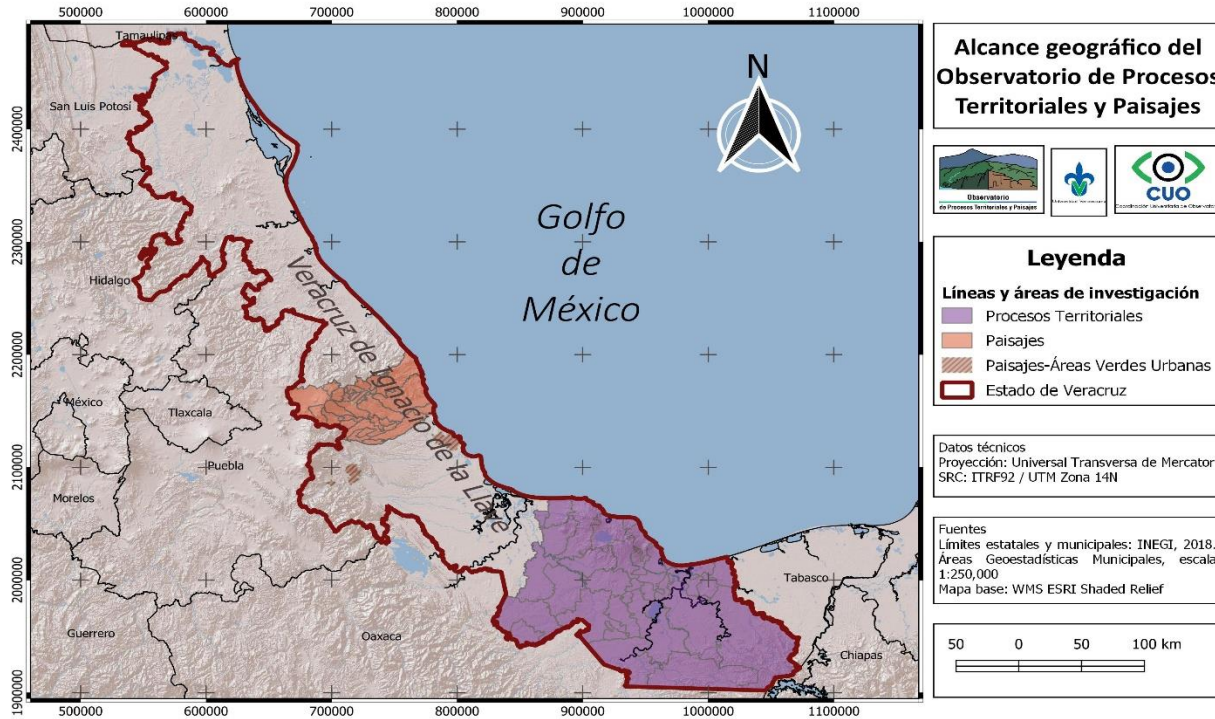
18	Puente Nacional	48	Moloacán
19	Rafael Lucio	49	Nanchital de Lázaro Cárdenas
20	San Andrés Tlanelhuayocan	50	Oluta
21	Tenampa	51	Oteapan
22	Teocelo	52	Pajapan
23	Tepetlán	53	Playa Vicente
24	Tlacotepec de Mejía	54	Saltabarranca
25	Tlaltetela	55	San Andrés Tuxtla
26	Totutla	56	San Juan Evangelista
27	Úrsulo Galván	57	Santiago Tuxtla
28	Veracruz	58	Santiago Sochiapan
29	Xalapa	59	Sayula de Alemán
30	Xico	60	Soconusco
		61	Soteapan
		62	Texistepec
		63	Zaragoza
		64	Tatahuicapan de Juárez
		65	Uxpanapa

La representación cartográfica de dicho ámbito territorial se muestra en la figura 1, recordando que el ámbito general será todo el estado de Veracruz, aunque iniciando su implementación metodológica en las regiones Istmo Veracruzano y Centro de Veracruz.

En la segunda etapa, como un primer acercamiento, se monitorearán y actualizarán periódicamente los indicadores seleccionados en espacios específicos: 9 municipios para la línea de paisajes veracruzanos (6 para la línea de Paisajes: Xico, Coatepec, Xalapa, San Andrés Tlanelhuayocan, Emiliano Zapata y Actopan; y 4 para el análisis de Áreas Verdes Urbanas en el ámbito de paisajes urbanos: Xalapa, Veracruz, Córdoba y Orizaba), además de 5 para la línea de procesos territoriales (Coatzacoalcos, Nanchital, Minatitlán, Jáltipan y Acayucan), ambos con su respectiva representación espacio - temporal para el periodo 1990 – 2020.

Figura 1.

Alcance territorial del Observatorio de Procesos Territoriales y Paisajes (líneas y marco geográfico de investigación).



Nota. El mapa representa el alcance territorial de las líneas de investigación del OPTP.

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2018.

La tercera etapa consiste en la elaboración de documentos que muestren los resultados e indicadores generados y monitoreados, así como su procesamiento para su difusión y divulgación en diferentes medios y espacios de comunicación incluyendo la página web del OPTP (www.uv.mx/territorios).

La generación de resultados permitirá en una cuarta fase, crear vínculos de cooperación e intercambios de información y experiencias con otros observatorios e instituciones académicas interesadas en el análisis de las líneas de investigación compartidas.

Indicadores estudiados en el OPTP

Para el OPTP, el estudio de la región centro de Veracruz tiene como propósito el reconocimiento y monitoreo de paisajes, mediante la identificación de unidades territoriales en las que se expresa la interacción social con su entorno, a través del seguimiento e interpretación espacial de los siguientes indicadores: diversidad o heterogeneidad, fragmentación, calidad, cantidad, estado de la riqueza y nivel de bienestar del paisaje, que permitan caracterizar las unidades paisajísticas en

ámbitos rurales o urbanos. La información obtenida permitirá a los usuarios obtener elementos de análisis para elaborar propuestas de gestión del paisaje.

Respecto a la subregión del Istmo Veracruzano se observan y monitorean los siguientes indicadores: empresas nacionales y extranjeras, tenencia de la tierra, hablantes de lengua indígena y densidad de población.

En ambas líneas de investigación y áreas de estudio, se sistematizará y se dará seguimiento a indicadores geo-demográficos que permitirán revelar las dinámicas poblacionales en el espacio, con base en una selección de indicadores basados en los datos censales durante el periodo 1990-2020. La información obtenida se interpretará y representará cartográficamente para analizar los procesos geo-demográficos.

A continuación, se describen de manera general las características de algunos de los indicadores de cada línea de investigación.

Usos del Suelo

Este indicador se obtiene a partir del análisis de documentación específica y del procesamiento de imágenes satelitales, complementado con trabajo de campo y análisis de gabinete, para definir aspectos tales como la distribución y extensión superficial de las coberturas implantadas por la sociedad en el espacio geográfico, basadas en una tipología de usos del suelo que se definirá previamente. Los usos del suelo definidos se representarán cartográficamente y se aplicará un análisis comparativo para observar los cambios del uso de suelo, así como sus intensidades y tendencias en diferentes periodos de estudio.

Calidad de la Vegetación en Áreas Verdes Urbanas

Las áreas verdes urbanas (AVU), se definen como superficies arboladas que forman parte de la infraestructura y de los paisajes urbanos. Estas son valoradas desde un enfoque ecológico, debido a su contribución al mejoramiento socioambiental de las ciudades, a través de los servicios ecosistémicos que provee, los cuales son representados por la calidad de la vegetación, que sirve como indicador para evaluar la sustentabilidad.

Observar el indicador de calidad de la vegetación en AVU, tiene como objetivo determinar y monitorear las condiciones de salud de la vegetación y sus cambios espacio-temporales, a través de imágenes de satélite y el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) en las AVU de las ciudades del centro de Veracruz (Xalapa, Veracruz puerto, Córdoba y Orizaba), identificando zonas vulnerables con afectaciones en sus servicios ecosistémicos.

Los resultados del análisis se reportan a través de cartografía digital dispuesta para los usuarios, en un sistema de información geográfica con una periodicidad anual en concordancia con la disponibilidad de imágenes y las etapas estacionales del desarrollo vegetal.

Empresas Nacionales y Extranjeras

Las primeras son aquellas que se forman por iniciativa y con capital de los residentes del país, mientras que las segundas son empresas que operan en el país con capital extranjero.

Ambas empresas como indicador son un referente económico a nivel regional, que nos permite cuantificar el número de estas y personal que labora en ellas, así como el tipo y localización en cada municipio de la subregión del Istmo Veracruzano, bajo una lógica estratégica para los mercados. El indicador se construye con base a los datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas que genera el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020).

A partir del monitoreo de dicho indicador, será posible evaluar la dinámica de los factores que están incidiendo en la transformación territorial de la subregión del Istmo Veracruzano.

Hablantes de Lengua Indígena

Los hablantes de lengua indígena es un indicador clave en la subregión del Istmo Veracruzano, esta cobra mayor relevancia cuando se le asocia a otros indicadores y variables, sobre todo en aquellos territorios que se encuentran en un proceso de desarticulación social y de reconfiguración territorial. De acuerdo con INEGI (2000), se considera como población hablante de lenguas indígenas a la población de 5 años y más que habla lengua indígena. El objetivo de este indicador es cuantificar el número de hablantes por municipio en la subregión del Istmo Veracruzano y, por otra parte, dar seguimiento a los cambios y tendencias que se expresan en el territorio en un periodo determinado. Lo anterior, permitirá conocer la dinámica socioterritorial y establecer el patrón de distribución espacial de este sector de la población en un contexto regional.

Tenencia de la Tierra

De acuerdo con la Procuraduría Agraria (2009), el término de tenencia de la tierra alude a las distintas formas de propiedad en que las personas físicas o morales se vinculan jurídicamente con la tierra. Este indicador tiene como objetivo coleccionar datos que permitan establecer los cambios a partir de la expropiación, compra - venta, traspaso y arrendamiento. Dichos cambios constituyen procesos espaciales que dan cuenta de las transformaciones territoriales.

Las fuentes secundarias para la obtención de datos serán las proporcionadas por los censos ejidales, agrícolas, ganaderos y forestales publicados por INEGI. Como resultado se genera una base de datos que concentre las variables: número de ejidos por municipio, número de ejidatarios, superficie, cultivos y propiedad privada.

Esta base de datos ayudará a los usuarios realizar diagnósticos sobre aspectos ligados a la vida económica, política y social a escala nacional, estatal y municipal. La periodicidad de la información estará sujeta a los censos generados y publicados por el INEGI.

En la tabla 2, se detallan algunos indicadores que serán monitoreados por el OPTP.

Tabla 2
Líneas de investigación e indicadores del OPTP.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	INDICADOR	OBJETIVO	CÁLCULO (ALGORITMO)	PERIODO
Paisajes Veracruzanos	Uso del suelo y cambio de uso del suelo	Conocer los tipos de uso del suelo y su extensión superficial, así como sus cambios en el tiempo.	$t=1-(S2/S1)^{1/n}$	Multianual
	Calidad de vegetación de Áreas verdes urbanas (AVU)	Monitorear las condiciones de salud de la vegetación en AVU.	$ISEvt=\sum Ef(RSCP)t$	Anual
	Valores naturales	Definir indicadores paisajísticos relativos a valores naturales de los paisajes municipales.	Número total de valores naturales que existen en el municipio	Bianual
	Potencial turístico del paisaje	Determinar el potencial turístico de los tipos de paisaje a partir de su calidad intrínseca y de la calidad de los atractivos turísticos que se encuentran en su interior.	$IPTP=x(Vb)+y(Vg)+z(Vc)$	Anual
	Calidad del tipo de paisaje	Evaluar la calidad de los diversos tipos de paisaje localizados en territorio veracruzano.	$ICTP=\frac{Sid+SPLI+IRS}{3}$	Anual
Istmo Veracruzano	Empresas Nacionales y Extranjeras	Cuantificar el número de empresas nacionales y extranjeras.	Identificación del número de empresas nacionales y extranjeras	Variable
	Hablantes de lengua indígena	Registrar el número de hablantes de lengua indígena por municipio.	$THLIt=\sum(HLIt)$ $HLI=(\frac{Total\ de\ HLI}{PT}) * 100$	Variable
	Densidad de población	Calcular el grado de ocupación y la presión demográfica sobre el suelo de una determinada área geográfica.	$D = \frac{PT}{S}$	Variable

	Tenencia de la tierra	Registrar los cambios a partir de su expropiación, compra – venta, traspaso o arrendamiento.	Seguimiento a los cambios en la tenencia de la tierra	Variable
--	-----------------------	--	---	----------

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del Istmo Veracruzano se identificará la dinámica socio-territorial de un polo de desarrollo regional, con actividades especializadas y una amplia dinámica poblacional que se extiende hacia otros municipios y estados vecinos del sureste mexicano, abordando en una primera fase los municipios de: Coatzacoalcos, Nanchital, Minatitlán, Jáltipan y Acayucan.

Referencias

- Instituto** Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2021*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- Instituto** Nacional de Estadística y Geografía (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2001*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes. México.
- Instituto** Nacional de Estadística y Geografía (2018). *Áreas Geoestadísticas Municipales* [Mapa]. Escala 1:250,000. Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Procuraduría** Agraria (2009). *Glosario de Términos Jurídicos*. (p.145). México, D.F. Procuraduría Agraria.

Metodología proyecto COVID-19: Entornos saludables en espacio público de educación superior

Covid-19 project methodology: healthy environments in public space of higher education

Irma Elisa Palacios Reyes^a | Erika Benítez Malagón^b | Daniel Alejandro Gómez Escoto^c | José René Morgado Bustos^d | Héctor Saúl Castilla Moyado^e | Gerardo Ignacio Hernández García^f |

Recibido: 11 de octubre de 2021.

Aceptado: 20 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Responsable del Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: irpalacios@uv.mx *Autor para correspondencia.

^b Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: ebenitez@uv.mx

^c Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: dangomez@uv.mx

^d Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: rmorgado@uv.mx

^e Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: hcastilla@uv.mx

^f Universidad Veracruzana, Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables (OUAES), Facultad de Arquitectura, Córdoba, México. Contacto: gerhernandez@uv.mx

Resumen: El artículo que se presenta es parte de una observación arquitectónica-urbana que el OUAES realiza en septiembre del 2020; relacionada con las consecuencias espaciales causadas por el COVID-19. Durante esta observación que se realiza en dos etapas, se genera la metodología denominada: *Metodología proyecto Covid -19 para entornos saludables en espacio público de educación superior*. La primera etapa de esta observación generó datos derivados específicos, que fueron los principales elementos que ayudaron a realizar la segunda etapa; en la interpretación de datos y recomendaciones espaciales y urbanas específicas a un edificio público de educación superior. La metodología se aplicó como prueba piloto en la Facultad de Arquitectura Córdoba de la Universidad Veracruzana. Región Orizaba – Córdoba.

Palabras clave: Metodología; entornos saludables; espacio público; educación superior.

Abstract: *The article that is presented is part of an urban architectural observation than the OUAES carried out in September 2020; related to the spatial consequences caused by covid 19. During this observation, which is carried out in two stages, the methodology called: Covid -19 project methodology for healthy environments in public higher education space. The first stage of this observation generated specific derived data were the main elements that helped to carry out the second stage, which was the interpretation of data a spatial and urban recommendations specific to a public higher education building. The methodology was applied as a pilot test at the Córdoba Architecture School of the Veracruzana University. Orizaba Cordoba Region.*

Keywords: *Methodology; healthy environments; public space; higher education.*

Introducción

Los contextos y entornos donde se desarrollan actividades de educación pública se han visto afectados durante la pandemia COVID -19 porque son espacios públicos que han tenido que cerrar para salvaguardar la salud de la comunidad que albergan estas instituciones y donde se desarrollan diversas actividades. Es importante observar y medir la percepción espacial del entorno que tienen los usuarios; respecto a la asociación del espacio con la salud y su bienestar: físico, emocional y social. Porque este espacio público es donde se desarrollan cotidianamente diversas actividades académicas y sociales de interacción y convivencia. Los usuarios de los espacios públicos, orientados a la educación superior tienen ahora, con esta situación mundial de pandemia derivado del COVI-19, una expectativa de incertidumbre del regreso a su espacio en la nueva normalidad de manera segura. Por eso el OUAES considera pertinente realizar la observación del fenómeno en esta situación mundial de salud pública, para poder aportar y generar recomendaciones específicas respecto a las cualidades espaciales arquitectónicas y urbanas que debe tener un entorno saludable que ofrezca un bienestar integral a todos los usuarios que utilizan determinado espacio. El OUAES toma de referencia la *Metodología aplicada: una Estrategia de diseño para generar ambientes universitarios saludables*; publicada por I. Palacios, E. Benítez, D. Gómez (2018) en la revista No. 6 de *UVserva*; se retoma esta metodología y se adapta a la observación en la situación de la pandemia mundial por COVID-19.

Ante la situación de la emergencia sanitaria los usuarios de los espacios públicos de educación superior han tenido que trasladar sus centros de trabajos a sus viviendas teniendo otro contexto

espacial, muy diferente al comportamiento de un espacio público en donde desarrollaban sus actividades de una manera compartida y de interacción física. Con esta experiencia del confinamiento en casa y la restricción del uso de los espacios públicos que los usuarios viven, ante la situación de emergencia; los usuarios tienen registrado de manera clara la diferencia espacial y de su comportamiento dentro de ellos. Se pudo observar en la encuesta realizada que los usuarios si tienen claro que el comportamiento espacial para el uso de los espacios será de una manera distinta. Sin embargo, existe la incertidumbre del regreso al uso cotidiano a estos espacios principalmente por las características de cada una de las entidades académicas. Debido a que cada licenciatura tiene un comportamiento espacial diferente por tener actividades de aprendizaje distintos teórico - prácticos. Por eso es importante detectar e identificar con esta encuesta de percepción espacial, cuáles son esos elementos que es pertinente considerar para las acciones del regreso a la nueva normalidad.

El Objetivo principal de la investigación desarrollada por el Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos saludables OUAES es generar una metodología que sirva de guía para la reconversión espacial en espacios públicos de educación superior. Monitoreando e identificando los espacios saludables para el regreso a la nueva normalidad en nuestros espacios cotidianos de trabajo. Se toma como caso muestra de análisis y aplicación: La Facultad de Arquitectura Córdoba. Con la finalidad de ser un referente metodológico de observación y análisis para un retorno seguro en los espacios de educación pública. El documento está estructurado bajo los lineamientos oficiales de varios organismos nacionales e internacionales, considerando siempre las disposiciones emitidas ante la situación de contingencia por parte del gobierno federal, estatal y de la Universidad Veracruzana.

1. Metodología. Metodología proyecto COVID-19: Entornos saludables en espacio público de educación superior

La metodología diseñada corresponde a la observación dada por la OMS (2020) donde menciona que para vencer a la Covid-19 necesitamos un enfoque que unifique en una causa común a cada persona y comunidad; donde las comunidades deben empoderarse para garantizar que los servicios y la ayuda se planifiquen y adapten en función de su opinión y contexto locales. Las funciones críticas, como la educación comunitaria, la protección de los grupos vulnerables, el apoyo a los trabajadores sanitarios, la detección de casos, el rastreo de contactos y el cumplimiento de las medidas de distanciamiento físico solo pueden darse con el apoyo de todas y cada una de las partes de las comunidades afectadas. Dada esta recomendación de la OMS hacia las comunidades el OUAES plantea la metodología dirigida hacia las comunidades de educación superior pública; identificada como un género arquitectónico urbano en el cual existe una convivencia de una comunidad integrada por: administrativos, docentes y estudiantes; que son los usuarios principales de estos espacios. Del documento de la Universidad Veracruzana denominado Lineamientos generales para el retorno seguro a las actividades presenciales. Emitido en el 2020 por el Sistema Universitario de la gestión integral del riesgo; se consideraron los puntos 3, 8 y 12 pág. 10; que refiere a: Lineamientos generales para los titulares de entidad académica y dependencia universitaria; en donde refiere que:

Deberá elaborar de manera previa al retorno a las actividades, una propuesta de acciones internas a instrumentar para llevar a cabo el restablecimiento, en condiciones seguras, de las actividades y el trabajo presencial en las aulas, laboratorios, talleres, bibliotecas y demás espacios académicos y administrativos de su entidad o dependencia

Analizar las condiciones de sus espacios de trabajo para determinar su capacidad de aforo conservando la sana distancia: aulas, salones, laboratorios, talleres, bibliotecas, cafeterías, oficinas, etcétera. En caso necesario se puede considerar la instalación de marcas o señalizaciones para asegurar la distancia mínima de seguridad

Ajustar la propuesta de acciones internas en caso de que se requieran modificarse en atención a las disposiciones emitidas por la institución o por las autoridades sanitarias y educativas del país o del estado de Veracruz, en seguimiento a la evolución de la pandemia y de la contingencia sanitaria.

Después de identificar estas pautas que apuntaban hacia un trabajo colaborativo de retomar esfuerzos y trabajo colegiado el OUAES determina contribuir con la elaboración de esta metodología para contribuir de manera socialmente responsable con la aportación de este instrumento para analizar las condiciones de los espacios de trabajo de la comunidad universitaria. La metodología fue aplicada en la Facultad de Arquitectura Córdoba porque es donde se encuentra adscrito el Observatorio Urbano Arquitectónico de Entornos Saludables OUAES; región Orizaba – Córdoba.

La metodología consiste en 6 etapas (*Fig.1*):

1. Etapa A. Cuadro Matriz (Marco normativo de referencias oficiales, regionales, nacionales e internacionales).
2. Etapa B. Recolección de datos a base del Diseño de un instrumento – Encuesta para la obtención de datos (**Figura 2 y 3**). En esta etapa se realizó un diagnóstico previo mediante un instrumento de medición denominado: *Encuesta de Percepción espacial para entornos saludables en espacio público de educación superior*. Recolección de datos asociados al retorno de la nueva normalidad por pandemia covid-19. Reporte especial COVID-19. OUAES (2020).
3. Etapa C. Interpretación y lectura de resultados de la encuesta realizada (**Figura 4**). Etapa de identificación de particularidades e identificación de riesgos en la entidad y/o edificio de estudio.
4. Etapa D. Organización de parámetros a valorar (**Figura 5**).
 - Parámetros valorados: *escala urbana y arquitectónica, contextualización del entorno, principios básicos de diseño, indicadores y cálculo de parámetros para adaptación de espacios, mínimos de m² por persona según el indicador a considerar en cada condicionante de análisis, en la reconversión y adaptación espacial se consideran: escala, iluminación, configuración, proporción, colores, materiales, circulaciones verticales y horizontales, diferentes tipos de contagios asociados a diferentes enfermedades y a distintos espacios.*
 - Elementos considerados: *Accesos, circulación, capacidad de usuarios en espacios cerrados, ventilación, iluminación, materiales, distanciamiento espacial, medidas de protección.*
 - Parámetros de organismos nacionales e internacionales con disposiciones oficiales: OMS, SMAES (Sociedad mexicana de arquitectos especialistas en la salud), Gobierno Federal, Normativas y disposiciones institucionales de la Universidad Veracruzana).
5. Etapa E. Valoración y ponderación con base en la matriz de referencias y parámetros oficiales.
6. Etapa F. Resultados de diagnóstico y valoración. (*Fig. 6 y 7*). Los resultados se vacían en planos, fichas síntesis y se realizan las fichas de recomendaciones urbano- arquitectónico. Datos

interpretados con recomendaciones específicas de las siguientes categorías: condicionantes espaciales y características generales del espacio, capacidad, mobiliario, criterios de ventilación, criterios de iluminación, criterios de circulación, tipos de superficies y materiales, recomendaciones generales del espacio, estrategias de aprendizaje recomendado y nivel de riesgo con semaforización y clave.

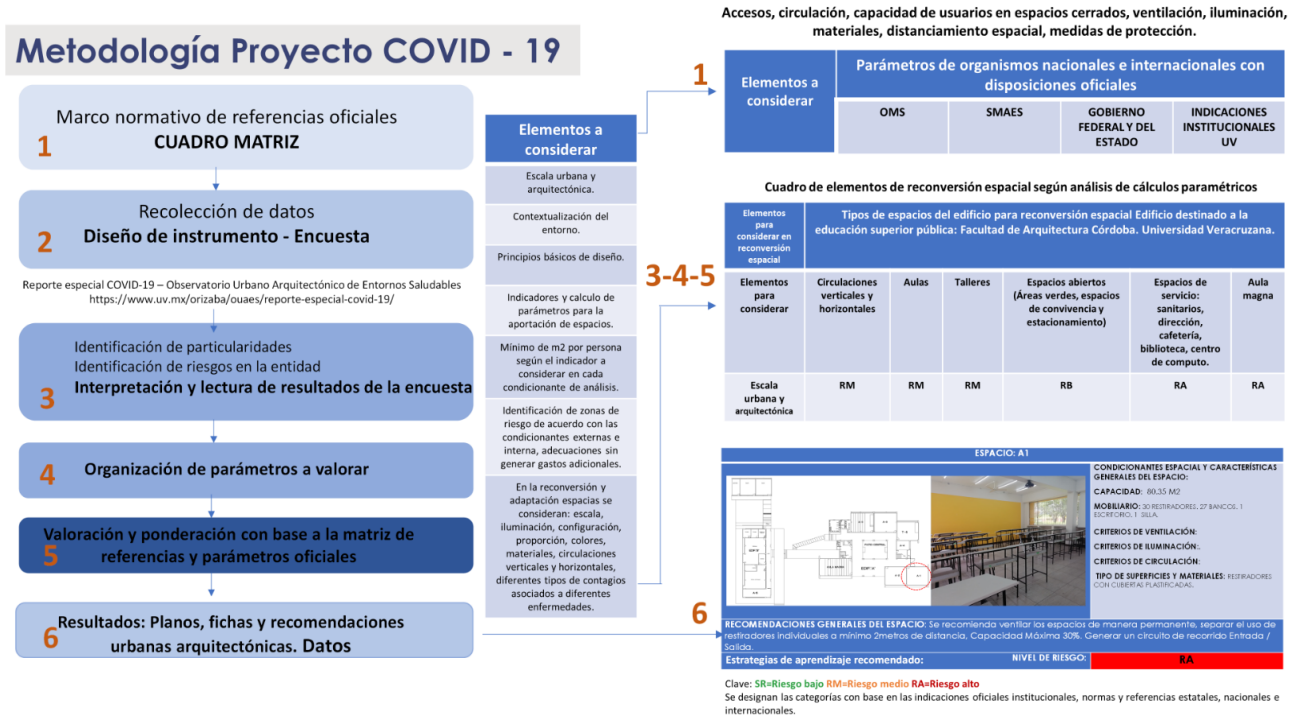
Recomendaciones para aplicar la metodología:

Sugerimos tomar en cuenta los siguientes pasos para poder comprender el diagnóstico y obtención de datos para que esta metodología pueda ser aplicada a un edificio de educación superior y/o algún otro tipo de espacios o género arquitectónico; así también aplicable a escala urbana.

- a) Se debe identificar primero el tipo de género arquitectónico para su reconversión espacial. Llenar ficha A denominada: Contextualización diagnóstica.
- b) Después con base al tipo de género e identificación de programa arquitectónico se deberá identificar los datos paramétricos para el cálculo de indicadores que inciden en los elementos de diseño a modificar y adaptarse a las nuevas disposiciones, para la nueva normalidad. Llenar la ficha B denominada: Parámetros e indicadores para reconversión espacial.
- c) Todos los proyectos y ejemplos de reconversión espacial, así como las acciones que se consideren pertinente deberán estar registradas en esquemas gráficos básicos como: escala, medidas, colores indicativos y zonificaciones identificadas en la escala de semáforo de acuerdo con el grado de riesgo. Llenar la ficha C: denominada Plan estratégico de riesgo/ zonificación de semáforo. En este punto deberá ir con el anexo de las fichas necesarias según las zonas que se identificaron. Uso de la ficha D: denominada ficha individual por espacio y área.
- d) Se integrará la Ficha E: considerada como ficha estratégica de plan de contingencia general – COVID 19. Esta ficha registrará todas las recomendaciones por zona y por área planteando la estrategia general del edificio considerando todas las condicionantes que se analizaron.
- e) Cada uno de los elementos que se consideran en la metodología se encuentran por apartados de colores y numerados para cada uno de los indicadores que se consideraron.
- f) El ejemplo que se muestra como caso aplicado es la Facultad de Arquitectura Córdoba de la Universidad Veracruzana. Universidad Veracruzana. Región Orizaba – Córdoba.

Figura 1

Esquema de Metodología: Metodología proyecto Covid-19: Entornos saludables en espacio público de educación superior



Fuente: Elaboración propia del OUAES. Diseñado y elaborado en septiembre 2020. Esquema metodológico para diagnosticar e identificar espacios saludables en edificios públicos de educación superior. Se puede adaptar y aplicar a cualquier género arquitectónico y urbano para su diagnóstico.

Fase Diagnóstica obtención de datos

La fase diagnóstica y obtención de datos se realizó mediante en una encuesta estructurada en siete apartados; los cuales identificaron datos importantes respecto a los usuarios, riesgos generales, percepción de los espacios respecto al regreso a la nueva normalidad, diagnóstico de zonas con mayor y menor índice de contagio, lineamientos institucionales asociado a los espacios arquitectónicos y del contexto. La encuesta se realizó de manera virtual dirigida a todos los usuarios de la Facultad de Arquitectura Córdoba. Región Orizaba Córdoba.

- A. GENERALES DEL COVID -19
- B. TIPOS DE USUARIOS
- C. RIESGOS GENERALES
- D. PERCEPCIÓN DEL REGRESO A LA NUEVA NORMALIDAD
- E. DIAGNÓSTICO DE ZONAS DE CONTAGIO Y ALTO RIESGO
- F. LINEAMIENTOS DEL REGRESO A LA NUEVA NORMALIDAD
- G. ESPACIOS SALUDABLES OUAES

La Encuesta se diseñó y difundió a la comunidad académica muestra. Se realiza de esta manera debido a que el comportamiento espacial y los entornos son diferentes en cada una de las entidades

de educación superior. Es de relevancia considerar que, si bien fue una entidad académica muestra, el instrumento de medición es válido para cualquier entidad que requiera identificar de forma precisa la percepción espacial de su contexto: urbano y arquitectónico; al regreso del confinamiento por la pandemia generada por el COVID-19. Permitiendo que estos resultados les den parámetros indicativos de acciones puntuales y pertinentes: en los procesos de adaptación, rediseño o reconversión espacial.

El instrumento de muestreo permite identificar las características de percepción espacial, características espaciales arquitectónicas y el contexto urbano. Con la identificación de estos elementos de manera puntual en los espacios. Se pueden generar recomendaciones y acciones de rediseño de manera precisa sabiendo en que aspecto se requiere esa acción. Se difundió y aplico la encuesta de manera virtual a toda la comunidad académica: estudiantes, docentes, administrativos y personal de apoyo. *Se publicó del 5 de agosto y se cerró el 7 de septiembre del 2020, durante este periodo se obtuvieron 137 resultados de toda la comunidad académica.*

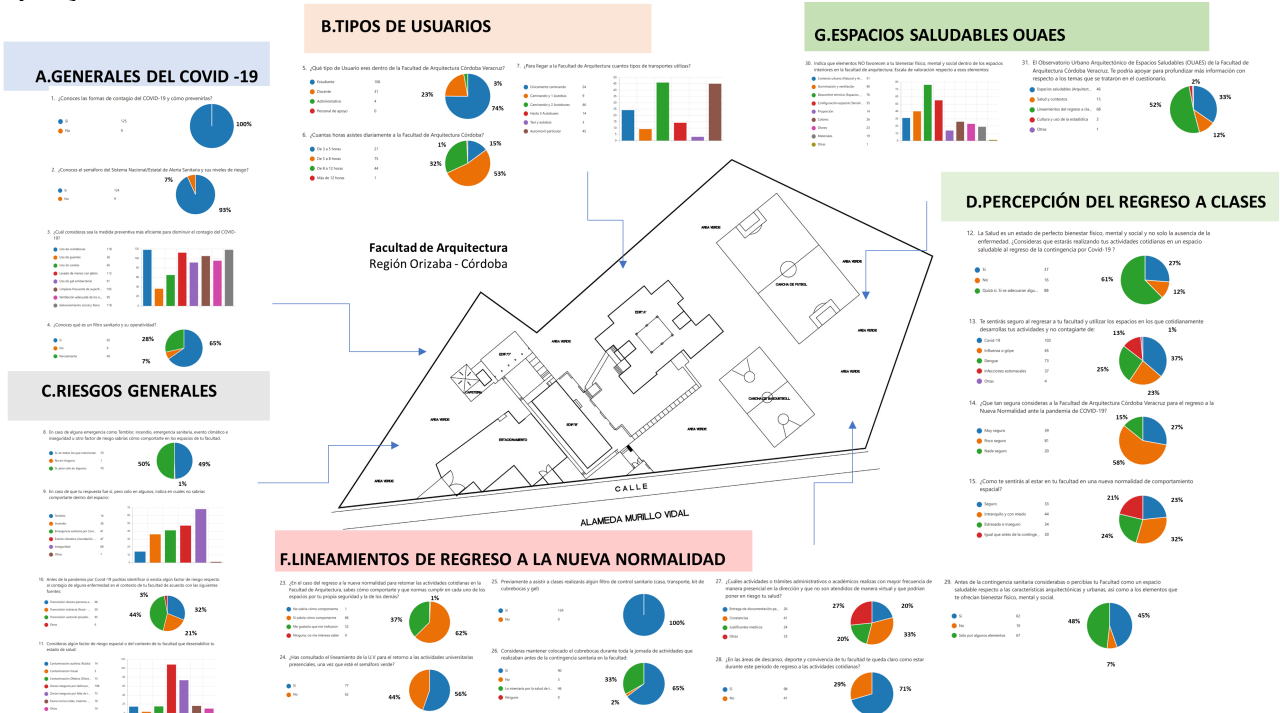
Estos indicadores nos arrojan datos importantes y relevantes que se consideran necesarios atender para un retorno a nuestras actividades cotidianas. Porque, sin lugar a duda, la pandemia del COVID-19 ha sido la principal causa de observar de manera detallada en nuestros entornos y contextos urbanos y arquitectónicos; se considera que los resultados han arrojado elementos ya existentes en el contexto; que antes de la pandemia no habían tomado relevancia para considerarse en el uso y operatividad de los espacios y su contexto (**Figura 2**).

Los indicadores que se observaron son: percepción espacial, considerando el comportamiento espacial del usuario ante diferentes tipos de contingencia, factores de riesgo espacial y contextual, que desestabilice el estado de salud, factores de riesgo ente el contagio de alguna enfermedad respecto a los distintos tipos de transmisión, percepción de seguridad en cada uno de los espacios relacionado a los elementos de diseño: material, color, proporción, iluminación, ventilación, movilidad y flujos espaciales, características arquitectónicas y urbanas con elementos que consideran ofrecen un bienestar integral cuando desarrollan sus actividades en un espacio público de educación. Así como la identificación de los elementos que no favorecen al bienestar integral del usuario. Considerando el bienestar integral con elementos: bienestar físico, mental y social.

Esta situación de contingencia de salud mundial se hace aún más pertinente la observación a detalle de los espacios en los que nos desarrollamos porque al tener identificados con claridad esta serie de factores que se van sumando a que los espacios no sean del todo saludables, se puedan generar acciones conjuntas para ofrecer un bienestar integral espacial a nivel Urbano y Arquitectónico a toda la comunidad académica.

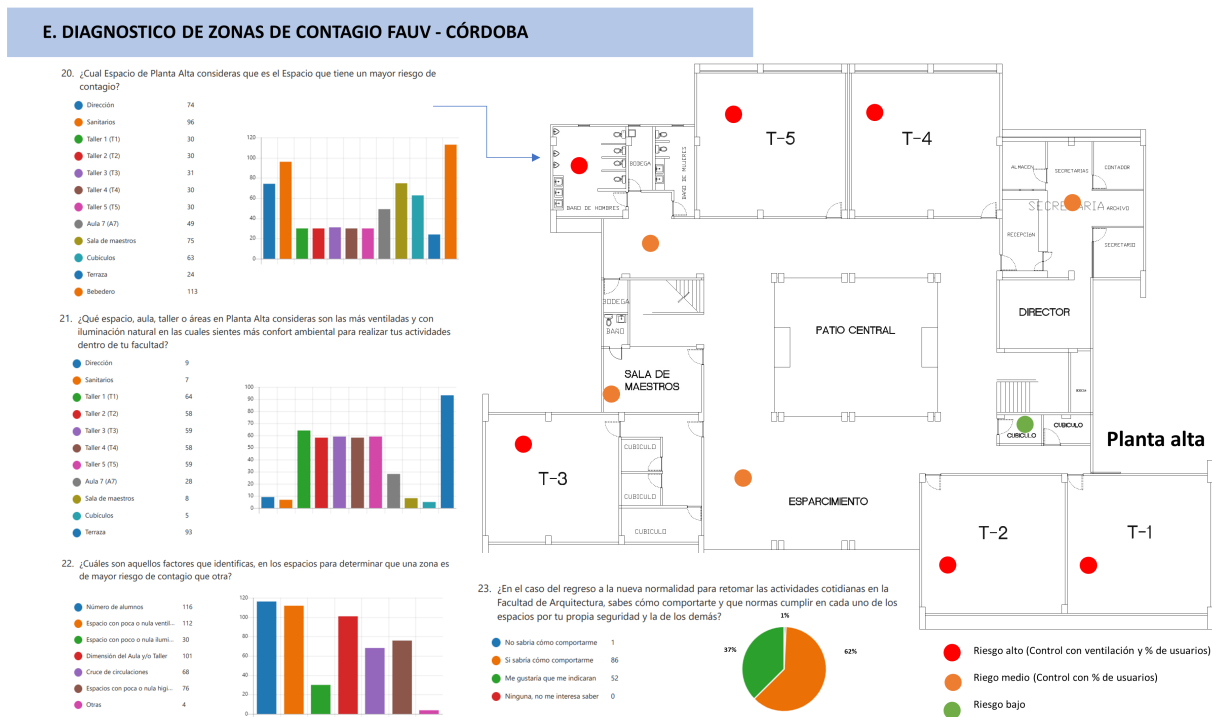
Figura 2

Resultados de la etapa diagnóstica mediante el uso de la encuesta estructurada con siete apartados específicos



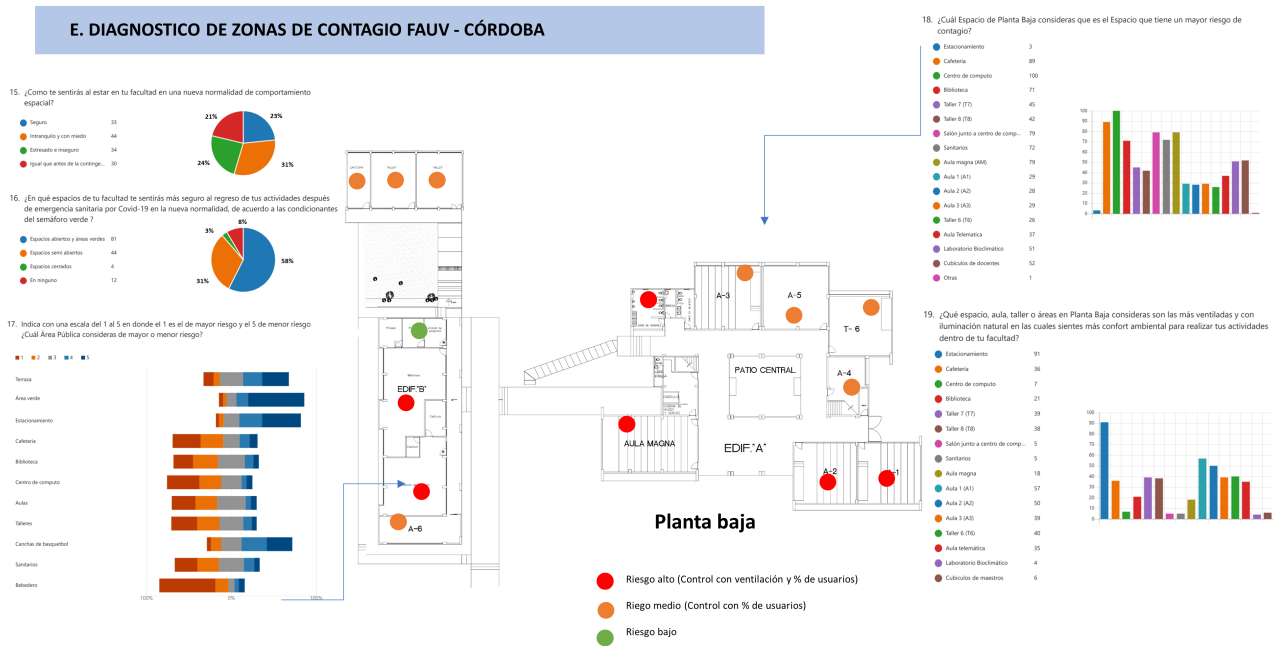
Nota: Aplicación de la encuesta en edificio de educación superior pública: Universidad Veracruzana. Facultad de Arquitectura Córdoba. Región Orizaba – Córdoba. Fuente: Elaboración propia del OUAES. Septiembre 2020

Figura 3
 Resultado del diagnóstico de la Facultad de Arquitectura Córdoba. Región Orizaba -Córdoba.



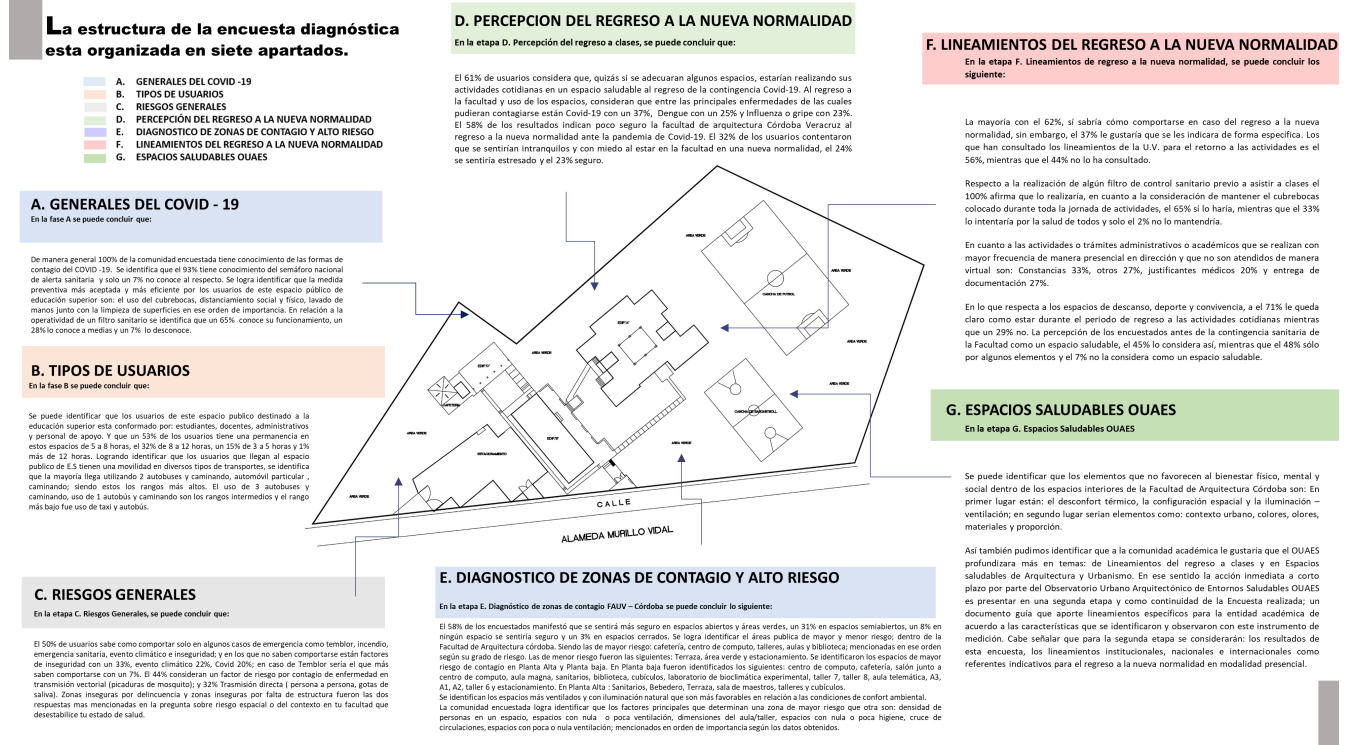
Nota: Identificando de manera focalizada los puntos específicos de más alto índice de contagio de acuerdo con las condicionantes espaciales y contextuales con las que cuenta el espacio. Resultado del diagnóstico previo de aplicación de encuesta con los usuarios directos del espacio. Los espacios de RA Riesgo Alto fueron los Talleres y los sanitarios. Resultados del análisis y diagnóstico de Planta Alta del edificio. Fuente: Elaboración propia del OUAES. Septiembre 2020.

Figura 4
Resultado del diagnóstico de la Facultad de Arquitectura Córdoba. Región Orizaba -Córdoba



Nota: Identificando de manera focalizada los puntos específicos de más alto índice de contagio de acuerdo con las condicionantes espaciales y contextuales con las que cuenta el espacio. Resultado del diagnóstico de la Planta baja del edificio principal. Los espacios con RA Riesgo alto resultaron: Biblioteca, Sala de cómputo, aula magna y talleres.
Fuente: Fuente: Elaboración propia del OUAES. Septiembre 2020

Figura 5
Interpretación específica de los datos obtenidos por cada una de las áreas de la Facultad de Arquitectura Córdoba



Nota: La interpretación de los datos se clasifica en los siete apartados en los que se realiza la encuesta. Se realiza un plano síntesis de los resultados de los siete apartados de la encuesta realizada. Es importante llevar este orden sistemático de ordenar la información obtenida para poder sistematizar la metodología y organizar específicamente las recomendaciones y/o observaciones a cada uno de los siete apartados.

Fuente: Fuente: Elaboración propia del OUAES. Septiembre 2020.

Figura 6
 Ficha síntesis con recomendaciones.

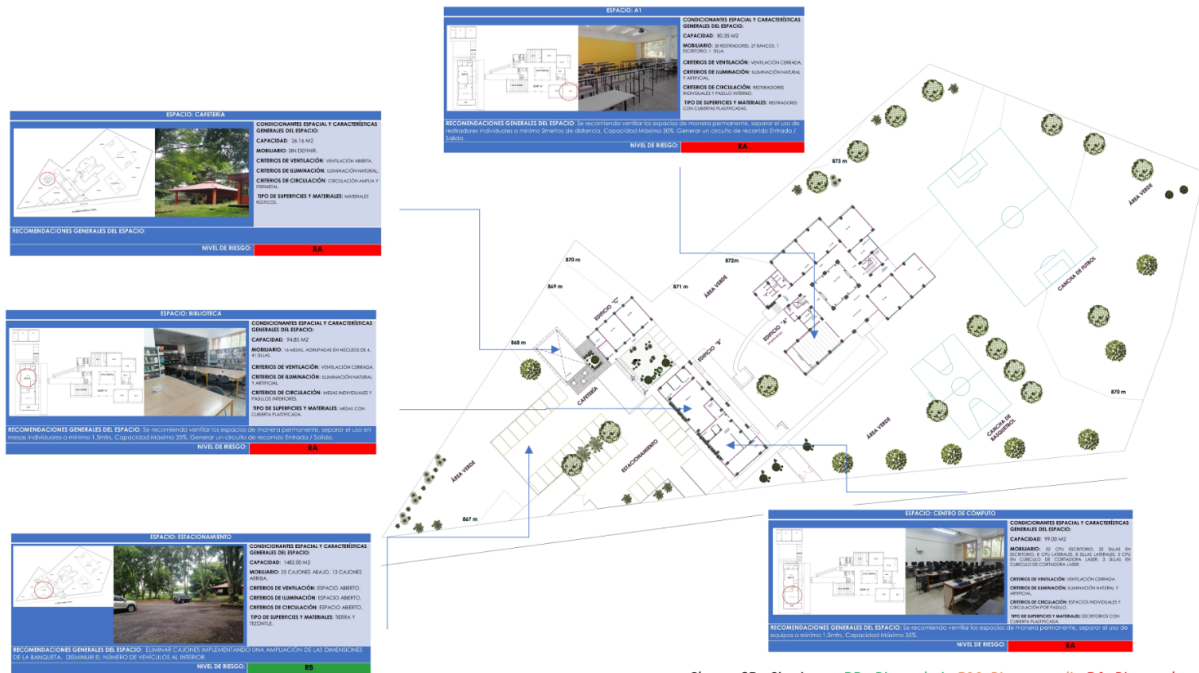


Claves: SR= Sin riesgo **RB= Riesgo bajo** **RM=Riesgo medio** **RA=Riesgo alto**

Nota: Las fichas síntesis se realizan por espacio y se colocan en la parte principal del espacio en donde pueda ser visible para los usuarios. La ficha contiene: condicionantes y características generales del espacio tales como su capacidad, mobiliario, criterios de ventilación, criterios de iluminación, circulación, tipos de superficies y materiales, recomendaciones generales del espacio, estrategias de aprendizaje recomendado y nivel de riesgo con clave de color según la semaforización oficial que indican las normas y referentes nacionales e internacionales.

Fuente: Elaboración propia del OUAES. Septiembre 2020.

Figura 7
Plano síntesis de la etapa 6 de la metodología



Claves: SR= Sin riesgo RB= Riesgo bajo RM=Riesgo medio RA=Riesgo alto

Nota: en donde se vacía la información en las fichas detalladas con la información de cada espacio refiriendo en cada una de ellas las recomendaciones específicas para cada espacio; definiendo un tipo de color y clave para poder identificar el grado de riesgo con el que cuenta el espacio. Así también hay un espacio en la ficha en donde se sugieren las actividades pedagógicas recomendadas para poder disminuir el riesgo de contagio y tener una convivencia en espacio saludable libre de alto riesgo.

Conclusiones

La Metodología proyecto COVID-19 para entornos saludables en espacio público de educación superior (*Fig.1*) presentada en este artículo, para abordar e identificar las problemáticas espaciales y urbanas asociadas por la pandemia por COVID 19; ha permitido generar un análisis de riesgos (*Fig. 5*) y las posibles estrategias de un retorno seguro (*Fig.6*), para un espacio público de educación superior; la información recopilada mediante el planteamiento sistemático de la obtención de datos de los usuarios y la comunidad académica, su interpretación y aplicación en recomendaciones puntuales de cada zona, permitirá en un futuro realizar acciones y estrategias para un retorno seguro a la nueva normalidad. Dentro de las posibles estrategias a corto plazo pertinentes en las zonas de mayor riesgo se identifican las siguientes: El análisis y definición de la circulación peatonal al interior del inmueble, la localización y el control de los accesos principales tanto peatonal y vehicular, el uso y promoción de núcleos de lavado de manos y sanitizantes en puntos intermedios y accesos a talleres, uso y promoción de Fichas de control de acceso por cada aula o taller, donde se indiquen el número de estudiantes máximo permitido; el análisis y adecuación bioclimática de las ventanas para optimizar la circulación de aire natural, el uso y aplicación de señalética en piso, bancas y mobiliario; el uso y aplicación de paneles flexibles de madera o cartón para control de circulación en pasillos, el uso y aplicación de paneles de acrílico para la zona administrativa, así como también la difusión de cada una de las estrategias que se planten dentro de la entidad con el objetivo de disminuir el riesgo de contagio.

Para este caso de estudio y muestra, esta metodología se aplicó en un edificio de educación superior pública; pero es aplicable a cualquier género arquitectónico, así como también a cualquier escala urbana. Las fichas finales que se concentran en el plano síntesis (*Fig. 7*) dan un panorama objetivo de las acciones que se pueden realizar en cada uno de los espacios académicos, teniendo como objetivo principal el mantener la seguridad de los usuarios y la promoción de los espacios saludables.

El Observatorio Urbano Arquitectónico de entornos saludables contribuye de manera socialmente responsable a las acciones que los lineamientos de la Universidad Veracruzana mencionan. Refiriendo que cada entidad de manera interna deberá realizar una propuesta de acciones internas a instrumentar para llevar a cabo el restablecimiento, en condiciones seguras, de las actividades y el trabajo presencial comunitario, en donde se deberán analizar las condición espaciales y generar una propuesta de acciones internas; con esta metodología planteada el OUAES pretende contribuir a la construcción de indicadores y datos primarios que den certeza a las acciones espaciales y urbanas que se generen en la entidad académica para un retorno seguro a las actividades de la comunidad universitaria. Siendo así un referente para cualquier otra entidad académica y/o genero arquitectónico.

Referencias

- OMS** (2020). *Actualización de la estrategia frente a la Covid-19*. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/covid-strategy-update-14april2020_es.pdf
- OUAES** (2020). *Reporte especial COVID-19*. <https://www.uv.mx/orizaba/ouaes/reportespecial-covid-19/>
- Palacios, I; Benítez, E; Gómez, D** (2018) Metodología aplicada: una estrategia de diseño para generar ambientes universitarios saludables. *UVserva* 6, 84-92. <https://uvserva.uv.mx/index.php/Uvserva/article/view/2585/4465>
- Gobierno de México** (2020). *Lineamientos generales para la mitigación y prevención de Covid-19 en espacios públicos cerrados*. https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/07/Lineamiento_Espacio_Cerrado_27032020_2.pdf
- Gobierno de México** (2020). *Lineamientos generales para la mitigación y prevención de Covid-19 en espacios abiertos*. https://coronavirus.gob.mx/wp-content/uploads/2020/04/Lineamiento_Espacios_Abiertos_07042020.pdf
- Universidad Veracruzana** (2020) Sistema Universitario de Gestión integral del riesgo. *Lineamientos generales para el retorno seguro a las actividades presenciales*. <https://www.uv.mx/plandecontingencia/files/2020/07/Lineamientos-generales-para-el-retorno-seguro-17-de-agosto-de-2020.pdf>

Artículos científicos

Liberalización económica y emisiones de CO2 en México: un análisis de series de tiempo, 1972-2019

*Economic liberalization and CO2 emissions in Mexico:
a time series analysis, 1972-2019*

Rosy Wendoli Carrillo-Ovando ^a | Arturo Bocardo-Valle ^b

Recibido: 02 de febrero de 2022.

Aceptado: 16 de marzo de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: wencaova19@hotmail.com

^b Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: abocardo@uv.mx

Resumen: Este artículo analiza el proceso de liberalización económica en México y su relación con las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) con el objetivo de validar la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). En la metodología aplicada se utilizó un modelo de series de tiempo de variables no estacionarias a través de mecanismos de corrección de error (MCE) para los subperiodos 1972-1990, 1991-2006 y 2007-2019, acompañados de pruebas de cambio estructural, raíces unitarias y cointegración. El estudio demuestra la existencia de la CKA para México, además se comprueba el efecto positivo de la apertura comercial y el gasto público sobre las emisiones de CO₂; de forma contraria la participación del sector industrial y el consumo de energía proveniente de combustibles fósiles contribuyen negativamente a la disminución de emisiones de CO₂. A pesar de los resultados, las emisiones de CO₂ aún se encuentran lejos del rango requerido, aunque se advierte que el descenso observado puede ser temporal, dado que sigue habiendo apoyo sostenido a los combustibles fósiles.

Palabras clave: Emisiones de CO₂; Curva de Kuznets Ambiental; liberalización económica; modelo de series de tiempo; cambio estructural.

Abstract: *This article analyzes the process of economic liberalization in Mexico and its relationship with carbon dioxide emissions (CO₂) in order to validate the hypothesis of the Environmental Kuznets Curve (EKC). Within the methodology, a time series model of non-stationary variables is used through error correction mechanisms (ECM) for the sub-periods 1972-1990, 1991-2006 and 2007-2019, accompanied by structural change, unit roots and cointegration tests. The study demonstrates the existence of the EKC for Mexico, in addition, the positive effect of trade liberalization and public spending on CO₂ emissions is verified; on the contrary, the participation of the industrial sector and the consumption of energy from fossil fuels contribute negatively to the reduction of CO₂ emissions. Despite the results, CO₂ emissions are still far from the required range, it is noted that the observed decline may be temporary as there continues to be sustained support for fossil fuels.*

Keywords: *CO₂ emissions; Environmental Kuznets Curve; economic liberalization; time series model; structural change.*

Introducción

Durante varias décadas diferentes países han hecho esfuerzos especiales para fomentar la liberalización económica, como una forma de impulsar el crecimiento económico. Esta tendencia ha provocado un incremento en el consumo de energía y, por tanto, un aumento cada vez mayor del consumo de combustibles fósiles, que es el mayor responsable de la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Entre los principales GEI las emisiones de CO₂ están consideradas como una de las que más contribuye al deterioro medioambiental y, en especial, al fenómeno del cambio climático, debido a su larga permanencia en la atmósfera (de 50 a 200 años).

En la última década, las emisiones han aumentado 10 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), más que en cualquier década anterior desde la era preindustrial, de acuerdo con un informe del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (IPCC, 2014). Este incremento proviene principalmente del sector energético (47%), la industria (30%) y el transporte (11%).

Debido a esto, se observa un calentamiento progresivo de la superficie terrestre, el cual se refleja en el derretimiento de los glaciares, el cambio en el ciclo hidrológico, la falta de alimentos, los fenómenos meteorológicos extremos, las migraciones, las enfermedades, las pandemias, entre otros. Pese a esta problemática, las preocupaciones teóricas desde la economía se remontan a la década de los 80.

Posterior a la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) la economía comenzó a estudiar la relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente con la intención de guiar las políticas de mitigación del cambio climático.

De este modo, se empezó a consolidar la economía ambiental, una nueva disciplina que intenta dar una respuesta integral a las relaciones entre economía y medio ambiente, lo que condujo al desarrollo de una investigación progresiva en este campo. Dentro de las diversas investigaciones realizadas, la Hipótesis de la CKA es una de las más relevantes, cuyo antecedente es la publicación del *World Development Report* del Banco Mundial (1992), en el cual se concluyó que el crecimiento económico en el largo plazo tiene un efecto positivo en el medio ambiente.

A raíz de estas conclusiones se han desarrollado diversos estudios teóricos y empíricos que analizan la relación entre el ingreso y el medio ambiente, algunos validando los resultados y otros refutándolos. Es importante mencionar que las investigaciones se han concentrado en los países desarrollados gracias a la disponibilidad de datos ambientales, los cuales presentan una deficiencia en la mayoría de los países en desarrollo.

Con el paso de los años y ante la necesidad de disponer de más evidencia se han abierto nuevas líneas de investigación que adicionan otras variables, entre las que se encuentra la liberalización económica y, en particular, la apertura comercial, uno de sus principales efectos. Así, los costos, los beneficios y sus implicaciones son tema de debate y una cuestión relevante que define la elaboración de políticas a nivel mundial.

Durante las últimas décadas los países latinoamericanos han sufrido un proceso de transformación que se traduce en un cambio en su estrategia de desarrollo y de las políticas económicas, “con el objetivo de dar prioridad al mercado como mecanismo asignador de recursos y con la expectativa de orientar en mayor medida al aparato productivo hacia las exportaciones” (Agosin y Ffrench-Davis, 1993, p. 41).

Esto dio pie a un intenso debate acerca de los efectos de la liberalización económica en el medio ambiente, lo que cobró un especial interés en los países en desarrollo, puesto que son particularmente “vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a su posición geográfica” (Naciones Unidas, 2015, p. 9) y las condiciones socioeconómicas de su población.

Los primeros autores que estudiaron los efectos de la liberalización económica y sus consecuencias en el medio ambiente en México fueron Grossman y Krueger (1991), quienes recurrieron a la CKA para sustentar que el libre comercio con el tiempo conduciría a mejores condiciones ambientales en los países en desarrollo.

Se encuentra que México es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático, de hecho, es el décimo tercer país con mayores emisiones de GEI. Al respecto, el Instituto Nacional de Cambio Climático (INECC) llevó a cabo un estudio en el que encontró que el 20 % de los municipios en los que se divide el país tienen un nivel de vulnerabilidad muy alto. “Además, que tiene 68% de la población y 71% de la economía en una situación de alta vulnerabilidad. Se estima que el cambio climático tendría un costo de 6.9% del PIB para 2050 y 18.3% del PIB para 2100” (Galindo, 2010, p. 32).

Por todo lo anterior, la relevancia que ha adquirido el fenómeno del cambio climático en los últimos años y la urgencia de una transformación hacia formas más sustentables es la principal motivación de la presente investigación. Algunas críticas han expuesto las debilidades de la hipótesis CKA, de las que surge la importancia de seguir analizando las relaciones causales existentes entre el crecimiento económico y el medio ambiente, con el fin de obtener conclusiones más sólidas.

A propósito, este trabajo pretendió resolver algunas de las críticas, adicionando otras variables explicativas de las emisiones de CO₂, sobre todo las que están relacionadas con la liberalización económica. Además, se tomaron en cuenta los cambios estructurales sufridos en México durante las últimas décadas; primero, para demostrar que existen otras variables diferentes del PIB que inciden en la calidad medioambiental, y segundo, para hacer un análisis más completo.

En cuanto a la estructura, este estudio se organiza en cinco secciones. En la primera se exponen las principales consideraciones sobre los efectos ambientales de la liberalización económica. En la segunda se presenta la teoría de la CKA y sus hipótesis complementarias, específicamente la relación entre la liberalización económica y la calidad ambiental. En la tercera parte se detalla la metodología aplicada y se describen los datos utilizados y la estrategia de análisis. En la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos. Finalmente, en el último apartado se expone la discusión y las conclusiones de la investigación.

1. La liberalización económica y el medio ambiente

1.1. Antecedentes y problemática

En México, a raíz de la crisis de 1982, se observa un cambio en la estrategia de desarrollo y de las políticas económicas, con la expectativa de orientar, en mayor medida, el aparato productivo hacia las exportaciones, permitir la entrada de inversión extranjera y con ello estimular el crecimiento económico, principalmente por medio de la apertura comercial.

Referente al tema, García explicó que “La apertura comercial inició formalmente en 1986 con el ingreso al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT)” (2011, p. 6), con lo que inició un proceso acelerado de desmantelamiento del sistema de protección comercial (que había promovido la industrialización nacional a través del modelo de sustitución de importaciones). Este proceso de apertura comercial se fortaleció en 1994 con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Además de las medidas económicas, también se observó

la adecuación y desregulación de ordenamientos jurídicos, así como la tendencia a la reducción de la participación del Estado.

Como consecuencia de estos cambios, México se convirtió en el principal receptor de inversión de Estados Unidos (EUA). De acuerdo con Martínez y Romero (2004) “la Inversión Extranjera Directa (IED) como proporción del PIB del período 1995-2000 aumentó 3.3% del PIB con respecto a su nivel en el período 1990-1994” (2004, p. 32); así, la apertura modificó el perfil económico y comercial del país. Estas diversas etapas económicas por las que ha transitado el país han dado lugar a cambios en su política ambiental.

Una de las posturas acerca de la apertura comercial es que produjo efectos negativos para el medio ambiente, por causa de la demanda del insumo de energía para el transporte, producción de manufacturas, funcionamiento de establecimientos, empresas comerciales industriales, prestación de servicios, uso doméstico, etc., la cual ha crecido de manera considerable para proveer el insumo necesario y mantener el ritmo del crecimiento económico.

Ante esta problemática se hizo evidente la necesidad de implementar políticas públicas tanto para la adaptación a las nuevas condiciones climáticas como para la mitigación de las emisiones. En la actualidad, la política ambiental de México se rige, básicamente, por los compromisos firmados ante organismos internacionales, y está enfocada principalmente en la adaptación y la mitigación del cambio climático.

A principios del siglo XXI se aprobó la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual entró en vigor el octubre de 2012, por lo que se convirtió en la primera en América Latina. Así mismo, se insertó al Acuerdo de París, donde se comprometió a tomar acciones en contra del calentamiento global y bajar las emisiones contaminantes; no obstante, las metas se ven muy lejanas, pues se sigue privilegiando el uso de combustibles fósiles, además de las energías tradicionales, sin permitir una transición hacia energías renovables, no se están realizando correctamente las evaluaciones de impacto ambiental para megaproyectos ni la reducción del presupuesto que se destina al sector ambiental, y las políticas de mitigación y adaptación globales no enfocadas a los sectores ni a las regiones más vulnerables del país.

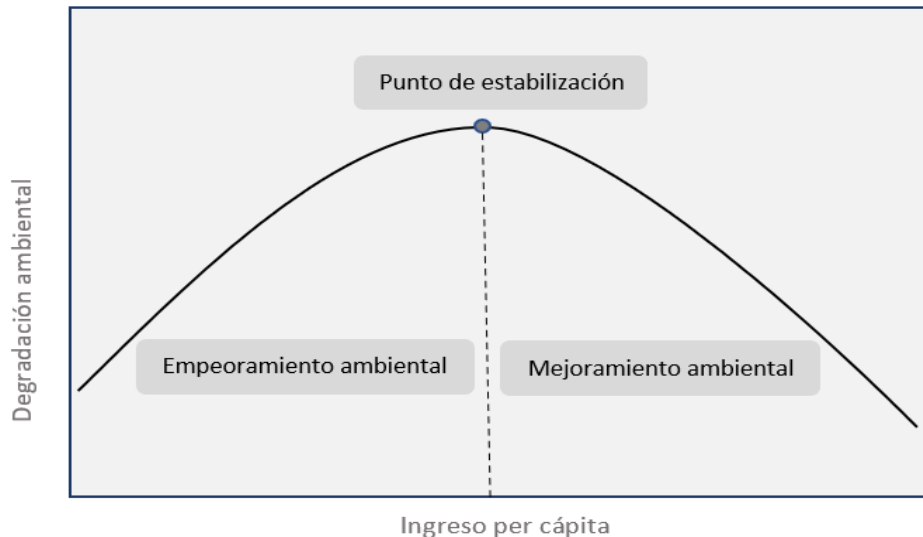
Tan solo en 2019 se registró la temperatura más cálida de la historia, y de 2010 a 2019 fue la década con las temperaturas más altas. Adicionalmente, los daños económicos por desastres naturales en el 2020 fueron de 146 000 millones de dólares, el 0.17 % del PIB global.

Por esta razón, el propósito del presente trabajo es validar los efectos de la liberalización económica en México en el periodo 1972-2019, empleando la CKA como marco metodológico. Para cumplir con el objetivo es preciso conocer la teoría de la CKA, así como los estudios que se han realizado en relación con el uso de su metodología.

2. La Curva de Kuznets Ambiental aplicada a la liberalización económica

En los años 90 se llevaron a cabo las primeras aplicaciones de esta hipótesis, debido a un creciente interés en los asuntos ambientales y a una mayor disponibilidad de datos relacionados con el tema. En cuanto a esto, se consideran estudios pioneros los efectuados por Grossman y Krueger (1991), Shafik y Bandyopadhyay (1992), Panayotou (1993), Shafik (1994), Selden y Song (1994) y Grossman y Krueger (1995), quienes demostraron que algunas emisiones de contaminantes mostraban una tendencia para diversos niveles de ingreso similar al de una U invertida. Este hallazgo fue denominado Curva de Kuznets Ambiental (CKA) por su similitud con la Curva propuesta por Simon Kuznets (1955) en la década de los 50 (ver **Figura 1**).

Figura 1
 Curva de Kuznets Ambiental (CKA)



Fuente: Elaboración propia con base en Roca y Padilla (2003)

Las investigaciones de los autores mencionados sentaron las bases para la aplicación de nuevos campos de análisis de la CKA, de modo que a partir de ellas se han desarrollado una serie de análisis empíricos en torno a la hipótesis, ya sea para corroborarla y validarla con distintas muestras de países y variables de deterioro ambiental, o para criticar la sencillez en su formulación e introducir otras variables además del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita para explicar de manera más integral la relación entre calidad ambiental y desarrollo económico.

La CKA se ha estudiado en forma simple, es decir, en la mayoría de los casos solo se analiza como variable explicativa al PIB per cápita. Sin embargo, con el paso de los años se fue desarrollando la investigación empírica que introduce nuevas variables para explicar de mejor manera la realidad. Una de estas variables es la liberalización económica, una tendencia compleja que abarca muchas fuerzas y efectos (Frankel, 2009), entre los cuales está el grado de apertura comercial, aunque no es el único, pero quizás el más importante y el más estudiado.

Por su parte, Figini y Santarelli (2002) llevaron a cabo una investigación en países de diversas etapas de desarrollo económico, basada en tres efectos de la liberalización económica: apertura comercial, IED y reducción del tamaño del gobierno medido a través del gasto público. En el estudio encontraron que la apertura comercial y la IED no afectan la calidad ambiental, mientras que el papel creciente del Estado tiene un efecto negativo y significativo en países desarrollados. Con base en este análisis y gracias a que el mayor porcentaje de IED en México se dirige al sector industrial, se decidió utilizar las variables apertura comercial, participación del sector industrial y el papel del Estado, además del consumo de energía procedente de combustibles fósiles. Algunas investigaciones relacionadas con estas variables se muestran en la **Tabla 1**.

Según los diferentes estudios que se han hecho hasta el momento, el principal aprendizaje que se tiene es que las soluciones no son universales; por el contrario, es necesario considerar otras variables explicativas del deterioro ambiental, analizar las características económicas, políticas, ambientales y sociales específicas de cada país para establecer políticas más precisas.

Aunque algunas investigaciones han identificado que el crecimiento económico tiene un efecto negativo para el medio ambiente se debe considerar que en los países en desarrollo se puede convertir en un efecto positivo, dado que es esencial para poder demandar el cuidado y la protección del medio ambiente. De igual manera, existen otros determinantes que pueden tener fuertes implicaciones para que el crecimiento económico por sí solo no mejore el medio ambiente, tales como la alta desigualdad en la distribución del ingreso (Bimonte, 2002; Magnani, 2000), la ineficiencia de las instituciones (Hettige et al., 2000; Panayotou, 1997) y la inestabilidad política.

Tabla 1
Estudios empíricos de la CKA

Variable	Autores	Resultados
Apertura comercial	Grossman y Krueger (1991).	A mayor apertura comercial se incrementan los estándares medioambientales.
	Suri y Chapman (1998).	“Las importaciones de bienes manufacturados de los países industrializados han influido en la fase decreciente de la CKA” (Díaz, 2007, p. 176).
	Tisdell (2001).	Demuestra las limitaciones de la CKA e identifica los efectos positivos y negativos de la globalización económica en los niveles de contaminación.
	Frankel y Andrew (2005); Jáuregui et al., (2008).	El comercio tiende a reducir la contaminación del aire. La mayor apertura al comercio exterior se relaciona con mayores índices de contaminación.
	He (2010).	La liberalización económica puede ser responsable del nivel de emisiones, puesto que controla variables como el consumo de energía y el nivel de urbanización.
IED y el sector industrial	Hettige et al., (2000).	Las empresas transnacionales fomentan la difusión de tecnologías limpias.

	Dinda (2004).	Las diferentes regulaciones ambientales entre los países pueden alterar las ventajas comparativas y, por lo tanto, los flujos comerciales.
	Jenkins (2003).	Se ha promovido la especialización en industrias que contaminan considerablemente el medio ambiente en los casos de Argentina y Brasil; no obstante, en México, una regulación ambiental más estricta ha provocado la especialización en industrias menos contaminantes.
	Andrés-Rosales Munet y Quintana-Romero, (2018).	Existen emisiones contaminantes que se ven impactadas positivamente, ya sea por producción o por el número de empresas que participan en la industria manufacturera, en el caso de grandes empresas se pudo identificar que el cambio tecnológico opera a favor de la reducción de contaminantes
Reducción de la participación del Estado	Afonso y Furceri (2008); Bajo-Rubio (2000); Barro (1991); Bernauer y Koubi (2006).	Un aumento en la participación del gasto público en el PIB se asocia a un empeoramiento de la contaminación atmosférica.
	Afonso y Jalles (2011); Bergh y Karlsson (2010); Halkos (2012); López et al. (2011).	El gasto público también puede impulsar el desempeño económico debido a las externalidades positivas que surgen de la armonización de los conflictos entre intereses privados y sociales, proporcionando una dirección social óptima para el crecimiento, así como compensar las fallas del mercado.

Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología y datos

3.1. Antecedentes

Para contrastar de manera empírica la hipótesis de la CKA en México durante el periodo 1972-2019 se implementaron técnicas econométricas de series de tiempo a un conjunto de variables que, se cree, podrían dar un enfoque diferente al modelo clásico de la curva en función únicamente del ingreso *per cápita*, por lo que se utilizó como variable dependiente a las emisiones de CO₂ en toneladas métricas *per cápita*. Para su explicación se tomaron las variables apertura comercial, el crecimiento económico, el gasto público, el consumo de energía procedente de combustibles fósiles y el peso del sector industrial. Las variables que serán consideradas en el análisis y su descripción se detallan en la **Tabla 2**.

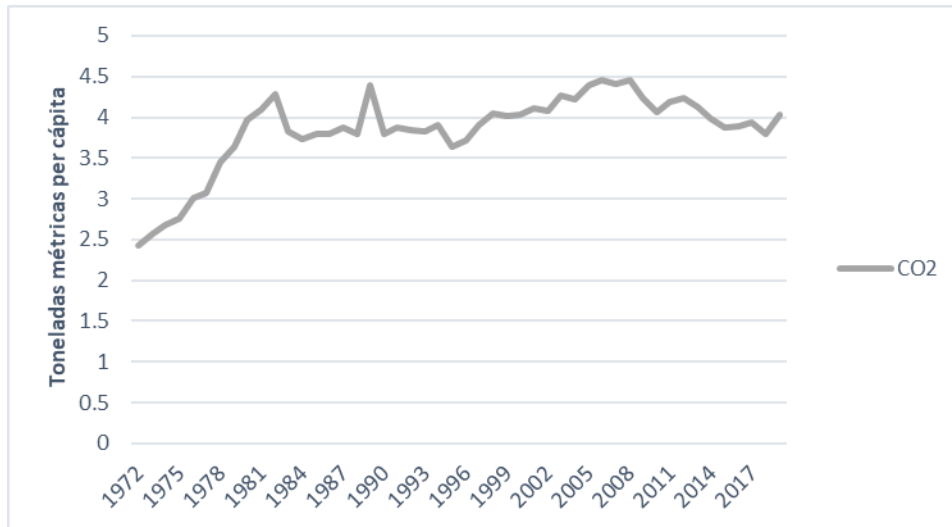
3.2. Estrategia de análisis

3.2.1. Pruebas de cambio estructural

Primeramente, se evaluó la evolución de las variables de interés a lo largo del periodo estudiado. En la **Figura 2** se puede inferir que han ocurrido cambios en el periodo de observación, lo que modifica la tendencia de la variable, especialmente se observa a inicios de los años 90 y después en 2006, lo

que podría indicar un proceso de cambio estructural, lo cual, si no se tiene en cuenta, puede afectar de forma importante el análisis de la serie.

Figura 2
Evolución de las emisiones de CO2 en México 1972-2019



Fuente: Elaboración con información tomada de Banco Mundial (2019), <https://datos.bancomundial.org/indicador/>

Tabla 2.
Variables para el modelo econométrico

Variable	ID	Fuente	Descripción
Emisiones de Dióxido de Carbono CO ₂ (dependiente)	CO ₂	Banco Mundial	Son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Se miden en toneladas métricas <i>per cápita</i> .
Producto Interno Bruto <i>Per Cápita</i> (independiente)	PIBPC	Banco Mundial	“El PIB <i>per cápita</i> es el producto interno bruto dividido por la población a mitad de año. El PIB es la suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más todo impuesto a los productos, menos todo subsidio no incluido en el valor de los productos. Se expresan en dólares de los Estados Unidos a precios constantes de 2010” (Indexmundi, s.f., párr. 3).
Producto Interno Bruto <i>Per Cápita</i> al cuadrado (independiente)	PIBPC2	Banco Mundial	El PIB <i>per cápita</i> elevado al cuadrado. “Se expresan en dólares de los Estados Unidos a precios constantes de 2010” (Indexmundi, s.f., párr. 3).

Grado de Apertura Comercial (independiente)	AP	Banco Mundial	“Mide el grado de apertura de la economía de un país, considerando su comercio exterior en relación con el conjunto de su actividad económica global” (Infoagro, s.f., p. 1). Se calcula: $\frac{[(\text{Exportaciones} + \text{Importaciones})] * 100}{PIB}$
Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (independiente)	CEPPT	Banco Mundial	El combustible fósil comprende los productos de carbón, aceite, petróleo y gas natural. Se expresa como % del total.
Gasto Público (independiente)	GP	Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados	Son los pagos de dinero por actividades operativas del gobierno para la provisión de bienes y servicios. Se expresa como % del PIB.
Peso del sector Industrial (independiente/en logaritmo)	iIND2	Banco Mundial	Corresponde a las divisiones 10 a 45 de la CIIU e incluye a las industrias manufactureras (divisiones 15 a 37 de la CIIU). Comprende el valor agregado en explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, construcción, y suministro de electricidad, gas y agua. Se expresa en valor agregado como % del PIB.

Fuente: Elaboración propia.

Por esta causa se realizaron pruebas de cambio estructural. Al respecto, Pérez y García (2010) indicaron que “Uno de los métodos más utilizados para probar si ha ocurrido un cambio estructural es conocido como la Prueba Chow” (2010, p. 160). Esta prueba “consiste en dividir la muestra en dos submuestras, para luego comparar la suma de errores al cuadrado de la muestra completa con la suma de errores al cuadrado obtenidas de cada una de las submuestras” (Morales, 2019, p. 12). Así pues, “con esto se obtiene un estadístico que tiene una distribución F con (k, n-2k) grados de libertad para contrastar la hipótesis nula de la no existencia de cambio estructural en la fecha dada” (Chow, 1960, como se citó en Morales, 2019, p. 13).

Para esta investigación se decidió utilizar esta prueba, pues se basa en “que dicho cambio es conocido a priori y se utiliza un clásico estadístico F” (Sánchez, 2008, p. 124), escogiendo un punto de cambio basado en el conocimiento de la serie de tiempo que se está usando. El primer paso fue estimar el modelo adecuado. Como se observa en la **Tabla 3**, el modelo incluye valores rezagados de las variables, debido a su naturaleza es el tiempo que tarda un cambio en alguna de las variables explicativas en afectar las emisiones de CO₂.

Tabla 3
Modelo estimado (no restringido)

CO ₂	Coef.	t	P< t
PIBPC	0.002104	3.43	0.001
PIBPC2	-0.000000109	-3.10	0.004
AP	0.0225035	-2.84	0.007
L3			
CEPPT	-0.0666243	-2.09	0.043
L3			
iIND2	1.934068	3.26	0.002
L1			
GP	0.0389885	3.49	0.001
L2			
CONS	-51.22905	-4.17	0.000
R ² Ajustada= 0.8021			

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15

Posteriormente se generan unas variables ficticias (d2) dándole valores de 0 si es < a 1990 y valores de 1 si es >= a 1990 y valores de 0 si es < a 2006 y valores de 1 si es >= a 2006. Con esta variable se corren los modelos restringidos (ver **Tabla 4**).

Tabla 4.
Modelos estimados para prueba de Chow años 1990 y 2006 (modelos restringidos)

Modelo 1	Año<1990			Modelo 2	Año=>1990		
CO ₂	Coef.	t	P< t	CO ₂	Coef.	t	P< t
PIBPC	0.0030966	1.67	0.133	PIBPC	0.0038639	3.96	0.001
PIBPC2	-0.000000454	-1.4	0.199	PIBPC2	-0.000000211	-3.96	0.001
AP	0.0289076	1.19	0.269	AP	-0.0176444	-1.99	0.059
L3				L3			
CEPPT	-0.2195788	-4.37	0.002	CEPPT	-0.037615	-0.87	0.393
L3				L3			
iIND2	2.769945	3.91	0.004	iIND2	2.004442	2.34	0.028
L1				L1			
GP	0.01643	3.91	0.224	GP	0.0281225	1.7	0.103
L2				L2			
CONS	-63.30399	-3.65	0.007	CONS	-63.19956	-3.34	0.003
R ² Ajustada= 0.9402				R ² Ajustada= 0.6315			
Modelo 1	Año<2006			Modelo 2	Año=>2006		
CO ₂	Coef.	t	P< t	CO ₂	Coef.	t	P< t
PIBPC	0.0009681	0.97	0.341	PIBPC	0.007594	2.85	0.025
PIBPC2	-3.55E-08	-0.58	0.569	PIBPC2	-0.00000396	-2.84	0.025
AP	-0.0222907	-2.25	0.034	AP	-0.0074337	-0.97	0.365
L3				L3			
CEPPT	-0.038212	-1.02	0.316	CEPPT	-0.0445533	-0.59	0.576

L3				L3			
iIND2	1.735598	2.6	0.016	iIND2	0.2671022	0.16	0.875
L1				L1			
GP	0.0395782	3.49	0.002	GP	-0.04832	-1.56	0.162
L2				L2			
CONS	-44.26272	-3.22	0.004	CONS	-33.66146	-0.79	0.455
R ² Ajustada= 0.8445				R ² Ajustada= 0.8846			

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

Por último se realizó el test. Bajo esta prueba se presenta la hipótesis nula (h0), que especifica que no existen rupturas estructurales, y la hipótesis alternativa (h1), la cual establece que existen rupturas estructurales. Para rechazar h0 el valor del estadístico debe ser menor a 0.05, condición que se cumple para los años 1990 y 2006 (ver **Tabla 5**).

Tabla 5

Prueba de Chow para los años 1990 y 2006

Año 1990								Año 2006							
	d2	id1	id2	id3	id4	id5	id6		d2	id1	id2	id3	id4	id5	id6
-1	d2	=	0					-1	d2	=	0				
-2	id1	=	0					-2	id1	=	0				
-3	id2	=	0					-3	id2	=	0				
-4	id3	=	0					-4	id3	=	0				
-5	id4	=	0					-5	id4	=	0				
-6	id5	=	0					-6	id5	=	0				
-7	id6	=	0					-7	id6	=	0				
	F	(7,31)	=	3.81					F	(7,31)	=	3.19			
		Prob>F	=	0.0043						Prob>F	=	0.0115			

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15

De manera adicional, para corroborar los resultados de la prueba de Chow, se hizo una prueba de rotura estructural propia del software Stata. El comando sbknown de Stata prueba una ruptura después de la estimación con regresión y es resistente a formas desconocidas de heterocedasticidad. Esta prueba se puede realizar para más de una rotura estructural si se tiene información sobre cuándo podrían producirse las roturas (ver **Tabla 6**).

Tabla 6.
Prueba de ruptura estructural de Stata para los años 1990 y 2006

Wald test	for structural	break:	known break	date	Wald test	for structural	break:	known break	date
			Number of	obs= 45				Number of	obs= 45
Sample:	1975-2019				Sample:	1975-2019			
Break date	1990				Break date	2006			
Ho: No	structural	break			Ho: No	structural	break		
	Chi2(7) =	26.6475				Chi2(7) =	21.2515		
	Prob>chi2=	0.0004				Prob>chi2=	0.0034		

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

En esta prueba se presenta la hipótesis nula (h_0), que especifica que no existen rupturas estructurales, así como la hipótesis alternativa (h_1), que establece existen rupturas estructurales. Para rechazar h_0 el valor del estadístico debe ser menor a 0.05. Como se puede apreciar, esta prueba corrobora los resultados de la prueba de Chow, por lo que se dividió la serie en tres periodos para su análisis, a saber:

Modelo 1: 1972-1990, caracterizado por la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones.

Modelo 2: 1991-2006, en la que la estrategia gubernamental centró sus objetivos en las políticas de estabilización económica y en sentar las bases para la liberalización comercial.

Modelo 3: 2007-2019, este periodo comienza con la crisis iniciada en agosto de 2007 en el sector inmobiliario de EUA a causa del impago de las hipotecas subprime.

3.2.2. Pruebas de raíces unitarias y cointegración

Por otra parte, la evidencia gráfica muestra una tendencia no estacionaria en el largo plazo para las series, lo cual indica que posiblemente tienen algún tipo de orden de integración. Esto implica la realización de una prueba de raíz unitaria para corroborar la existencia de dicho orden.

La existencia de un cambio estructural en las series que se están modelando “puede afectar al análisis de estacionariedad, condicionando así su tratamiento econométrico” (Presno y López, 2001, p. 123). En este sentido, “el riesgo de llegar a conclusiones erróneas sobre la estacionariedad de una serie puede presentarse tanto si utilizamos contrastes de raíces unitarias como si se aplican contrastes de estacionariedad” (p. 123).

Como señaló Enders (1995, citado en Martínez (s.f.):

Al utilizar pruebas de raíces unitarias, debe guardarse especial cuidado cuando se sospecha de la existencia de cambio estructural. Perron (1989) sostuvo que los test tradicionales de raíz unitaria (Dickey-Fuller, Dickey-Fuller aumentado y Phillips-Perron) tenían poco poder para diferenciar una trayectoria de raíz unitaria de una estacionaria, cuando había cambio estructural (p. 51).

Una solución para eliminar esta problemática y no rechazar la hipótesis nula de la presencia de raíces unitarias de las pruebas Dickey-Fuller y Dickey-Fuller aumentada, cuando existe un cambio estructural en una serie estacionaria, es analizarla por partes, una antes del cambio estructural y otra posterior a este.

Para comprobar si las series de tiempo utilizadas son estacionarias se seleccionaron las pruebas de raíces unitarias de Dickey-Fuller (ADF) y la prueba de Phillips-Perron (PP). Estas se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Stata. Bajo estas pruebas la hipótesis nula (H_0) especifica que existe una raíz unitaria, lo cual quiere decir que la variable no es estacionaria, y la hipótesis alternativa (H_1) establece que no existe una raíz unitaria y, por tanto, la serie es estacionaria.

En la **Tabla 7** se muestran los resultados de las dos pruebas de raíces unitarias y para cada de ellas se indican las variables en niveles, el estadístico y la probabilidad para los modelos propuestos. Luego, en la **Tabla 8** se presenta el resultado de las pruebas de raíces unitarias aplicadas a las series en su primera diferencia, con el fin de descartar que existan varias raíces unitarias. Ambas pruebas se realizaron sin constante y sin tendencia, y con constante y sin tendencia. Específicamente para las pruebas en diferencias se hicieron sin constante y sin tendencia.

Según Gujarati y Porter para rechazar H_0 el valor del estadístico debe ser negativo y mayor en valor absoluto a los valores críticos (2010), por tanto, para ninguna de las pruebas se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, con la cual se concluye que las series no son estacionarias a niveles, pero sí en su primera diferencia para los tres modelos propuestos.

Otro concepto importante dentro de las series de tiempo es la cointegración. En consideración de Mendoza y Quintana la idea de “cointegración supone que dos series presentan un equilibrio de largo plazo entre sí, dando lugar a la anulación de la tendencia común que presentan entre ellas” (s.f., p. 10). Asumir que las variables tienen algún tipo de cointegración en sus primeras diferencias sugiere la estimación de una regresión que, de entrada, podría ser espuria, dado que ya se sabe que estas son no estacionarias.

Por ello, sobre las tres regresiones se examinó la estacionariedad de los residuos con una prueba de raíz unitaria para así concluir si pudiera o no existir dicha cointegración. Esto se realizó por medio de la prueba de Engle-Granger, con la que se especificó y estimó la relación funcional a largo plazo.

En primer lugar, se analizó el número de rezagos de los modelos, los cuales incluyen valores rezagados de las variables. En otras palabras, por su naturaleza, es necesario considerar un periodo transcurrido entre el cambio de la variable y los efectos que este provoca en otras variables.

Tabla 7
Test de raíces unitarias en niveles: Modelo 1, 2 y 3

		Modelo 1 1972-1990			Modelo 2 1991-2006			Modelo 3 2007-2019		
Variables	Constante/Tendencia	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo
		Estadístico	Estadístico	Ho (95%)	Estadístico	Estadístico	Ho (95%)	Estadístico	Estadístico	Ho (95%)
CO2	Sin constante/Sin tendencia	0.841	0.932	No	1.180	1.501	No	-0.849	-1.042	No
	Con constante/Sin tendencia	-1.949	-1.991	No	-0.186	-0.184	No	-1.735	-1.722	No
PIBPC	Sin constante/Sin tendencia	1.406	0.750	No	1.429	1.683	No	0.722	0.795	No
	Con constante/Sin tendencia	-1.968	-1.772	No	-0.742	-0.631	No	-0.650	-0.646	No
PIBPC2	Sin constante/Sin tendencia	1.053	0.750	No	1.457	1.692	No	0.74	0.808	No
	Con constante/Sin tendencia	-1.791	-1.772	No	-0.637	-0.534	No	-0.600	-0.604	No
AP	Sin constante/Sin tendencia	2.072	2.601	No	1.042	1.060	No	0.700	0.773	No
	Con constante/Sin tendencia	-0.129	0.046	No	-1.206	-1.180	No	-1.331	-1.317	No
CEPPT	Sin constante/Sin tendencia	0.876	0.684	No	0.589	0.845	No	-1.172	0.289	No
	Con constante/Sin tendencia	-2.156	-2.055	No	-1.055	-0.821	No	-1.577	-2.146	No
iIND	Sin constante/Sin tendencia	3.025	2.719	No	1.839	2.275	No	0.324	0.353	No
	Con constante/Sin tendencia	-1.913	-1.887	No	-0.856	-0.744	No	-1.153	-1.190	No
GP	Sin constante/Sin tendencia	0.175	0.227	No	-0.391	-0.457	No	-0.659	-0.467	No
	Con constante/Sin tendencia	-2.107	-2.344	No	-2.783	-2.846	No	-1.052	-3.743	No

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

Tabla 8
Test de raíces unitarias en diferencias: Modelo 1, 2 y 3

		Modelo 1 1972-1990			Modelo 2 1991-2006			Modelo 3 2007-2019		
Variables	Constante/Tendencia	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo	Test de Dickey-Fuller	Test de Phillips-Perron	Rechazo
		Estadístico	Estadístico	Ho (95%)	Estadístico	Estadístico	Ho (95%)	Estadístico	Estadístico	Ho (95%)
CO2	Sin constante/Sin tendencia	-4.083	-4.171	Si	-4.072	-4.069	Si	-2.786	-2.754	Si
PIBPC	Sin constante/Sin tendencia	-2.233	-2.207	Si	-3.667	-3.670	Si	-3.121	-3.119	Si
PIBPC2	Sin constante/Sin tendencia	-2.296	-2.268	Si	-3.516	-3.523	Si	-3.039	-3.636	Si
AP	Sin constante/Sin tendencia	-3.717	-3.749	Si	-2.782	-2.734	Si	-2.305	-2.345	Si
CEPPT	Sin constante/Sin tendencia	-2.187	-2.677	Si	-4.713	-4.832	Si	-3.266	-3.425	Si
iIND	Sin constante/Sin tendencia	-2.487	-2.411	Si	-3.860	-3.858	Si	-3.610	-3.295	Si
GP	Sin constante/Sin tendencia	-3.412	-2.556	Si	-4.878	-5.021	Si	-7.139	-7.317	Si

Nota: Significativo al 5%. Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

Los criterios *Quinn Information Criterion* (HQIC), *Schwarz Bayesian Criterion* (SBIC) y *Akaike's Information Criterion* (AIC) permiten decidir el número correcto de rezagos necesarios para el modelo. Así mismo, para determinar el número óptimo de rezagos se puede realizar un procedimiento secuencial, que se interrumpe cuando los coeficientes de regresión de las variables rezagadas comienzan a ser estadísticamente no significativos.

La forma funcional de las regresiones se especificó con base en el modelo clásico de la CKA más la inclusión de las variables que caracterizan a la liberalización económica.

Modelo 1

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{PIBPC}_t + \beta_2 \cdot \text{PIBPC}^2_t + \beta_3 \cdot \text{AP}_{t-3} + \beta_4 \cdot \text{CEPPT}_{t-1} + \beta_5 \cdot \text{iIND}2_{t-1} + \beta_6 \cdot \text{GP}_{t-2} + \varepsilon_t$$

Modelo 2

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{PIBPC}_{t-3} + \beta_2 \cdot \text{PIBPC}^2_{t-3} + \beta_3 \cdot \text{AP}_{t-1} + \beta_4 \cdot \text{CEPPT}_{t-3} + \beta_5 \cdot \text{iIND}2_{t-1} + \beta_6 \cdot \text{GP}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Modelo 3

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{PIBPC}_t + \beta_2 \cdot \text{PIBPC}^2_t + \beta_3 \cdot \text{AP}_{t-3} + \beta_4 \cdot \text{CEPPT}_{t-2} + \beta_5 \cdot \text{iIND}2_t + \beta_6 \cdot \text{GP}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde y_t corresponde a la emisión acumulada anual de CO2 medida en toneladas métricas per cápita. β_0 se denomina término constante. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ son los coeficientes de la regresión. PIBPC es el ingreso per cápita. PIBPC2 es el ingreso per cápita al cuadrado. AP es el grado de apertura comercial. CEPPT es el consumo de energía procedente de combustibles fósiles. GP es el gasto público. iIND2 el peso del sector industrial en logaritmos. ε_t es el error. Por último, el subíndice t se refiere al tiempo, que en este caso toma valores de un año.

Después de determinar la relación funcional a largo plazo y señalar el número de rezagos necesarios se procedió a generar los residuos para validar si estos tienen raíz unitaria o no (ver las **tablas 9, 10 y 11**). Para rechazar H_0 el valor del estadístico debe ser negativo y mayor a los valores críticos en valor absoluto, por lo que para las pruebas realizadas se puede rechazar H_0 y se comprueba que los residuos son estacionarios, así que las series están cointegradas.

Es preciso tener en cuenta que los métodos de regresión requieren que las variables sean estacionarias, finitas y que no cambien a lo largo del tiempo. Por esto, la cointegración hace posible deducir cuándo las variables no mantienen estacionariedad. Las variables usadas en este modelo son estacionarias en primeras diferencias (las variables son I [1]), o sea, que la variable en niveles no es estacionaria, pero su primera diferencia sí.

Tabla 9

Resultados de las pruebas de cointegración modelo 1

	Test Dickey-Fuller		Test Phillips-Perron	
	Estadístico	Valor crítico al 5%	Estadístico	Valor crítico al 5%
error	-6.905	-1.950	-6.630	-1.950

Fuente: Procesado y elaborado por los autores.

Tabla 10
Resultados de las pruebas de cointegración modelo 2

	Test Dickey-Fuller		Test Phillips-Perron	
	Estadístico	Valor critico al 5%	Estadístico	Valor critico al 5%
error	-6.101	-1.950	-6.655	-1.950

Fuente: Procesado y elaborado por el autor

Tabla 11
Resultados de las pruebas de cointegración modelo 3

	Test Dickey-Fuller		Test Phillips-Perron	
	Estadístico	Valor critico al 5%	Estadístico	Valor critico al 5%
error	-4.792	-1.950	-5.218	-1.950

Fuente: Procesado y elaborado por el autor.

El teorema de representación de Engle y Granger (1987) indica que si las variables I (1) están cointegradas se puede desarrollar un modelo estacionario que recoja la relación de largo y corto plazo en un solo sistema llamado modelo de corrección de error (MCE). Los resultados de la estimación de los modelos de largo y corto plazo, así como su análisis, se detallan en la siguiente sección.

4. Resultados

Citando a Brugger (2010):

En la estimación de una ecuación de largo plazo existen momentos de desequilibrio justamente por el carácter aleatorio y complejo de las variables de corto plazo respecto a la relación de largo plazo. De tal forma, puede utilizarse el mecanismo de corrección de error (MCE), que consiste en una especificación econométrica que permite vincular el análisis de equilibrio de largo plazo con la dinámica de ajuste de corto plazo, como una medida de desviación del equilibrio (2010, párr. 1).

En la **Tabla 12** se muestran los modelos correspondientes al periodo analizado.

Tabla 12
Modelos de largo plazo

Modelo 1 1972-1990				Modelo 2 1991-2006				Modelo 3 2007-2019			
CO ₂	Coef.	t	P< t	CO ₂	Coef.	t	P< t	CO ₂	Coef.	t	P< t
PIBPC	0.0039393	2.39	0.040	PIBPC L3	-0.0124741	-3.7	0.010	PIBPC	0.0309558	13.34	0.001
PIBPC2	-0.000000229	-2.11	0.064	PIBPC2 L2	-0.000000736	-3.68	0.010	PIBPC2	-0.00000152	-13.35	0.001
AP L3	-0.0883481	-5.72	0.000	AP L1	0.0092267	2.37	0.055	AP	-0.0165548	-6.66	0.007
CEPPT L1	-0.2733412	-5.12	0.001	CEPPT L3	0.1573022	4.12	0.006	CEPPT	0.0559686	1.92	0.15
iIND2	4.591302	6.68	0.000	iIND2	1.018773	2.65	0.038	iIND2	-0.0958509	-5.56	0.011

L1				L1				L1			
GP	0.0442432	3.97	0.003	GP	-0.1302871	-2.04	0.087	GP	-13.61629	-10.33	0.002
L2				L1				L1			
CONS	-107.8515	-7.08	0.000	CONS	-18.6898	0.91	0.397	CONS	208.2785	7.55	0.005
R² Ajustada	0.9502			R² Ajustada	0.9062			R² Ajustada	0.9838		

Nota: Significativo al 5%.

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

Los tres modelos estimados indican una alta correlación en las variables de acuerdo con su coeficiente de determinación (R²). Se observa que la relación de las emisiones anuales de CO₂ respecto al término lineal del PIB per cápita es positiva, lo cual quiere decir que si crece el PIB también lo hacen las emisiones de CO₂. Por otra parte, el término cuadrático es negativo, esto implica que, en una segunda etapa, cuando el PIB se incrementa, las emisiones de CO₂ se reducen. En el primer modelo se aprecia una relación positiva en las variables industria y gasto público, lo que implica un efecto negativo para el medio ambiente; esto se encuentra estrechamente relacionado con el modelo de industrialización por sustitución de importaciones y un Estado proteccionista. De otro lado, las variables de apertura comercial y consumo de energía procedente de combustibles fósiles tienen signo negativo, lo que conlleva un efecto favorable para el medio ambiente; esto se puede explicar al descenso del consumo energético en los años 70, consecuencia de la primera crisis energética derivada de la subida del precio del petróleo.

En el segundo modelo se muestra una relación positiva en las variables apertura comercial, industria y consumo de energía procedente de combustible fósiles, lo que supone un efecto negativo para el medio ambiente; estos resultados son consistentes con el proceso de transformación que vivió el país a inicios de la década de los 90, en el cual “la estrategia gubernamental centró sus objetivos en las políticas de estabilización económica y en sentar las bases para la liberalización comercial que diera impulso a la economía mexicana” (Hernández, 2018, párr. 36), situación que trajo consigo un impacto en el medio ambiente. En cuanto a la variable gasto público tiene signo negativo, lo que implica un efecto favorable para el medio ambiente.

En el tercer modelo se puede observar una relación positiva en la variable consumo de energía procedente de combustible fósiles, lo que implica un efecto negativo para el medio ambiente. Las variables apertura comercial, gasto público e industria tienen signo negativo, es decir, un efecto favorable para el medio ambiente. Este periodo está lleno de inestabilidad debido a la crisis internacional de 2007, de modo que se aprecia una contracción de la economía, caída de las exportaciones, de la IED y la inestabilidad en el sector industrial. A pesar de esto, en 2012 se advierte el valor más alto de consumo de energía derivado de combustibles fósiles durante los últimos 45 años.

En general, es posible hacer algunas inferencias con los resultados obtenidos. Como primera medida, la apertura comercial a largo plazo tiene un efecto favorable para el medio ambiente. También se puede deducir que una mayor participación del Estado contribuye al mejoramiento del medio ambiente a través de un mayor gasto centrado en las políticas ambientales. Por otra parte, el sector industrial, a raíz de la crisis de 2008, presenta mucha inestabilidad y está enfocado en industrias menos contaminantes, por eso el signo negativo del coeficiente.

Como se había comentado, es necesario encontrar una relación que ajuste la discrepancia entre el equilibrio de la relación de largo plazo y la desviación que hay en el pronóstico. Para esto, se llevó a cabo la estimación de los modelos de corto plazo; y para estimarlos primero se tienen que generar las diferencias de las variables estudiadas. El MCE consiste en estimar el modelo con todas las variables en diferencias y con su número óptimo de rezagos; de la misma manera, en la estimación se deben incluir los errores generados del modelo de largo plazo con un rezago. Posteriormente, se realizó un procedimiento secuencial de exclusión de variables que no eran significativas en el modelo a corto plazo, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 13**.

En estos modelos el coeficiente correspondiente a error se debe interpretar como la velocidad de ajuste del nivel de emisiones de CO2 al equilibrio a largo plazo. Si el nivel de emisiones del contaminante se aparta en el periodo t de la tendencia de largo plazo, en el periodo t+1 comenzará a retornar a una velocidad de ajuste cercana al 88 %, 98 % y 99 %, respectivamente. En el segundo modelo también se puede observar que en el corto plazo no existe relación entre las variables gasto público y consumo de energía procedente de combustibles fósiles con las emisiones de CO2.

Tabla 13
Modelos de corto plazo

Modelo 1 1972-1990				Modelo 2 1991-2006				Modelo 3 2007-2019			
dCO ₂	Coef.	t	P< t	dCO ₂	Coef.	t	P< t	dCO ₂	Coef.	t	P< t
dPIBPC L3	-0.0005016	-5.39	0.002	dPIBPC L2	-0.0116646	-3.27	0.031	dPIBPC	0.0177949	1087.84	0.001
					-0.0001725	-2.97	0.041				
dPIBPC2 L2	-	-3.16	0.020	dPIBPC2 L1	-0.000000546	3.10	0.036	dPIBPC2	-0.000000888	-1087.31	0.001
	0.0000000213				-	3.05	0.038				
					0.0000000154						
dceppt L1	0.346236	10.76	0.000	dAP	-0.0355521	-4.34	0.012	dAP L1	0.0288139	670.20	0.001
dGP L2	0.0382154	5.75	0.001	diIND	13.87271	3.95	0.017	diIND L1	-2.178088	-247.30	0.003
dAP L2	0.0758155	5.76	0.001					dGP L2	-0.0826248	-539.76	0.001
error L1	-0.8839937	-2.8	0.031	error L1	-0.9819891	-2.41	0.074	dceppt L3	-0.631607	-229.51	0.003
CONS	0.04223	1.49	0.186	CONS	-0.0174132	-0.53	0.626	error L1	-0.9925948	-154.67	0.004
R ² Ajustada 0.9406				R ² Ajustada 0.8554				CONS	-0.109186	-591.93	0.001
								R ² Ajustada 1.000			

Nota: Significativo al 5%

Fuente: Procesado y elaborado por el autor a través de software Stata 15.

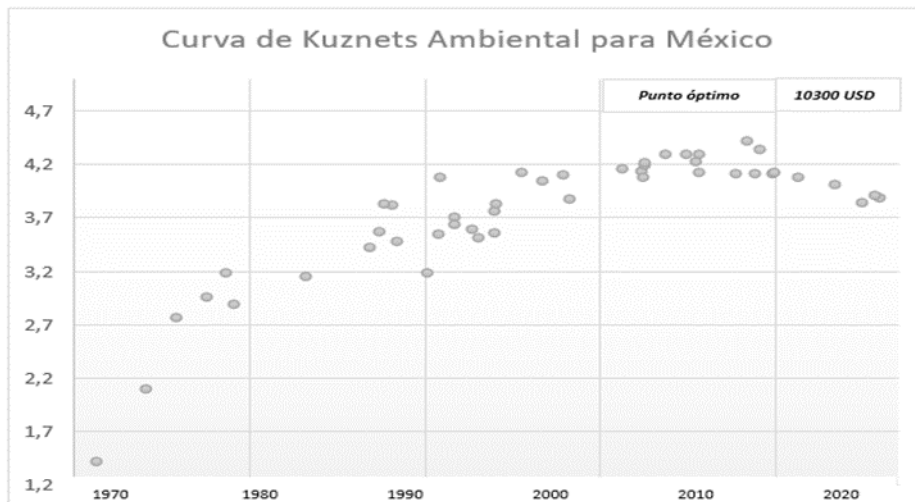
Finalmente, se evalúan una serie de condiciones que permiten validar si el modelo se estimó de modo correcto y que las variables explican adecuadamente a la variable dependiente. Así, se validó que los modelos no presentan autocorrelación, heterocedasticidad ni multicolinealidad. Además, se

realizaron dos pruebas adicionales, en las que se comprobó que los datos son normales y que los modelos, en general, tienen una forma funcional correcta (ver **Anexo 1**).

Después de hacer los análisis respectivos y comprobar la validez de los datos, en la **Figura 4** se muestra el resultado gráfico de la CKA en el periodo estudiado. Para obtener dicha figura se utilizó la serie del PIB per cápita en dólares estadounidenses a precios constantes de 2010 y las emisiones de CO₂ estimadas a partir de los resultados de los coeficientes de los tres modelos propuestos en el periodo 1972-2019. En esta relación las variables apertura comercial, participación del sector industrial, gasto público y consumo de energía per cápita se fueron modificando en función de los coeficientes estimados de cada modelo. Así mismo, en la **Figura 3** se puede observar que existe una relación en forma de U invertida entre las variables CO₂ y PIB per cápita, lo cual puede validar la existencia de la CKA para México. Es importante mencionar que esta relación también fue encontrada en el largo y en el corto plazo. Además, al hacer el análisis de primeras diferencias se encontró que las variables presentaron un comportamiento estacionario, lo que dio lugar a 3 MCE, dado que se dividió la muestra en tres periodos gracias a los cambios estructurales que ha sufrido el país en el periodo estudiado. Igualmente, el análisis indicó la posición actual de México en la curva, la cual, para el año 2020, se encontró en la parte donde las emisiones se comienzan a estabilizar.

Cabe destacar que, aunque el ritmo del PIB en periodos de crisis ha limitado la expansión, también ha conservado su tendencia creciente, por lo que la reducción de las emisiones de CO₂ puede ser efecto de tal comportamiento. Esto se puede confirmar con los signos del término cuadrático (negativo) de los tres modelos propuestos y permite confirmar lo que postula la hipótesis de la CKA. Entonces, se demuestra que el crecimiento económico en los países en desarrollo se puede convertir en un efecto positivo, puesto que la demanda de bienes y servicios ambientales se hace presente cuando la población tiene la capacidad económica de cubrir sus necesidades básicas.

Figura 3
 CKA para México en el periodo 1972-2019

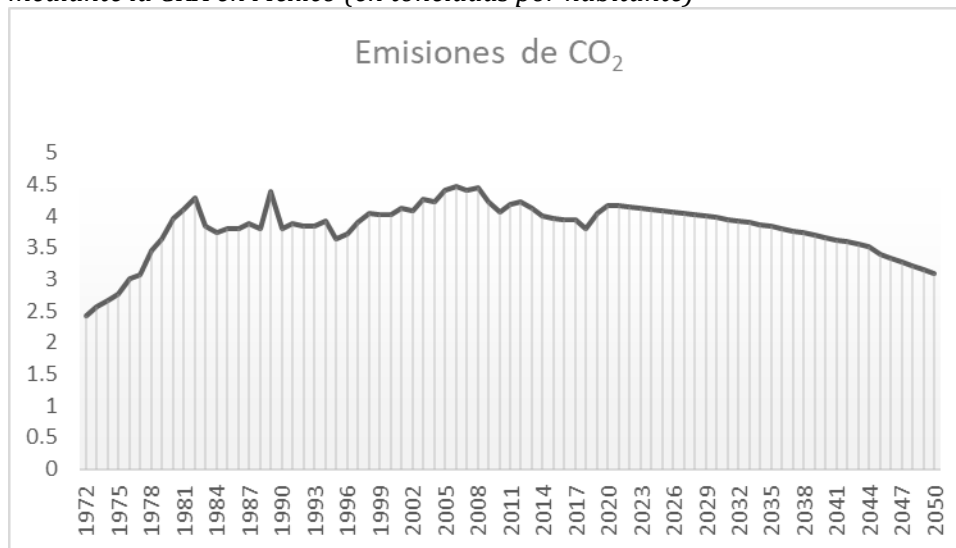


Fuente: Elaborado por el autor de acuerdo a resultados del modelo de regresión.

Adicionalmente, se llevó a cabo una proyección de las emisiones de CO₂ per cápita en el país, en la cual se aprecia una tendencia decreciente a partir del año 2008 y una estabilización de emisiones entre las décadas 2020-2030 alrededor de cuatro toneladas por persona, y, en adelante, comenzará

a disminuir la trayectoria hacia el año 2040, alcanzando niveles equivalentes a los registrados a inicios de la década de los 2000, cuando las emisiones eran de 3.8 toneladas por persona, aproximadamente (ver **Figura 4**).

Figura 4
Trayectoria original y pronóstico al 2050 de las emisiones de CO₂ per cápita, mediante la CKA en México (en toneladas por habitante)



Fuente: Elaboración con información tomada de Banco Mundial (2019), <https://datos.bancomundial.org/indicador/>

4.1. Consideraciones finales y recomendaciones

Los resultados de los estudios teóricos y empíricos relacionados con el medio ambiente han llegado a conclusiones muy diversas, en especial cuando se analiza la hipótesis de la CKA, sobre la que no se ha llegado a un consenso acerca de si el crecimiento económico es benéfico o no para el medio ambiente. Las críticas a la CKA señalan que se debe ser cauteloso a la hora de extraer conclusiones de los estudios empíricos para la toma de decisiones.

Es importante tener en cuenta todas las implicaciones y las limitaciones que resultan de la estimación de modelos uniecuacionales, pues no se puede concluir que exista una correlación directa entre el crecimiento económico y la mejora del medio ambiente, dado que, como se ha visto, existen otras variables que pueden incidir, por ejemplo, en la respuesta de los gobiernos en cuanto a la implementación de políticas ambientales.

Cabe señalar que el hecho de que la hipótesis se cumpla para algunos contaminantes no necesariamente implica que se cumpla para todos, sobre todo cuando los contaminantes generalmente analizados son aquellos para los que se han establecido medidas tendientes a su mitigación, de los cuales se suelen disponer bases de datos completas. Otra crítica referente a la CKA es que las estimaciones no toman en consideración la diferencia espacial y temporal que hay entre la actividad económica y el impacto al medio ambiente.

Las críticas exponen algunas de las debilidades de la hipótesis CKA y de los estudios empíricos que se han hecho para contrastarla. De ellas surgió la importancia de seguir investigando las relaciones causales existentes entre el crecimiento económico y el medio ambiente, con el fin de poder obtener conclusiones más sólidas.

En el caso de esta investigación se pretendió resolver algunas de las críticas mencionadas, adicionando otras variables explicativas de las emisiones de CO₂, en particular las que están relacionadas con la liberalización económica; primero, para demostrar que existen otras variables además del PIB que inciden en la calidad medioambiental, y segundo, para realizar un análisis más completo. No obstante, este trabajo no está exento de limitaciones, por lo que se sugieren algunas recomendaciones.

La primera sugerencia es que la calidad ambiental implica gran cantidad de variables que se dejaron por fuera de esta investigación y que posiblemente tienen un impacto importante en el análisis. Hay variables explicativas que son relevantes y que a menudo son omitidas, por ejemplo, en este estudio se demostró que la variable apertura comercial es fundamental por su impacto en las emisiones de CO₂.

Por otra parte, una alternativa a las críticas econométricas, y en especial al análisis de la CKA en forma reducida, es la utilización de modelos de ecuaciones simultáneas que permitan analizar los efectos directos e indirectos de la liberalización económica.

En lo referente a las variables de crecimiento económico, estas no son las únicas que se deben considerar en las investigaciones, además, también se pueden ver afectadas por el contexto económico, político y social del país o región a estudiar. Esto implicaría que las emisiones de CO₂ no necesariamente se generan estrechamente asociadas a la actividad productiva.

Como señaló Ekins (1997, citado en Díaz, 2007):

No todos los países podrían alcanzar el tramo decreciente de la CKA si no varían las pautas de consumo ya que las actividades contaminantes no pueden desplazarse indefinidamente. Es, por tanto, necesario plantearse si los cambios en los patrones de producción han sido acompañados por cambios en las pautas de consumo (p. 186).

En dado caso, de acuerdo con Díaz, se podría “adoptar un enfoque basado en el consumo” (2007, p. 186), tal como propusieron Rothman y de Bruyn (1998). México ha atravesado un profundo proceso de transformación en términos de política ambiental y ha logrado importantes avances en la legislación ambiental y las regulaciones; sin embargo, sigue sufriendo un continuo deterioro ambiental. En la actualidad, la política ambiental del país se rige, básicamente, por los compromisos firmados ante organismos internacionales, y está enfocada, más que todo, en la adaptación y la mitigación del cambio climático. Por tanto, “México es el primer país en desarrollo, el único de América Latina y el segundo en el mundo que cuenta con una Ley General de Cambio Climático” (Banco Mundial, 2013, párr. 6).

Si bien ha habido avances, y pese a los planes de acción para el cambio climático, el país aún tiene muchos desafíos, y si no cambia el rumbo de la política ambiental en el corto plazo no logrará los

objetivos planteados como parte del compromiso firmado en el Acuerdo de París. En este sentido, la revisión y el análisis de las políticas implementadas hasta el momento resulta fundamental.

5. Conclusiones

El estudio realizado permite comprobar el efecto benéfico que tiene la apertura comercial y el gasto público sobre la calidad medioambiental. Al mismo tiempo, al incluir la participación del sector industrial como variable explicativa de la calidad medioambiental, los resultados obtenidos de la estimación efectuada son que contribuye negativamente a la disminución de emisiones de CO₂, igual que el consumo de energía procedente de combustibles fósiles. En el corto plazo no se encontró relación entre las variables gasto público, peso del sector industrial y consumo de energía procedente de combustibles fósiles, solo se encontró relación con la variable apertura comercial.

Es preciso señalar que este estudio se hizo para el periodo 1972-2019, por lo que aún no se observan los efectos de la pandemia de COVID-19, la cual paralizó la actividad económica desde principios de 2020. Sin duda, esta situación modificará los resultados de las investigaciones posteriores.

Adicionalmente, como se había señalado, la demanda de bienes y servicios ambientales se hace presente cuando la población tiene la capacidad económica de cubrir sus necesidades básicas. Este panorama es preocupante, dado que las políticas públicas en los próximos años estarán enfocadas en los diversos problemas económicos y sociales derivados de la crisis, más que en el fomento de las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático.

A pesar de los resultados de este estudio, las emisiones mexicanas aún se encuentran lejos del rango requerido al 2030 (45 % debajo de los niveles de 2010) y alcanzar emisiones netas a cero en 2050. En este sentido, se advierte que el descenso de las emisiones de GEI que muestra México puede ser temporal, pues sigue habiendo apoyo sostenido a los combustibles fósiles, tales como petróleo, carbón y gas. Aunado a esto, otra limitación es la debilidad institucional, la corrupción, entre otros aspectos, por lo que las políticas implementadas son frágiles y no logran los impactos deseados.

Por este motivo, la política ambiental encaminada a la adaptación y la mitigación del cambio climático debe considerar estos factores y no solo valorar la idea de “esperar y crecer para resolver o mitigar los impactos negativos del cambio climático”.

Anexo

Tabla 14

Evaluación de los supuestos del modelo (modelo 1)

PRUEBAS APLICADAS	RESULTADO	MULTICOLINEALIDAD		
NORMALIDAD		Variable	VIF	1/VIF
Sktest	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.2811) es mayor a 0.05.	dpibpc L2	2.58	0.387368

Swilk test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.346339) es mayor a 0.05.	dpibpc2 L3	2.09	0.479455
HETEROSCEDASTICIDAD		dCEPPT L1	1.64	0.610118
Breush-Pagan test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.9810) es mayor a 0.05.	dGP	1.64	0.610220
White test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.3782) es mayor a 0.05.	dAP L2	1.54	0.650900
AUTOCORRELACIÓN		dGP L2	1.49	0.670996
Breush-Godfrey lags (2)	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.7107) es mayor a 0.05.	dCEPPT	1.47	0.681871
Durbin Watson	El estadístico DW es 1.827792 por lo que se acepta H0.	error L1	1.41	0.706892
FORMA FUNCIONAL		Mean VIF	1.73	
Ramsey RESET	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.4315) es mayor a 0.05.			

Fuente: Procesado y elaborado por el autor.

Tabla 15.
Evaluación de los supuestos del modelo (modelo 2)

Pruebas aplicadas	Resultado	Multicolinealidad	VIF	1/VIF
NORMALIDAD		Variable		
Sktest	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.2036) es mayor a 0.05.	dpibpc	4840.39	0.000207
Swilk test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.24343) es mayor a 0.05.	dpibpc2	3294.54	0.000304
HETEROSCEDASTICIDAD		dIND2	162.60	0.006150
Breush-Pagan test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.0860) es mayor a 0.05.	dAP	6.43	0.155423
White test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.3636) es mayor a 0.05.	dPIBPC2 L1	2.65	0.377851
AUTOCORRELACIÓN		error L1	1.97	0.506415
Breush-Godfrey lags (2)	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.4405) es mayor a 0.05.	dPIBPC L2	1.28	0.782122
Durbin Watson	El estadístico DW es 2.308478 por lo que se acepta H0.	Mean VIF	1187.12	
FORMA FUNCIONAL				

Ramsey RESET No se rechaza H0 ya que el valor p (0.1247) es mayor a 0.05.

Fuente: Procesado y elaborado por el autor.

Tabla 16.
Evaluación de los supuestos del modelo (modelo 3)

Pruebas aplicadas	Resultado	Multicolinealidad	VIF	1/VIF
NORMALIDAD				
Sktest	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.5340) es mayor a 0.05.	Variable dpibpc	999.89	0.001000
Swilk test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.6594) es mayor a 0.05.	dpibpc2	973.69	0.001027
HETEROSCEDASTICIDAD				
Breush-Pagan test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.5797) es mayor a 0.05.	dCEPPT L3	8.72	0.114623
White test	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.3423) es mayor a 0.05.	diIND2 L1	6.24	0.160177
AUTOCORRELACIÓN				
Breush-Godfrey lags (2)	Se rechaza H0 ya que el valor p (0.0293) es menor a 0.05.	dGP L2	2.52	0.397450
Durbin Watson	El estadístico DW es 3.007376 por lo que se rechaza H0.	error L1	1.53	0.653585
FORMA FUNCIONAL				
Ramsey RESET	No se rechaza H0 ya que el valor p (0.1247) es mayor a 0.05.	Mean VIF	285.10	

Fuente: Procesado y elaborado por el autor.

Referencias

- Afonso, A., y Furceri, D. (2008).** Government Size, Composition, Volatility and Economic Growth. *European Central Bank* (849).
- Afonso, A., y Jalles, J. (2011).** Economic Performance and Government Size. *European Central Bank Working Paper* (1399).
- Agosin, M., y Ffrench-Davis, R. (1993).** La liberalización comercial en América Latina. *Revista de la CEPAL* (30), 41-62. <https://bit.ly/3ilC8W0>
- Andrés-Rosales, R., Mun, N., y Quintana-Romero, L. (2018).** El tamaño de las empresas manufactureras y la contaminación medioambiental en México: Una aproximación espacial. *Eure*, 44(131), 75–99. doi: <https://bit.ly/3wihf6E>

- Bajo-Rubio, O.** (2000). A Further Generalization of the Solow Growth Model: The Role of the Public Sector. *Economics Letters*, 68(1), 79–84.
- Banco Mundial.** (2013). América Latina, pionera en leyes sobre cambio climático. <https://bit.ly/3N06z29>
- Banco Mundial.** (2019). Indicadores. <https://datos.bancomundial.org/indicador/>
- Barro, R.** (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *Journal of Economics*, 106(2), 407–443. doi: <https://doi.org/10.2307/2937943>
- Bergh, A., y Karlsson, A.** (2010). Government Size and Growth: Accounting for Economic Freedom and Globalization. *Public Choice*, 142(1), 195–213. doi: <https://doi.org/10.1007/s11127-009-9484-1>
- Bernauer, T., y Koubi, V.** (2006). Effects of Political Institutions on Air Quality. *Ecological Economics*, 68(5), 1355–1365. <https://bit.ly/3ij100W>
- Bimonte, S.** (2002). Information Access, Income Distribution, and the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 41(1), 145–156. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00022-8)
- Brugger, S.** (2010). Capital especulativo y crisis bursatil en América Latina. Contagio, crecimiento y convergencia (1993-2005). [Tesis doctoral]. <https://bit.ly/3qgzm8W>
- Chow, G.** (1960). Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions. *Econometrica*, 28(3), 591–605.
- Díaz, M.** (2007). Estudio empírico de las causas subyacentes en la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental: influencia de factores exógenos y análisis de descomposición. Universidad Santiago de Compostela.
- Dinda, S.** (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Ekins, P.** (1997). The Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence. *Environment and Planning*, 29, 805–830.
- Enders, W.** (1995). *Applied Econometric Time Series*. John Wiley y Son, Inc.
- Engle, R., y Granger, C.** (1987). Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/1913236>
- Figini, P., y Santarelli, E.** (2002). Does Globalization Reduce Poverty? Some Empirical Evidence for the Developing Countries. Working Paper, 459.
- Frankel, J.** (2009). Environmental Effects of International Trade. Harvard University. <https://dash.harvard.edu/handle/1/4481652>
- Frankel, J., y Andrew, K.** (2005). Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85–91.
- Galindo, L.** (2010). La Economía del Cambio Climático en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).
- García, R.** (2011). Explicación teórica del proceso de apertura comercial de la economía mexicana. *Economía Informa* (369), 5-16. <https://bit.ly/3N0jgdu>
- Grossman, G., y Krueger, A.** (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research*(3914). doi: <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Grossman, G., y Krueger, A.** (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. doi: <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Gujarati, D., y Porter, D.** (2010). *Econometría*. McGraw Hil.

- Gutman, V.** (2017). Economía y Cambio Climático: Un análisis económico de las decisiones de mitigación en América Latina. *Economía*, XLII(44), 11–36. <https://bit.ly/3tIMqw0>
- Halkos, G.** (2012). The Impact of Government Expenditure on the Environment: An Empirical Investigation. *Ecological Economics*, 91, 48–56.
- He, J.** (2010). What is the Role of Openness for China's Aggregate Industrial SO2 Emission? A Structural Analysis based on the Divisia Decomposition Method. *Ecological Economics*, 69(4), 868-886.
- Hernández, J.** (2018). La transformación estructural de la economía mexicana: ¿milagro o desastre económico? *Economía UNAM*, 15(45), 50-69. <https://www.redalyc.org/journal/3635/363557971003/html/>
- Hettige, H., Mani, M., y Wheeler, D.** (2000). Industrial Pollution in Economic Development: The Environmental Kuznets Curve Revisited. *Journal of Development Economics*, 62(2), 445–476. doi: [http://doi.org/10.1016/S0304-3878\(00\)00092-4](http://doi.org/10.1016/S0304-3878(00)00092-4)
- Indexmundi.** (s.f.). Mundo - PIB per cápita. <https://bit.ly/3tfVZfH>
- Infoagro.** (s.f.). Coeficiente de apertura económica y agropecuario. <https://bit.ly/3iev5hR>
- IPCC.** (2014). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- Jáuregui, C., González, H., Salazar, J., y Rodríguez, R.** (2008). Free trade and pollution in the manufacturing industry in Mexico: A verification on the Inverse Kuznets Curve at a state level. *Ensayos Revista de Economía*, XXIX(2), 99-119.
- Jenkins, R.** (2003). La apertura comercial: ¿ha creado paraísos de contaminadores en América Latina? *Revista de La CEPAL* (80), 85–100.
- Kuznets, S.** (1955). Economic Growth and Income Inequality. *American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- López, R., Galinato, G., y Islam, F.** (2011). Fiscal Spending and the Environment: Theory and Empirics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), 180–198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.03.001>
- Magnani, E.** (2000). The Environmental Kuznets Curve, environmental policy and income distribution. *Ecological Economics*, 32(3), 431-443. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00115-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00115-9)
- Martínez, G.** (s.f.). Raíz unitaria y cambio estructural en las series de tiempo de México. *Denarius*. <https://denarius.izt.uam.mx/index.php/denarius/article/download/301/245/>
- Martínez, L., y Romero, R.** (2004). La Importancia de la Definición de los Derechos de Propiedad en el Efecto de los Tratados de Libre Comercio sobre la Inversión Extranjera Directa. *Banco de México, Working Papers*, 1-52. <https://bit.ly/3lkg8pg>
- Mendoza, M., y Quintana, L.** (s.f.). Econometría aplicada utilizando R. En *Cointegración y modelos de corrección de error*. Dgapa.
- Morales, N.** (2019). Identificación de cambios estructurales en los principales índices bursátiles de los países que conforman el MILA entre los años 2008 y 2018 [Tesis de grado]. Universidad de La Salle.
- Naciones Unidas.** (2015). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37310/S1420656_es.pdf

- Panayotou, T.** (1993). Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. World Employment Research Programme; International Labour Office.
- Panayotou, T.** (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development*, 465-484.
<https://www.jstor.org/stable/44379189>
- Pérez, B., y García, M.** (2010). Análisis del cambio estructural en el modelo de regresión lineal. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 159–178. <https://bit.ly/37JAprT>
- Perron, P.** (1989). The great crash, the oil price shock an the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361–1401. doi: <https://doi.org/10.2307/1913712>
- Presno, M., y López, A.** (2001). Tratamiento estadístico de series con cambios estructurales. Un caso de estudio. *Revista Asturiana de Economía*, 123-141.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2305268.pdf>
- Roca, J., y Padilla, E.** (2003). Emisiones Atmosféricas y Crecimiento Económico en España. La Curva de Kuznets Ambiental y El Protocolo de Kyoto. *Economía Industrial*, 3(351), 73–86.
- Rothman, D., y de Bruyn, S.** (1998). Environmental Kuznets curves: real progress or passing the buck?: a case for consumption-based approaches. *Ecological Economics*, 25, 143–145.
- Sánchez, P.** (2008). Cambios estructurales en series de tiempo: una revisión del estado del arte. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7(12), 115-140.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v7n12/v7n12a07.pdf>
- Selden, T., y Song, D.** (1994). Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147–162. doi: <https://doi.org/10.1006/jeeem.1994.1031>
- Shafik, N.** (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*(46), 757-773.
- Shafik, N., y Bandyopadhyay, S.** (1992). Economic growth and environmental quality: Time series and Cross- Country Evidence. *Policy Research Working Paper*(904).
- Suri, V., y Chapman, D.** (1998). Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25(2), 195–208.
- Tisdell, C.** (2001). Globalisation and Sustainability: Environmental Kuznets Curve and the WTO. *Ecological Economics*, 39(2), 185-196. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00234-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00234-8)
- World Bank.** (1992). *World Development Report 1992: Development and the Environment*. Oxford University Press, 1(10517), 1-324.

Enfoques econométricos para estimar impactos económicos del cambio climático en la agricultura: revisión de la literatura

Econometric approaches to estimate economic impacts of climate change on agriculture: literature review

Nubia Zoé Lara-Rodríguez ^a | Ana Cecilia Travieso-Bello ^b

Recibido: 02 de febrero de 2022.

Aceptado: 16 de marzo de 2022.

^a Estudiante de la Maestría en Economía Ambiental y Ecológica, Facultad de Economía, Universidad Veracruzana, Xalapa, México. Contacto: zoelarus28@gmail.com

^b Doctora en Ciencias. Universidad Veracruzana, Facultad de Economía, Xalapa, México. Contacto: atravieso@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6518-6585>

RESUMEN: El cambio climático afecta el desarrollo y rendimiento de los cultivos, con posibles impactos negativos en la seguridad alimentaria y la economía. Por ello, se analizaron los estudios reportados en la literatura, que emplearon análisis econométricos a nivel microeconómico, para estimar los impactos económicos del cambio climático en la agricultura. Se encontró un mayor uso del modelo Ricardiano, en comparación con el modelo de función de producción. Ambos emplean variables independientes climáticas, de suelo y socioeconómicas. Las variables respuesta más frecuentes fueron ingresos netos agrícolas y valor de la tierra, para el modelo Ricardiano, así como producción y rendimiento, para el modelo de función de producción. Se discutieron las fortalezas y debilidades de estos modelos. La mayoría de los estudios reportaron que el incremento de la temperatura y la disminución de la precipitación tienen impactos negativos en la agricultura. Esto representa un gran desafío para la adaptación al cambio climático.

Palabras clave: Modelos econométricos; impactos económicos; cambio climático; agricultura; revisión de la literatura.

ABSTRACT: *Climate change affects crop development and yields, with possible negative impacts on food security and the economy. For this reason, the studies reported in the literature, which used econometric analyzes at the microeconomic level, were analyzed to estimate the economic impacts of climate change on agriculture. A greater use of the Ricardian model was found, compared to the production function model. Both use independent climatic, soil, and socioeconomic variables. The most frequent response variables were agricultural net income and land value, for the Ricardian model, as well as production and yield, for the production function model. The strengths and weaknesses of these models were discussed. Most of the studies reported that the increase in temperature and the decrease in precipitation have negative impacts on agriculture. This represents a great challenge for adaptation to climate change.*

Keywords: *Econometric models; economic impacts; climate change; agriculture; literature review.*

Introducción

La agricultura se relaciona con el cambio climático (CC) de dos formas opuestas, ya que por una parte, actúa como una fuente emisora de gases de efecto invernadero, contribuyendo positivamente con el CC y por otra, opera como captador o sumidero de carbono, disminuyendo su concentración en la atmósfera y por tanto, reduciendo el CC (IPCC, 2019). Asimismo, el sector agrícola es uno de los más vulnerables ante los efectos que ocasiona el CC, debido a su alta dependencia de múltiples condiciones ambientales (FAO, 2016a).

El CC afecta de manera física, biológica y bioquímica el desarrollo y la producción de las plantas cultivadas, a través de las alteraciones que ocasiona en los patrones estacionales de temperatura y precipitación; en la intensidad y frecuencia de eventos extremos; en la degradación de la biodiversidad; en la prevalencia de plagas y patógenos. Además, contribuye con la erosión y la desertificación del suelo, entre otros cambios en los ciclos naturales (FAO, 2016a; IPCC, 2019; CDKN, 2020).

Por tanto, la agricultura recibe impactos del CC que se reflejan directamente en el rendimiento o producción de los cultivos (FAO, 2016b), en la aptitud y amplitud del territorio para cultivar

(Monterroso et al., 2007; González-Santos et al., 2016) y en la economía de las poblaciones humanas (Auffhammer, 2018). Como consecuencia general del CC, es probable que ocurra una reducción en la cantidad y calidad de los alimentos, amenazando la seguridad alimentaria y la economía. Esto se traduce en una posible disminución en los ingresos de los productores y un incremento potencial en los precios de productos agrícolas, debido a su escasez (FAO, 2016b).

Desde la década de 1970, el surgimiento del CC como campo de estudio motivó el interés por estimar las posibles consecuencias de un clima cambiante en diversos sectores económicos, entre ellos el agrícola (Auffhammer, 2018). Los estudios del análisis del impacto del CC sobre la agricultura pueden clasificarse en dos grandes tipos: los que examinan las respuestas agrícolas y los que cuantifican o estiman los impactos económicos (Fernández y Blanco, 2015). Éstos últimos, se centran en conocer las repercusiones económicas, las cuales representan una importante fracción en la economía (BM, 2019).

Se han utilizado principalmente dos enfoques para la estimación de los impactos económicos del CC en la agricultura, los cuales son el agronómico-económico y el econométrico. El enfoque agronómico-económico emplea modelos de cultivos bien calibrados, con datos de experimentos controlados, que evalúan el efecto de diferentes climas o niveles de dióxido de carbono simulados. Posteriormente aplican modelos económicos para predecir la producción agregada de cultivos, precios e ingresos netos, utilizando los rendimientos obtenidos de los modelos agronómicos. Este enfoque es costoso ya que requiere de experimentos controlados, además sobrestima los daños y no incluye la adaptación de los agricultores al CC (Mendelsohn et al., 1994; Adams et al., 1998; Mendelsohn y Dinar 1999).

Los modelos econométricos han sido utilizados para estimar el impacto económico del CC en la agricultura, ya que permiten analizar información registrada sobre producción, rendimiento de los cultivos, ingresos netos (variables de respuesta) en función de variables explicativas (variables independientes) de tipo climáticas, físicas y socioeconómicas (Gay et al., 2006; Jarvis et al., 2010). Además, Algunos modelos econométricos incorporan las medidas de adaptación al CC implementadas por los agricultores (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007). Por otra parte, en la mayoría de los casos, existen datos secundarios disponibles, que permiten estimar los impactos esperados por el CC sobre la producción agrícola en un menor tiempo y a un bajo costo, en comparación con los estudios que emplean datos primarios.

Sin embargo, el análisis econométrico presenta algunos inconvenientes porque no captura los efectos del dióxido de carbono, no considera los cambios en los costos, ni en el uso de insumos. Además, se dificulta el control de variables entre distintos tipos de labranza o riego; pueden generarse sesgos porque solo se modela una parte del proceso, dejando fuera la estimación de los daños secundarios o costos relacionados a las plagas; o porque se ignoran los ajustes en los precios de mercado, entre algunas otras situaciones (McCarl et al., 2016). No obstante, el análisis econométrico ha sido ampliamente utilizado, por ello en este artículo se analizan los principales enfoques y modelos teórico-econométricos aplicados a nivel microeconómico, para abordar los impactos económicos del CC en la agricultura. Además, se discuten las fortalezas y debilidades de los modelos Ricardiano y de función de producción.

1. Enfoques y modelos teórico-econométricos

Se han empleado diversos enfoques teóricos que utilizan la econometría como método de análisis para abordar el impacto económico del CC en la agricultura, entre los cuales destacan el enfoque espacial y el enfoque estructural o de función de producción, que se describen a continuación.

Cabe mencionar que se han realizado estudios que emplean el análisis econométrico para estimar el impacto económico del CC en la agricultura, pero que no declararon un enfoque en particular (por ejemplo, Meza y Yúnez 2015; Gebregewergs y Hadush, 2017; Mourad et al., 2017; Agri et al., 2020), por ello no se analizaron en este trabajo.

1.1. Enfoque espacial

El enfoque espacial analiza los cambios en el modelo de producción en el espacio, es decir, los efectos de las variables que caracterizan un territorio sobre el valor o precio de la tierra. Por tanto, la variabilidad climática que se observa espacialmente afecta el valor de la tierra (Adams et al., 1999; Fernández y Blanco, 2015). Este enfoque emplea el modelo Ricardiano que debe su nombre a David Ricardo (1772-1823), quien estableció en la teoría económica que la renta de la tierra (valor) refleja la productividad neta de la misma (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007; Mendelsohn et al., 2009). Según este modelo, la renta o valor de la tierra se considera el ingreso neto derivado del mejor uso que se puede hacer de ésta. Por tanto, el valor de la finca refleja el valor presente de la productividad neta futura (Bawayelaazaa et al., 2016).

El modelo Ricardiano asume que cada agricultor elige para cada unidad de tierra el cultivo y los insumos (condiciones exógenas) que maximizan los ingresos, los cuales varían entre zonas climáticas, por lo que considera la adaptación de los agricultores (Mendelsohn et al., 2009; Hernández et al., 2014; Onoja y Achike, 2014).

Este modelo se representa matemáticamente (Ecuación 1), considerando que los ingresos netos de las tierras agrícolas (π) reflejan la productividad neta y costos netos (Mendelsohn et al., 2009).

$$\pi = \sum P_i Q_i (X, F, Z) - \sum P_x X \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde π corresponde a los ingresos netos de las tierras agrícolas, P_i al precio del cultivo i , X a un vector de insumos comprados, F a un vector de variables climáticas, Z a un vector de otras variables de control como suelo y acceso a los mercados, P_x a un vector de precios de insumos.

Posteriormente se calcula el valor de la tierra (V), donde r es la tasa de interés (Ecuación 2)

$$V = \pi/r \quad (\text{Ecuación 2})$$

En los modelos Ricardianos es común la integración del modelo de regresión, utilizando la función loglineal y las variables climáticas en términos cuadráticos (Mendelsohn et al., 2009).

Una variante del modelo Ricardiano es el Modelo Estructural Ricardiano, que permite relacionar las probabilidades de elección de los cultivos con variables climáticas y las distintas características de

los productores, donde la elección de cultivos es mutuamente excluyente (Seo y Mendelsohn, 2007; Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007). Este modelo permite conocer la respuesta de los agricultores ante los cambios en la temperatura y la precipitación (Galindo et al., 2015a).

1.2 Enfoque estructural o de función de producción

La función de producción permite predecir el rendimiento neto de los cultivos ante variaciones climáticas, ya que incorpora factores climáticos como la temperatura y la precipitación, estimando los impactos del CC en la producción (Raza y Amhad, 2015; Zaied y Zouabi, 2015; López y Hernández, 2016).

La función de producción agrícola se puede expresar con base en variables endógenas (trabajo, capital, fertilizantes y otros insumos), exógenas (climáticas) y las que representan la habilidad o capacidad de los agricultores (Ecuación 3), donde Q_t es la producción agropecuaria o rendimiento por hectárea, el subíndice t indica el tiempo considerado, m las características de los agricultores, z las variables exógenas, x las variables endógenas. Después de estimar las funciones de producción, se pueden introducir los escenarios de CC, variando la temperatura y precipitación en el modelo y de esta manera es posible calcular los impactos sobre la variable dependiente (Hernández et al., 2014).

$$Q_t = f(m, z, x) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Adicionalmente es posible estimar los beneficios económicos que obtendría un agricultor que produce n número de cultivos, de acuerdo a la ecuación 4, donde p_j son los precios del producto j , Q_{jt} es la producción o rendimiento del producto j en el tiempo t , M_t corresponde al vector de las características de los agricultores en el tiempo t , Z_t es el vector de variables exógenas en el tiempo t , X_{jt} es el vector de variables endógenas necesarias para el cultivo j en el tiempo t , w_j son los precios de los insumos para el cultivo j (Hernández et al., 2014).

$$P = \sum p_j Q_{jt} (M_t, Z_t, X_{jt}) - w_j X_{jt} \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ cultivos} \quad (\text{Ecuación 4})$$

2. Método

Se realizó una revisión de la literatura de libre acceso en internet, en inglés y español, publicada en revistas científicas o en reportes oficiales de instituciones expertas en el tema a nivel internacional (e.g., FAO, Banco Mundial), que abordaran la estimación de los impactos económicos del CC en la agricultura, con el empleo de modelos econométricos. Inicialmente se buscaron en internet fuentes secundarias con información general del tema y en base a ésta, se localizaron las fuentes primarias más relevantes, por tanto, se incorporaron estudios de un rango de tiempo indeterminado.

Posteriormente, se compilaron artículos científicos en las bases de datos multidisciplinarias Scielo (<https://www.scielo.org/>), CORE (<https://core.ac.uk/>) y en Google Académico, con énfasis en los últimos cinco años. Se utilizó la fórmula de búsqueda: ("econometric model" AND "climate change" AND "agriculture") AND year: [2015 TO 2020], en inglés y en español. Luego se descartaron los

estudios que no correspondían a los modelos espacial o estructural. Posteriormente se analizaron los documentos seleccionados, considerando los objetivos del trabajo, la escala de análisis, los modelos empleados, así como los principales resultados obtenidos.

3. Resultados y discusión

Se revisaron 27 publicaciones que emplearon el análisis econométrico para la estimación de los impactos del CC en la agricultura a nivel microeconómico. El 77.8% de los estudios empleó solo el enfoque espacial y 18.5 % solo el estructural (Tablas 1 y 2). Además, un estudio combinó ambos enfoques, considerándolos complementarios (Ordaz et al., 2010).

3.1. Modelos Ricardiano y de función de producción

Los estudios revisados mostraron que los enfoques espacial y de función de producción se han empleado en distintos países (81.8%) y regiones (18.2%, que solo emplean el modelo Ricardiano) del mundo para la estimación de los impactos económicos del CC en la agricultura (Tabla 1 y 2). Solo se encontró un estudio a nivel local (Gay et al., 2006).

El modelo Ricardiano ha sido el más usado, coincidiendo con lo reportado por otros autores (De Salvo et al., 2014; López y Hernández, 2016). Muchas investigaciones se han llevado a cabo en países cálidos, con énfasis en África (14 estudios, equivalentes a 51.8%), hallazgo similar al de Lobell y Burke (2010).

La mayoría de los estudios que emplearon el modelo Ricardiano (72.7%) analizaron la agricultura en general, mientras que todos los estudios que usaron el modelo de función de producción analizaron cultivos específicos (**Tablas 1 y 2**).

Es importante destacar que el modelo Ricardiano es adecuado para el análisis de la agricultura en general y no se recomienda para cultivos específicos, ya que cada cultivo tiene su propia función de ingresos netos en relación con el clima y la función Ricardiana integra todas las opciones de ingresos netos máximos en el conjunto de cultivos (Seo y Mendelsohn, 2007).

Sin embargo, algunos autores emplearon el modelo Ricardiano para los principales cultivos (Onoja y Achike, 2014; Galindo et al., 2015a; Tumwine et al., 2019; Tun Oo et al., 2020) o cultivos particulares (Bawayelaazaa et al., 2016; Williams et al., 2017), sin considerar la función específica de ingresos netos en relación con el clima de cada cultivo.

Tabla 1

Características principales de los estudios que aplican el modelo Ricardiano

Autores, año, lugar y escala	Objetivo	Cultivo	Escenario de CC Efectos marginales Elasticidades	Tipo, (fuente de datos), análisis estadístico y (VC significativas)
Schlenker et al., 2006 (E.U.A.)* (N)	Estimar una ecuación hedónica para el valor tierras agrícolas.	Agricultura	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Deressa, 2007 (Etiopía)* (N)	Evaluar el impacto económico del CC en los agricultores.	Agricultura	EscCC y Uniforme	Transversal (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Eid et al., 2007 (Egipto)* (N)	Evaluar y predecir los impactos potenciales del CC en la agricultura.	Agricultura	EscCC	Transversal (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Jain, 2007 (Zambia)* (N)	Evaluar los impactos económicos del aumento de la temperatura, disminución de la precipitación y escorrentía en las actividades agrícolas.	Agricultura	Uniforme	Transversal (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq, índice de humedad sq)
Kabubo-Mariara y Karanja, 2007 (Kenya)* (N)	Analizar el efecto del CC a largo plazo en la agricultura.	Agricultura	EscCC	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007 (África)* (REG)	Estimar la relación entre los ingresos netos de los cultivos y el clima actual y predecir las afectaciones futuras del CC.	Agricultura	EscCC y Uniforme	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Mano y Nhemachena, 2007 (Zimbabwe)* (N)	Cuantificar y predecir los posibles impactos económicos del CC en la agricultura, identificar medidas de adaptación que están utilizando los agricultores.	Agricultura	EscCC y Uniforme	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Molua y Lambi, 2007 (Camerún)* (N)	Evaluar el impacto del CC en los sistemas agrícolas actuales y en el futuro.	Agricultura	EscCC y Uniforme	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Seo y Mendelsohn, 2007 (Latinoamérica) (REG)	Estimar la vulnerabilidad de la agricultura latinoamericana ante el CC.	Agricultura	EscCC	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)
Maddison et al., 2007 (11 países de África) (REG)	Estimar el impacto del CC en la agricultura y las adaptaciones de los agricultores a las condiciones climáticas.	Agricultura	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq, escorrentía)

Autores, año, lugar y escala	Objetivo	Cultivo	Escenario de CC Efectos marginales Elasticidades	Tipo, (fuente de datos), análisis estadístico y (VC significativas)
Mendelsohn et al., 2009 (México) (N)	Medir el impacto del clima en la agricultura.	Agricultura	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp <i>sq</i> , Prec <i>sq</i> , interacción entre Temp y Prec)
Ordaz et al., 2010 (Costa Rica) (N), FP	Examinar los posibles efectos CC sobre la producción agropecuaria.	Producción agropecuaria	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp <i>sq</i>)
Van-Passel et al., 2012 (15 países de Europa) (REG)	Contribuir al estudio de los efectos del CC en la agricultura.	Agricultura	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp <i>sq</i> , Prec <i>sq</i>)
Onoja y Achike, 2014 (Nigeria) (N)	Evaluar los efectos del cambio climático en la productividad de los cultivos herbáceos.	Maíz, arroz, yuca, ñame y frijol caupí	Elasticidades	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec)
Galindo et al., 2015a (Perú) (N)	Captar la influencia del CC en la selección endógena de cultivos por parte de los agricultores y los impactos sobre su ingreso esperado.	Alfalfa, arroz, café, maíz amarillo, maíz amiláceo, papa, plátano, uva y yuca	EscCC	Transversal (sec) Logit multinomial y regresión múltiple (Temp, Prec)
Galindo et al., 2015b (México) (N)	Analizar los impactos económicos potenciales del CC en las actividades agrícolas.	Agricultura	Uniforme	Datos panel (sec) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp <i>sq</i> , Prec <i>sq</i>)
Odozi, 2015 (Nigeria) (N)	Cuantificar los daños y beneficios económicos del CC.	Agricultura	EscCC	Transversales (sec) Regresión múltiple (Temp, Temp <i>sq</i> , Prec <i>sq</i> , interacción entre Temp y Prec)
Bawayelaazaa et al., 2016 (Ghana) (N)	Investigar los impactos económicos de los cambios en las variables climáticas.	Maíz y sorgo	Efectos marginales	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp <i>sq</i> , Prec <i>sq</i>)
Williams et al., 2017 (Ghana) (N)	Examinar el impacto económico de un clima cambiante en el cultivo de piña.	Piña	Efectos marginales	Transversales (prim) Regresión múltiple (Prec, Temp <i>sq</i>)
Stojcheska et al., 2019 (Macedonia) (N)	Evaluar la adaptación de los agricultores ante el impacto del CC.	Agricultura	EscCC	Transversal (sec) Regresión múltiple (Índice de aridez de <i>de Martone</i>)
Tumwine et al., 2019 (Uganda) (N)	Examinar el efecto de precipitación y temperatura en el rendimiento de los cultivos.	Plátano, maíz, cacahuate, yuca y frijol	Elasticidades	Panel (sec) Modelo Tobit (Temp, Prec)

Autores, año, lugar y escala	Objetivo	Cultivo	Escenario de CC Efectos marginales Elasticidades	Tipo, (fuente de datos), análisis estadístico y (VC significativas)
Tun Oo et al., 2020 (Myanmar) (N)	Estimar los determinantes climáticos y no climáticos de la rentabilidad de las granjas y evaluar los impactos proyectados del CC sobre el rendimiento agrícola.	Arroz, cacahuete, sésamo, maíz, gandules, garbanzo, girasol	EscCC	Transversales (prim) Regresión múltiple (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)

Nota: Investigaciones realizadas en el proyecto Cambio Climático y Agricultura en África, financiado por Global Environment Facility (GEF) y World Bank (WB). Escala del estudio: Regional (REG), incluye varios países de un continente; Nacional (N). Escenario de cambio climático: Modelo y escenarios de cambio climático (EscCC), Cambios uniformes en el clima (Uniforme). Fuente de datos de valor de la tierra, producción, o rendimiento de los cultivos: (sec) sólo emplea datos secundarios; (prim) emplea datos primarios y secundarios. Variables climáticas (VC): temperatura (Temp), precipitación (Prec), término cuadrático (sq). FP: Emplea el modelo Ricardiano y el de Función de producción. Fuente: elaboración propia basada en la información de cada artículo.

Los estudios que emplearon el modelo Ricardiano por lo general utilizaron datos transversales (90.9%) y el 50% combinó el uso de datos secundarios con los primarios, obtenidos de entrevistas o cuestionarios aplicados a los agricultores. Casi todos emplearon el análisis de regresión múltiple. En contraste, todos los estudios que usaron el modelo de función de producción emplearon únicamente fuentes secundarias. Además, 80% de los mismos utilizaron datos panel, incorporando diversos tipos de análisis estadísticos, mientras que solo un estudio empleó series de tiempo (Tablas 1 y 2).

Tabla 2
Características principales de los estudios que aplican el modelo de función de Producción

Autores, año, lugar y escala	Objetivo	Cultivo	Escenario de CC	Tipo, (fuente de datos), análisis estadístico y (VC significativas)
Gay et al., 2006 (México, Veracruz) (L)	Explorar la relación entre las variables producción de café, clima y economía con el fin de estimar los impactos potenciales del CC.	Café	EscCC	Series de tiempo (sec) Regresión múltiple (Temp)
Raza y Ahmad, 2015 (Pakistán) (N)	Analizar el impacto del CC en la productividad del algodón.	Algodón	Efectos marginales	Panel (sec) Modelo efectos fijos y modelo efectos variables (Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)

Autores, año, lugar y escala	Objetivo	Cultivo	Escenario de CC	Tipo, (fuente de datos), análisis estadístico y (VC significativas)
Zaied y Zouabi, 2015 (Tunisia) (N)	Modelar los efectos del CC a largo plazo en la producción anual de aceitunas, utilizando desarrollos recientes en técnicas econométricas.	Aceituna	Elasticidades	Panel (sec) Regresión, Mínimos cuadrados completamente modificados (Temp, Prec)
Hussain y Bangash, 2017 (Pakistán) (N)	Estimar el impacto de la temperatura y la precipitación en la productividad de cultivos en cuatro zonas agroecológicas.	Arroz, trigo, maíz, algodón y caña de azúcar	Efectos marginales	Panel (sec) Técnicas de mínimos cuadrados de panel: Efectos fijos y aleatorios (Temp, Prec)
Shayanmehr et al., 2020 (Irán) (N)	Investigar el impacto del CC en el rendimiento del trigo de las tierras secas.	Trigo	EscCC	Panel (sec) Mínimos cuadrados generalizados factibles de tres pasos (RDist, Temp, Prec, Temp sq, Prec sq)

Escala del estudio: Nacional (N), Local (L), incluye entidades federativas y municipios. Modelo y escenarios de cambio climático (EscCC). Fuente de datos de valor de la tierra, producción, o rendimiento de los cultivos: (sec) sólo emplea datos secundarios. Variables climáticas (VC): temperatura (Temp), precipitación (Prec), término cuadrático (sq), Índice de Reconocimiento de Sequía (RDist).

Fuente: elaboración propia basada en la información de cada artículo.

La variable de respuesta más utilizada en los modelos Ricardianos fueron ingresos netos agrícolas y valor de la tierra o la finca, que son de tipo económico monetario. Esto representa una ventaja en comparación con los modelos de función de producción, donde la variable respuesta fue el rendimiento o la producción (expresada, por ejemplo, en toneladas por hectárea), las cuales deben transformarse a unidades monetarias.

Es importante destacar que la mayoría de los trabajos reportan ingresos netos agrícolas y valor de la tierra o de la finca en porcentaje de variación, lo que facilita la comparación. En contraste, algunos trabajos expresan la variable respuesta en las unidades monetarias del país (Gay et al., 2006; Eid et al., 2007; Bawayelaazaa et al., 2016; Williams et al., 2017), aspecto que dificulta la comparación entre países y entre fechas (**Tablas 3 y 4**).

Tabla 3

Impactos económicos del cambio climático en la agricultura, estimados mediante modelos econométricos que emplean cambios uniformes en el clima y/o que sólo reportan efectos marginales y elasticidades

Autores, año, (lugar), (modelo), variable de respuesta	Cambios uniformes en el clima Efectos marginales Elasticidades	Impactos estimados
Deressa, 2007 (Etiopía) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	Escenarios Uniformes Temp: +2.5°C Temp: +5°C Prec: -7% Prec: -14%	-0.0000132% -0.0000299% -0.03249% -0.03247%
Jain, 2007 (Zambia) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	Escenarios Uniformes Temp: +1°C (nov-dic) Temp: +1°C (ene-feb) Prec: -20% (ene-feb) Escorrentía: +1cm	-243% +237% -252% +2.5%
Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007 (África) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	Escenarios Uniformes Temp: +2.5°C Temp: + 5°C Prec: -7% Prec: -14%	Dependiendo del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -16% a +9% De -30% a +23% De -1.4% a -6% De -11% a -11%
Mano y Nhemachena, 2007 (Zimbabwe) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	Escenarios Uniformes Temp: +2.5°C Temp: + 5°C Prec: -7% Prec: -14%	Dependiendo del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -31% a -3% De -36% a -1% De -27% a -2% De -28% a -2%
Molua y Lambi, 2007 (Camerún) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	Escenarios Uniformes Temp: +2.5°C Temp: + 5°C Prec: -7% Prec: -14%	-5.5 % -11.3 % -6.5 % -15.3%
Onoja y Achike, 2014 (Nigeria) (RIC) <i>Ingresos netos</i>	Elasticidades +1% en temp +1% en prec	-8.22% +1.20%
Galindo et al., 2015b (México) (RIC) <i>Ingresos netos</i>	Escenarios Uniformes Temp: +2.5°C Prec: -10% prec	Dependiendo del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -32% a -10% De -8.9% a -4.3%
Bawayelaazaa et al., 2016 (Ghana) (RIC) <i>Ingresos netos</i>	Efectos marginales +1°C temp +1mm prec	Dependiendo del cultivo y estación del año: De US -168.29 a US +111.47 De US -140.42 a US +155.95

Autores, año, (lugar), (modelo), variable de respuesta	Cambios uniformes en el clima Efectos marginales Elasticidades	Impactos estimados
Williams et al., 2017 (Ghana) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	Efectos marginales +1°C temp +1mm prec	- GHS 7890/ha + GHS 775.77/ha
Tumwine et al., 2019 (Uganda) (RIC) <i>Retornos de fincas agrícolas</i>	Elasticidades +1% en temp +1% en prec	Dependiendo del cultivo: De -2.02% a +0.543% De -0.08% a +0.155%
Raza y Ahmad, 2015 (Pakistán) (FP) <i>Rendimiento</i>	Efectos marginales +1°C temp +1mm prec	Dependiendo de la región (provincia): -2.6% y +2.26% -0.64% y +0.16%
Zaied y Zouabi, 2015 (Tunisia) (FP) <i>Producción</i>	Elasticidades +1% en temp +1% en prec	Dependiendo de la región: -0.05% a -5.84% -0.01% y +0.71%
Hussain y Bangash, 2017 (Pakistán) (FP) <i>Rendimiento</i>	Efectos marginales +1°C temp +1mm prec	Dependiendo de la región y del cultivo: +61.71kg/ha a +1719.9kg/ha +5.58kg/ha a +77.3kg/ha

Temp: temperatura, Prec: precipitación. Variable de respuesta: se subraya la reportada en columna de impactos estimados. Impactos estimados: Valores positivos significan ganancias y valores negativos, pérdidas. Las unidades empleadas son: % de variación con respecto al dato/año base de cada estudio, unidades monetarias del país o peso/superficie. US: dólar estadounidense. GHS: Moneda de Ghana. Fuente: elaboración propia basada en la información de cada artículo.

Los estudios revisados mostraron que ambos modelos (Ricardiano y función de producción) utilizaron variables independientes climáticas, de suelo y socioeconómicas. Sin embargo, la evaluación del impacto del CC se abordó de diversas formas. El 51.8% (11 artículos del modelo Ricardiano, 2 de función de producción, 1 que emplea ambos modelos) introducen en el modelo econométrico ajustado, valores de las variables climáticas calculados mediante modelos y escenarios de CC (EscCC). Estos incluyeron diversos modelos de circulación global (MCG) y varios escenarios de CC, así como distintos años (**Tablas 1, 2 y 4**), lo que limita la comparación entre los estudios.

Además, 7.4% consideraron cambios uniformes en el clima (2 artículos del modelo Ricardiano), mientras que 14.8% (4 artículos del modelo Ricardiano) combinaron los EscCC con cambios uniformes en el clima (**Tablas 1, 2, 3 y 4**). Los cambios uniformes en el clima se refieren a un conjunto simple de cambios en las variables climáticas, por ejemplo, +2.5°C en la temperatura y -7% en la precipitación (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2007).

En contraste, siete estudios (4 Ricardianos y 3 de función de producción) correspondientes al 25.9% (**Tablas 1, 2 y 3**), únicamente reportaron la relación de cambio entre la variable de respuesta y las

variables climáticas, reportando efecto marginales o elasticidades. El efecto marginal es el cambio de la variable de respuesta ante el aumento de una unidad de las variables climáticas (e.g., +1°C de temperatura o +1mm de precipitación), mientras que la elasticidad es la variación porcentual de la variable de respuesta en relación con las variables climáticas, determinada por el valor de los coeficientes de la pendiente del modelo econométrico ajustado (Seo y Mendelsohn, 2008).

Todos los estudios reportaron valores significativos de las variables climáticas o índices calculados a partir de dichas variables (índice de humedad, índice de aridez, índice de reconocimiento de sequía). En la mayoría de los casos la temperatura y la precipitación resultaron significativas, tanto en sus formas lineales como cuadráticas. Pocos trabajos analizaron la interacción de ambas variables, que también resultó significativa (Tablas 1 y 2).

Los estudios que emplearon cambios uniformes en el clima o que reportaron efectos marginales y elasticidades para estimar los impactos económicos del CC en la agricultura (**Tabla 3**), en su mayoría encontraron que el incremento de la temperatura reduce los ingresos netos. Sin embargo, quienes analizaron la temperatura por estación del año (Jain, 2007; Bawayelaazaa et al., 2016) reportaron que un incremento de la temperatura reduce los ingresos netos en ciertas estaciones del año, mientras que en otras lo aumenta. Esto mismo ocurrió en uno de los casos que elaboró modelos independientes para las tierras irrigadas y las no irrigadas (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007). Por tanto, los resultados de las investigaciones que no diferencian las estaciones del año pudieran estar sesgados.

Por otra parte, algunos estudios que consideraron el incremento de la temperatura en 1°C (**Tabla 3**) reportaron tanto incrementos como reducciones en las variables respuesta (rendimiento o retornos), asociadas a las diferencias entre regiones (Raza y Ahmad, 2015) y/ o entre cultivos (Hussain y Bangash, 2017; Tumwine et al., 2019).

En el caso de la precipitación, se presentaron modelos contrastantes (**Tabla 3**), ya que algunos estudios consideraron la reducción de la precipitación (-7%, -10%, -14%) y otros el incremento de la misma (+1 mm, +1%). La reducción de la precipitación (-7%, -10%, -14%) en todos los casos disminuyó los ingresos netos (Deressa, 2007; Jain, 2007; Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007; Mano y Nhemachena, 2007; Molua y Lambi, 2007; Galindo et al., 2015b). En el mismo sentido, el aumento de la precipitación mostró un incremento de los ingresos netos (Onoja y Achike, 2014; Williams et al., 2017) y el rendimiento (Hussain y Bangash, 2017). Sin embargo, otros estudios reportaron que el aumento de la precipitación puede incrementar o disminuir: 1) los ingresos netos en función de la estación del año (Bawayelaazaa et al., 2016); 2) el retorno de las fincas de acuerdo a los cultivos (Tumwine et al., 2019); 3) el rendimiento (Raza y Ahmad, 2015) y la producción (Zaied y Zouabi, 2015), de acuerdo a diferencias entre las distintas áreas de estudio (provincias, regiones).

De manera particular, los estudios que diferenciaron las fincas irrigadas (con riego) de las no irrigadas (temporal o secano) encontraron en las fincas irrigadas un menor impacto en los ingresos netos por el incremento de la temperatura y la reducción de la precipitación (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007; Mano y Nhemachena, 2007; Galindo et al., 2015b). Estos autores siguieron la recomendación de Schlenker et al. (2005), quienes mencionaron que los efectos del CC en tierras

con irrigación deben modelarse de forma independiente a las tierras no irrigadas, debido a que el riego es una decisión del agricultor.

Por otra parte, los impactos económicos del CC en la agricultura, estimados mediante modelos econométricos que emplean modelos y escenarios de CC son muy diversos (**Tabla 4**). Algunos estudios reportaron solo impactos negativos o solo impactos positivos, mientras que otros reportaron ambos. Esto se debe a la diversidad de MCG y de escenarios empleados, así como a las diferencias de las fincas en cuanto a tamaño, acceso a riego, potencial productivo (determinado por el tipo de suelo y factores hidrológicos), tipos de cultivo, ubicación geográfica, entre otros factores.

Tabla 4

Impactos económicos del cambio climático en la agricultura, estimados mediante modelos econométricos que emplean modelos y escenarios de cambio climático

Autores, año, (lugar), (modelo), variable de respuesta	Modelo, escenario y año de proyección	Impactos estimados
Schlenker et al., 2006 (E.U. A.) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	HadCM3 Periodos 2020-2049 y 2070-2099 Escenarios B1, B2, A2 y A1F1	Dependiendo de escenario: De -10.46% a -24.50% (2020-2049) De -27.37% a -68.54% (2070-2099)
Deressa, 2007 (Etiopía) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	CGM2, HadCM3, PCM Años 2050 y 2100	Dependiendo el MCG: De +0.00000281% a +0.00003289% (2050) De -0.00004626% a -0.00002743% (2100)
Eid et al., 2007 (Egipto) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	MAGICC/SCENGEN, GCM Año 2050	Dependiendo del MCG, acceso al riego, forma funcional del modelo econométrico, maquinaria pesada: De -\$1453.41/ha a +\$543.46/ha
Kabubo-Mariara y Karanja, 2007 (Kenya) (RIC) <i>Ingresos netos/acre</i>	CCC y GFDL Año 2030	Dependiendo del MCG y del potencial productivo de las zonas (medio-bajo, alto, medio-bajo+alto): De +5% a +117.43%
Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007 (África) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	CCC, CCSR y PCM Escenario A1 Años 2020, 2060, 2100	Dependiendo del MCG y del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -16% a +63% (2020) De -119% a +61.5% (2060) De -40% a +68% (2100)

Autores, año, (lugar), (modelo), variable de respuesta	Modelo, escenario y año de proyección	Impactos estimados
Mano y Nhemachena, 2007 (Zimbabwe) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	CGM2, HadCM3 y PCM Escenario A2 Años 2050 y 2100	Dependiendo del MCG y del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -91% a -8% (2050) De -119% a -30% (2100)
Molua y Lambi, 2007 (Camerún) (RIC) <i>Ingresos netos/ha e Ingreso neto total</i>	CGM2, CSIRO2, ECHAM, HadCM3, PCM Escenarios A2 y B2 Años 2020, 2050 y 2100	Dependiendo del escenario y del MCG: De -27.3% a +5.8% (2020) De -42% a +12.5% (2050) De -50% a 37.5% (2100)
Seo y Mendelsohn, 2007 (Latinoamérica) (RIC) <i>Ingresos netos/ha y valor de la tierra</i>	CCC, CCSR, PCM Escenario A1 Años 2020, 2060, 2100	Dependiendo del MCG, del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada) y del tamaño de la granja (chica, grande): De -64% a +56% (2020) De -38% a +52% (2060) De -65% a +104% (2100)
Maddison et al., 2007 (11 países de África) (RIC) <i>Valor de la tierra/ha</i>	Oficina Meteorológica del Reino Unido, Escenario A1 sin estabilización Año 2050	Dependiendo el país: De -1.3% a -30.5%
Mendelsohn et al., 2009 (México) (RIC) <i>Valor de la tierra/ha</i>	MIMR, HadCM3, PCM Año 2100	Dependiendo del MCG, del acceso al riego (irrigada, no irrigada, irrigada + no irrigada): De -39.8% a 62.3%
Ordaz et al., 2010 (Costa Rica) FP: <i>Ingreso por alquiler</i> RIC: <i>Producción (% del PIB)</i>	ECHM, GFDL, HADGEM Escenarios A2, B2 Años 2020, 2030, 2050, 2070, 2095, 2100	FP: Dependiendo del escenario, MCG, año, variable, cultivo y tasa de descuento: De -0.014% a +8.92% RIC: Dependiendo el MCG y del año: De -0.5% a -5.9%
Van-Passel et al., 2012 (15 países de Europa)(RIC) <i>Valor de las granjas</i>	HadleyCM3, ECHO-G, NCAR PCM Escenario A2 Año 2100	Dependiendo del MCG y del país: De -8% a -44%
Galindo et al., 2015a (Perú) (RIC) <i>Ingresos condicionales esperados</i>	ACCESS y CNRM-CM5 Escenario RCP 8.5 Año 2070	Dependiendo del MCG y del cultivo: -8% a -13%
Odozi, 2015 (Nigeria) (RIC) <i>Valor de la granja</i>	HadleyCM3 Año 2050	Dependiendo la zona agrícola: De -8.24% a -62.79%

Autores, año, (lugar), (modelo), variable de respuesta	Modelo, escenario y año de proyección	Impactos estimados
Stojcheska et al., 2019 (Macedonia) (RIC) <i>Rendimiento unitario/ha</i>	Escenarios del Ministerio de planeación Ambiental y física (MEPP) Años 2025 y 2050	Dependiendo del escenario: De -71.2% a -5.7% (2025) De -222.8% a -23.1% (2050)
Tun Oo et al., 2020 (Myanmar) (RIC) <i>Ingresos netos/ha</i>	PCM, CGCM3, CSIRO Escenario A2 Años 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079, 2080-2099	Dependiendo del MCG, año, la estación del año y variable climática: De -4.3% a -46%
Gay et al., 2006 (México, Veracruz) (FP) <i>Producción e ingreso neto</i>	Escenarios probabilísticos calculados por los autores en base a las tendencias climáticas observadas para el año 2020	-34% (producción) -\$9765.34 (ingreso neto)
Shayanmehr et al., 2020 (Irán) (FP) <i>Rendimiento medio y Variabilidad del rendimiento</i>	RCP 2.6, 4.5, 8.5 Periodo 2041-2070	Dependiendo de la región (provincia), forma funcional del modelo econométrico y RCP: De -0.28 a +7.65%

Modelo: Ricardiano (RIC), Función de producción (FP). Variable de respuesta: se subraya la reportada en columna de impactos estimados. RCP: Rutas representativas de concentración de Gases Efecto Invernadero. Modelos de Circulación Global (MCG). Valores positivos significan ganancias y valores negativos, pérdidas. Se reporta en términos de % de variación con respecto al dato/año base de cada estudio o en unidades monetarias del país.

Fuente: elaboración propia basada en la información de cada artículo

La mayoría de los autores coinciden en que los escenarios más severos tendrán un impacto negativo mayor en la agricultura (**Tabla 4**). Además, los estudios que analizaron varios años encontraron un incremento del impacto negativo a través del tiempo, por ejemplo, la reducción del rendimiento es mucho mayor en el año 2050 en comparación con el 2025 (Stojcheska et al., 2019). Algunos autores reportaron que la irrigación reduce el impacto del CC en la agricultura (Eid et al., 2007; Seo y Mendelsohn, 2007), por lo que esta práctica se considera una medida de adaptación.

Por otra parte, los cambios a largo plazo en las temperaturas tendrán un impacto negativo en los ingresos netos, que serán más pronunciados en las zonas con potencial productivo medio-bajo en comparación con las zonas de potencial alto. Además, se esperan algunas ganancias en las zonas de potencial alto por incrementos leves de la temperatura con una precipitación contante (Kabubo-Mariara y Karanja, 2007).

También se encontraron diferencias de acuerdo a la ubicación geográfica. Por ejemplo, un estudio en 11 países de África mostró impactos negativos del CC en el valor de la tierra en todos los países, con una mayor severidad en los más cálidos (Maddison et al., 2007). Además, se observaron diferencias entre zonas agrícolas de Nigeria (Odozi, 2015) y entre provincias de Irán (Shayanmehr et al., 2020).

En resumen, la mayoría de los estudios reportaron que el incremento de la temperatura y la reducción de la precipitación tienen impactos negativos en la agricultura. Esto afectará la seguridad alimentaria, principalmente en los países más pobres, representando un gran desafío para la adaptación de los agricultores, así como para el diseño de políticas públicas en materia de CC.

Las políticas para enfrentar los efectos adversos del CC en la agricultura, según Eid et al. (2007), deben enfocarse en el manejo de cultivos, el manejo del agua y la gestión de la tierra. Se han detectado estrategias de adaptación de los

agricultores al CC como el uso de cultivos resistentes a la sequía, la siembra en seco y temprana, modificaciones en las fechas de siembra y el empleo de riego ante condiciones climáticas adversas (Mano y Nhemachena, 2007).

3.2. Fortalezas y debilidades de los modelos econométricos

Los modelos econométricos son herramientas valiosas que permiten analizar la relación entre la temperatura y la precipitación con variables económicas como la producción, el rendimiento, el valor de la tierra y los ingresos netos. La selección del modelo econométrico para estimar los impactos económicos del CC en la agricultura debe considerar la congruencia entre los objetivos del modelo y su nivel analítico, con los siguientes aspectos: objetivo del estudio, escala de análisis y disponibilidad de datos (NU y CEPAL, 2015). También es importante tener en cuenta las fortalezas y debilidades que se discuten a continuación.

El modelo función de producción fue el más utilizado para la estimación de los efectos económicos del CC en la agricultura hasta el año 1994, cuando Mendelsohn et al. (1994), propusieron el modelo Ricardiano, que enfatiza en los efectos a nivel nacional o subnacional. Estos autores criticaron el modelo de función producción, porque sobreestima los efectos del CC ya que no incorpora adecuadamente la adaptación de los agricultores (López y Hernández, 2016). Los modelos con una mayor calibración y regionalización brindan más información, pero reducen su alcance ya que no podrán trasladarse a otra región o a otro cultivo. En contraste, los modelos que brindan información de los impactos a una escala de región o país, pueden enmascarar los impactos locales (NU y CEPAL, 2015).

El modelo Ricardiano permite estimar el impacto directo del CC en unidades con un alto grado de desagregación como las fincas y granjas. Sin embargo, debe aplicarse en localidades mayores a 200 km², situación que puede limitar el uso de esta herramienta a nivel local. Además, los datos empleados deben ser representativos de las unidades geográficas consideradas (Ordaz et al. 2010; Hernández et al., 2014). Este modelo, a diferencia del de función de producción, incluye la respuesta de adaptación de los agricultores al clima (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2007).

Por ejemplo, considerando la temperatura actual, la decisión óptima del productor puede ser cultivar un producto determinado; sin embargo, en la medida en que la temperatura se incrementa, la rentabilidad marginal de dicho producto decrece, hasta que alcanza un punto donde se vuelve negativa. En este momento, la decisión óptima puede ser la adopción de un cultivo nuevo, que se adapte a temperaturas mayores. Esta misma lógica aplica a cultivos sensibles a la precipitación pluvial (Ordaz et al., 2010). No obstante, la crítica a este modelo plantea que la gran variabilidad de condiciones climáticas de un año a otro, puede limitar las respuestas de adaptación exitosa de los agricultores (Adams et al., 1998; Reilly, 1999).

El modelo de función de la producción, a diferencia del Ricardiano, permite identificar los umbrales climáticos a partir de los cuales la producción agrícola puede ser disminuida o potenciada. Esto permite estimar los valores óptimos de temperatura y precipitación, donde se da la máxima producción, incluso para diferentes estaciones del año. Sin embargo, son escasos los estudios (Ordaz et al. 2010; Gay et al., 2006) que aprovechan esta ventaja del modelo.

Los modelos econométricos por lo general usan datos disponibles de fuentes secundarias (e.g., de organismos internacionales o gubernamentales). Esto reduce el tiempo y los costos de la investigación, facilita la generalización de los resultados, así como el monitoreo de las variables. Sin embargo, en ocasiones los datos secundarios pueden encontrarse a un nivel agregado, por tanto, se deben seleccionar los que mejor se adapten a la teoría, estimación entre variables o modelo teórico planteado (Elizalde, 2012). Además, en algunos casos se carece de información sistemática, por ello algunas investigaciones generan sus propios datos (datos primarios) para la construcción de los modelos, asumiendo los costos que esto implica.

Los análisis con datos transversales son estáticos, ya que se refieren a un momento de tiempo determinado (De Salvo et al., 2014; Odozi, 2015), estos son los que se emplean con mayor frecuencia en los modelos Ricardianos. En contraste, el uso de modelos con datos panel permite obtener coeficientes constantes en el tiempo (Tumwine et al., 2019) y elimina las distorsiones causadas por la correlación entre las variables climáticas y las estrategias de los agricultores tratadas explícitamente en el modelo, como el caso del riego (De Salvo et al., 2014). Aunque se ha reconocido la necesidad de

adaptar el modelo Ricardiano a los datos panel, la principal limitación es la ausencia de datos disponibles para años consecutivos, que proporcionen estadísticas a largo plazo (De Salvo et al., 2014).

Además, en ocasiones el modelo Ricardiano promedia de forma excesiva las variables climáticas a escala temporal, espacial o sectorial, por tanto, tiende a subestimar los impactos del CC, que se comportan de forma no lineal (Hanemann y Dale, 2006).

Generalmente las variables climáticas se incluyen en los modelos como factores exógenos. Sin embargo, otros autores consideran la temperatura como factor endógeno porque la agricultura genera gases efecto invernadero que incrementan la temperatura. Por tanto, para controlar la endogeneidad utilizan las variables latitud y longitud, que se encuentran correlacionadas con la temperatura (Husnain et al., 2018).

Por último, es importante destacar que aunque los modelos han evolucionado en los últimos años, aún existen algunas limitaciones que no se han resuelto. No obstante, se ha observado un incremento en el número de estudios que emplean el modelo Ricardiano.

4. Conclusiones

Los enfoques espacial y estructural que emplean los modelos Ricardianos y de función de producción, respectivamente, han sido los más utilizados para estimar los impactos económicos del CC, a pesar de sus limitaciones. Estos se han aplicado en diversos países y regiones.

El modelo que se ha empleado con mayor frecuencia es el Ricardiano, sin embargo, este se recomienda solo para el análisis de la agricultura en conjunto y no para cultivos específicos. Este modelo, en la mayoría de los casos, ocupa datos transversales, por ello el análisis es estático. En contraste, el modelo de función de producción generalmente usa datos panel que permiten un análisis dinámico, así como la obtención de coeficientes estables en el tiempo. Aunque es posible adaptar el modelo Ricardiano a los datos panel, la principal barrera es la disponibilidad de datos.

Los modelos Ricardiano y de función de producción han empleado varios modelos y escenarios de CC, así como cambios uniformes en el clima para estimar el impacto del cambio climático en la agricultura. En algunos casos, solo consideraron impactos marginales o elasticidades. Esta diversidad metodológica dificulta la comparación, sin embargo, la mayoría de los estudios reportaron que el incremento de la temperatura y la reducción de la precipitación tienen impactos negativos en la agricultura. Estos impactos varían de acuerdo a diversos factores como son la ubicación geográfica, el potencial productivo, la estación del año, el acceso a riego y el tipo de cultivo.

La selección del modelo para estimar los impactos económicos del CC en la agricultura debe considerar el objetivo del estudio, su escala de análisis y la disponibilidad de datos, de acuerdo con los objetivos del modelo, su nivel analítico, así como sus fortalezas y debilidades. El uso de ambos modelos de forma complementaria para el análisis de la agricultura en conjunto, puede ser una opción para potenciar las ventajas que ofrece en lo individual cada uno de ellos.

El impacto del cambio climático tiene importantes implicaciones en la producción agrícola y los ingresos de los agricultores, así como en la seguridad alimentaria por la escasez y el alza de los precios de los productos agrícolas. Por tanto, representa un gran desafío para la adaptación de los agricultores, así como para el diseño de políticas públicas en materia de CC.

Referencias

- Adams, R., Hurd, B., Lenhart, S., & Leary, N.** (1998). Effects of global climate change on world agriculture: an interpretive review. *Climate Research*, 11, 19–30.
<https://doi.org/10.3354/cr011019>
- Adams, R. M., Hurd, B. H., Reily, J.** (1999). A review of impacts to U.S agricultural resources. Pew Center on Global Climate Change. <https://www.c2es.org/document/agriculture-global-climate-change-a-review-of-impacts-to-u-s-agricultural-resources/>
- Agri, E. M., Mallo, E. R., Alfred, D. N., & Garba, A.** (2020). Impact of climate Change on Agriculture and Food Security in Nigeria. *Socialsci Journal*, 6, 41–59.
<https://core.ac.uk/reader/322551784>
- Auffhammer, M.** (2018). Quantifying Economic Damages from Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 33–52. <https://doi.org/10.1257/jep.32.4.33>
- Bawayelaazaa, N., A., Donkor, E., Aidoo, R., Saaka B., S., Naab, J., Nutsugah, S., Bayala, J., & Zougmore, R.** (2016). Economic Impacts of Climate Change on Cereal Production: Implications for Sustainable Agriculture in Northern Ghana. *Sustainability*, 8(8), 724.
<https://doi.org/10.3390/su8080724>
- BM, Banco Mundial.** (2019). Agricultura y alimentos. Entendiendo la Pobreza.
<https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview>
- CDKN, Alianza Clima y Desarrollo.** (2020). El Informe Especial del IPCC sobre Cambio Climático y la Tierra. CDKN. <https://bit.ly/3iKOU0w>
- De Salvo, M., Begalli, D., & Signorello, G.** (2014). The Ricardian analysis twenty years after the original model: Evolution, unresolved issues and empirical problems. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 6 (3), 124-131. <https://doi.org/10.5897/jdae2013.0534>
- Deressa, T. T.** (2007). Measuring The Economic Impact of Climate Change on Ethiopian Agriculture: Ricardian Approach. *Policy Research Working Paper*; The World Bank. No. 4342.
<https://core.ac.uk/display/6616219?recSetID=>
- Eid, H. M., El-Marsafawy, S. M., & Ouda, S. A.** (2007). Assessing the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Egypt. Policy Research Working Paper; No. 4293 The World Bank.
<http://hdl.handle.net/10986/7485>
- Elizalde Ángeles, E. N.** (2012). Econometría. *Red Tercer Milenio*. <https://bit.ly/3IH4Yeh>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2016a). Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (orientaciones de política). FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
<http://www.fao.org/3/i6311s/i6311s.pdf>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2016b). *Climate change and food security: risks and responses*. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>
- Fernández, F. J., & Blanco, M.** (2015). Modelling the Economic Impacts of Climate Change on Global and European Agriculture. *Review of Economic Structural Approaches. Economics*, 9(1).
<https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2015-10>
- Galindo, L. M., Alatorre B., J. E., & Reyes M., O.** (2015a). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El Trimestre Económico*, 82(327), 489.
<https://core.ac.uk/display/192806229?recSetID=>

- Galindo, L. M., Reyes, O., & Alatorre, J. E.** (2015b). Climate change, irrigation and agricultural activities in Mexico: A Ricardian analysis with panel data. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 7(7), 261–272. <https://doi.org/10.5897/jdae2015.0650>
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., & Villers, L.** (2006). Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: A Case of Study of Coffee Production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*, 79(3–4), 259–288. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9066-x>
- Gebregewergs, B., & Hadush, M.** (2017). Does climate change affect price of vegetables: Evidence from Tigray, Northern most Ethiopia. *Ekonomika poljoprivrede*, 64(4), 1335–1354. <https://doi.org/10.5937/ekopolj1704335g>
- González-Santos, R., Cadena-Íñiguez, J., Morales-Flores, F. J., Ruiz-Vera, V. M., & Pimentel-López, J.** (2016). Prediction of the effects of climate change on *Sechium edule* (Jacq.) Swartz varietal groups in Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(4), 791–804. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0401-4>
- Hanemann, W. M., & Dale L.** (2006). Economic Damages from Climate Change: An Assessment of Market Impacts. Working Paper No. 1029. Department of Agricultural and Resource Economics and Policy Division ff Agriculture and Natural Resources University of California at Berkeley. <https://escholarship.org/uc/item/7vc6g48x>
- Hernández, R. C., Bonales, V., J., & Ortiz, P., C. F.** (2014). Modelos de vulnerabilidad agrícola ante los efectos del cambio climático. *Revista CIMEXUS* (2): 31-48. <https://www.cimexus.umich.mx/index.php/cim1/article/view/191>
- Hussain, A., & Bangash, R.** (2017). Impact of Climate Change on Crops' Productivity across Selected Agro-ecological Zones in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 56(2), 163–187. <https://doi.org/10.30541/v56i2pp.163-187>
- Husnain, M. I. U., Subramanian, A., & Haider, A.** (2018). Robustness of geography as an instrument to assess impact of climate change on agriculture. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 10(5), 654–669. <https://doi.org/10.1108/ijccsm-03-2017-0049>
- IPCC**, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2019). Resumen para responsables de políticas. En: *El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres*. IPCC. <https://bit.ly/3Nt7Y1D>
- Jain, S.** (2007). An Empirical Economic Assessment of Impacts of Climate Change on Agriculture in Zambia. *Policy Research Working Paper*; No. 4291. The World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6372921>
- Jarvis, A., Ramirez, J., Anderson, B., Leibling, C., & Aggarwal, P.** (2010). Scenarios of climate change within the context of agriculture. En M. P. Reynolds (Ed.), *Climate change & crop production* (pp. 9–37). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845936334.0000>
- Kabubo-Mariara, J., & Karanja, F. K.** (2007). The Economic Impact of Climate Change on Kenyan Crop Agriculture: A Ricardian Approach. *Policy Research Working Paper*; No. 4334. The World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6242889>
- Kurukulasuriya, P., & Mendelsohn, R.** (2007). A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on African Cropland. *Policy Research Working Paper*; No. 4305. The World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6645294>
- Lobell, D., & Burke, M.** (2010). Economic impacts of climate change on agriculture to 2030. En M. P. Reynolds (Ed.), *Climate change and crop production* (pp. 38–49). CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781845936334.0000>

- López-Feldman A. J., & Hernández, C. D.** (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico*, 83(332), 459. <http://dx.doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>
- Maddison, D., Manley, M., & Kurukulasuriya, P.** (2007). The Impact of Climate Change on African Agriculture Policy Research Working Paper No. 4306. <https://core.ac.uk/reader/6521768>
- Mano, R., & Nhemachena, C.** (2007). Assessment of the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Zimbabwe: A Ricardian Approach. Policy Research Working Paper; No. 4292. The World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6644513>
- McCarl, B. A., Thayer, A. W., & Jones, J. P. H.** (2016). The challenge of climate change adaptation for agriculture: an economically oriented review. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 48(4), 321–344. <https://doi.org/10.1017/aae.2016.27>
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D.** (1994). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis*, 84, 753–771. <http://www.jstor.org/stable/2118029>
- Mendelsohn, R., & Dinar, A.** (1999). Climate Change, Agriculture, and Developing Countries: Does Adaptation Matter? *The World Bank Research Observer*, 14(2), 277–293. <https://doi.org/10.1093/wbro/14.2.277>
- Mendelsohn, R., Arellano-González, J., & Christensen, P.** (2009). A Ricardian analysis of Mexican farms. *Environment and Development Economics*, 15(2), 153–171. <https://doi.org/10.1017/s1355770x09990143>
- Meza-Pale, P., & Yunez-Naude, A.** (2015). The Effect of Rainfall Variation on Agricultural Households: Evidence from Mexico. En *International Conference Agricultural Economists*, International Association of Agricultural Economist (Ed.), *Agriculture in a Interconnected World*, 1–24. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.212457>
- Molua, E. L., & Lambi, C. M.** (2007). The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon. *Policy Research Working Paper*; No. 4364. The World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6373651>
- Monterroso-Rivas, A. I., Conde Álvarez, A. C., Gómez Díaz, J. D., & López García, J.** (2007). Vulnerabilidad y Riesgo en Agricultura por cambio climático en la Región Centro del Estado de Veracruz, México. *Zonas Áridas*, 11(1), 47–60. <https://bit.ly/3NttTWn>
- Mourad, F., Abdelali, L., & Zouhair, L.** (2017). Modelling the impact of climate change on cereal yield in Morocco. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(3), 1098–1103. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.3.11>
- NU y CEPAL, Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina.** (2015). *Agricultura y cambio climático: Economía y modelación*. Naciones Unidas, Santiago de Chile. <https://bit.ly/3uxKpvX>
- Odozi, J. C.** (2015). The economic impact of climate change on small farms in Nigeria: A Ricardian approach. Department of Agricultural Economics, University of Ibadan. <https://core.ac.uk/reader/213978563>
- Onoja, A. O., & Achike, A. I.** (2014). Economic Analysis of Climate Change Effects on Arable Crop Production in Nigeria. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5, 76–85. <https://core.ac.uk/download/pdf/234646375.pdf>
- Ordaz, J. L., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B.** (2010). *Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Naciones Unidas, CEPAL, México, D. F. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25921>

- Raza, A., & Ahmad, M.** (2015). Analysing the Impact of Climate Change on Cotton Productivity in Punjab and Sindh, Pakistan (N.o 9). International Development Research Centre and Institute of Development Economics. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/72867/>
- Reilly, J.** (1999). What Does Climate Change Mean for Agriculture in Developing Countries? A Comment on Mendelsohn and Dinar. *The World Bank Research Observer*, 14(2), 295–305. <https://doi.org/10.1093/wbro/14.2.295>
- Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C.** (2005). Will U.S. Agriculture Really Benefit from Global Warming? Accounting for Irrigation in the Hedonic Approach. *American Economic Review*, 95(1), 395–406. <https://doi.org/10.1257/0002828053828455>
- Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C.** (2006). The Impact of Global Warming on U.S. Agriculture: An Econometric Analysis of Optimal Growing Conditions. *Review of Economics and Statistics*, 88(1), 113–125. <https://doi.org/10.1162/rest.2006.88.1.113>
- Seo, N., & Mendelsohn, R.** (2007). A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on Latin American Farms. *Policy Research Working Paper* 4163, World Bank. <https://core.ac.uk/reader/6615625>
- Seo, N., & Mendelsohn, R.** (2008). A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on South American Farms. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-58392008000100007>
- Shayanmehr, S., Rastegari Henneberry, S., Sabouhi Sabouni, M., & Shahnoushi Foroushani, N.** (2020). Drought, Climate Change, and Dryland Wheat Yield Response: An Econometric Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5264. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17145264>
- Stojcheska, A. M., Hristov, J., & Surry, Y.** (2019). Farm response to climate change: exploratory analysis of Macedonian agriculture using the Ricardian modeling approach. *Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences*, 40(1), 105. <https://doi.org/10.20903/csnmbs.masa.2019.40.1.135>
- Tumwine, G. N., Lokina, R. B., & Matovu, J. M.** (2019). The Effect of Climate Change on Agricultural Crop Returns in Uganda. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 11(4(J)), 71–87. [https://doi.org/10.22610/jebs.v11i4\(j\).2922](https://doi.org/10.22610/jebs.v11i4(j).2922)
- Tun Oo, A., van Huylenbroeck, G., & Speelman, S.** (2020). Measuring the Economic Impact of Climate Change on Crop Production in the Dry Zone of Myanmar: A Ricardian Approach. *Climate*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.3390/cli8010009>
- Van Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R.** (2012). A Ricardian analysis of the Impact of Climate Change on European Agriculture (No. 83). *Fondazione Eni Enrico Mattei*. <https://core.ac.uk/display/195146874?recSetID=>
- Williams, P. A., Crespo, O., & Essegbey, G. O.** (2017). Economic Implications of a Changing Climate on Smallholder Pineapple Production in Ghana. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 8, 34–43. <https://core.ac.uk/download/pdf/234647998.pdf>
- Zaied, Y. B., & Zouabi, O.** (2015). Climate change impacts on agriculture: A panel cointegration approach and application to Tunisia. *Larequad University of Tunis Elmanar, University of South Toulon*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/64711/>

Vivienda decimonónica en Xalapa: una historia desde la memoria

Nineteenth-century housing in Xalapa: a story from memory

Karla Lorena Lozano Merino ^a|

Recibido: 25 de enero de 2022.

Aceptado: 9 de marzo de 2022.

Resumen: El presente artículo se centra en el estudio de la historia de la arquitectura habitacional decimonónica en un contexto local desde una aproximación social, a partir de las experiencias de vida cotidiana contadas en narraciones tanto escritas como verbales, que configuran a los inmuebles como un reservorio simbólico de recuerdos de la vida familiar de élite, contenedor de significados y valores que trascienden más allá de su historia material. En este sentido se estudia de manera inductiva a la vivienda decimonónica localizada en el Centro Histórico de Xalapa, cuya historia se apuntala en las dinámicas socioculturales de principios del siglo XX, estudiadas desde las narraciones de los testigos de aquella época como una síntesis de relaciones entre materialidad, interacción social y memoria, lo que finalmente otorga un andamiaje que favorece la aproximación historiográfica desde una visión social.

Palabras clave: Historiografía, memoria colectiva, élite, vida cotidiana.

Abstract: *This article focuses on the study of the history of nineteenth-century housing architecture in a local context from a social approach, from the experiences of daily life told from both written and verbal narratives, which configure to the buildings as a symbolic reservoir of memories of elite family life, container of meanings and values that transcend beyond their material history. In this sense, the nineteenth-century houses located in the Historic Center of Xalapa are studied inductively, its history are underpinned by the sociocultural dynamics of the early twentieth century and is studied from the narratives of the witnesses of that time as a synthesis of relationships between materiality, social interaction and memory, which finally gives a scaffolding that favors the approach to the study of its history from a social vision.*

Keywords: *Historiography, Collective memory, Elite, Everyday life.*

Introducción

Desde los orígenes de la arquitectura como manifestación material, se han contado numerosas historias al respecto de su configuración, desde sus materiales y procesos constructivos hasta las características estilísticas que permiten identificar en ella ciertas temporalidades entre otras cualidades, investigaciones que utilizan como punto de partida la contextualización de los inmuebles y sus categorizaciones de estudio determinadas por estilos, tipologías, géneros y funciones, por mencionar algunas.

Pero ¿Cómo se puede conformar una historia de la arquitectura que permita ser interpretada desde los fenómenos socioculturales que la contextualizan?, existen otros relatos que complementan de manera significativa lo ya estudiado, hechos basados en fenómenos socioculturales que favorecen la relación de función y espacialidad en la arquitectura, así como la interpretación hermenéutica de la experiencia vivida dentro del espacio habitable.

En este sentido esta investigación se sustenta en las microestructuras de narraciones históricas basadas en el imaginario y la memoria de los habitantes del lugar, cuyo abordaje se propone desde las formas de vida que se desarrollaban al interior de los hogares de familias de élite, en un contexto local, con un enfoque de análisis en relación con el uso de los espacios de la vivienda.

Bajo este tenor, se lleva a cabo el historiar de la arquitectura habitacional decimonónica en Xalapa a través de las fases de Prefiguración, configuración y refiguración que Paul Ricoeur (2002) propone, cuyo objetivo es fusionar relato y acto arquitectónico en una relación de espacio y tiempo. Esta conexión se hace evidente en la presente investigación, en el andamiaje de significados y valores alojados en las reminiscencias que habitantes y visitantes tienen al respecto de las viviendas, construidas en los primeros años del siglo XX y localizadas en el Centro Histórico de la Ciudad.

Cabe mencionar que en las primeras dos etapas (configuración y prefiguración), se utiliza información obtenida de fuentes tanto directas como indirectas, es decir, por un lado, se desarrolla desde el imaginario de las personas que interactuaron con algún inmueble de manera cercana; y por el otro se basa en la generalidad de las narraciones de viajeros que vivieron escenas de convivencia con las familias de élite xalapeña durante la época porfiriana, la última fase del proceso: refiguración; se lleva a cabo desde un método inductivo.

Así mismo, se hace uso de la tipología como instrumento historiográfico, el cual según Marina Waisman (1993) puede utilizarse como pauta de periodización desde una visión latinoamericana, herramienta que delimita las características socioculturales del periodo estudiado con relación a su arquitectura habitacional.

La vivienda decimonónica en Xalapa emerge entonces como un reservorio de experiencias que permiten por un lado, remitirnos al pasado de la ciudad y la vida de su gente y por el otro entender su historia desde adentro, desde la manera en la que los habitantes se apropian del espacio no solo de manera física sino también desde lo intangible, a través de recuerdos e imaginarios que surgen como un vínculo entre el pasado y el presente; entre el tiempo y el espacio; y entre la arquitectura y su sociedad.

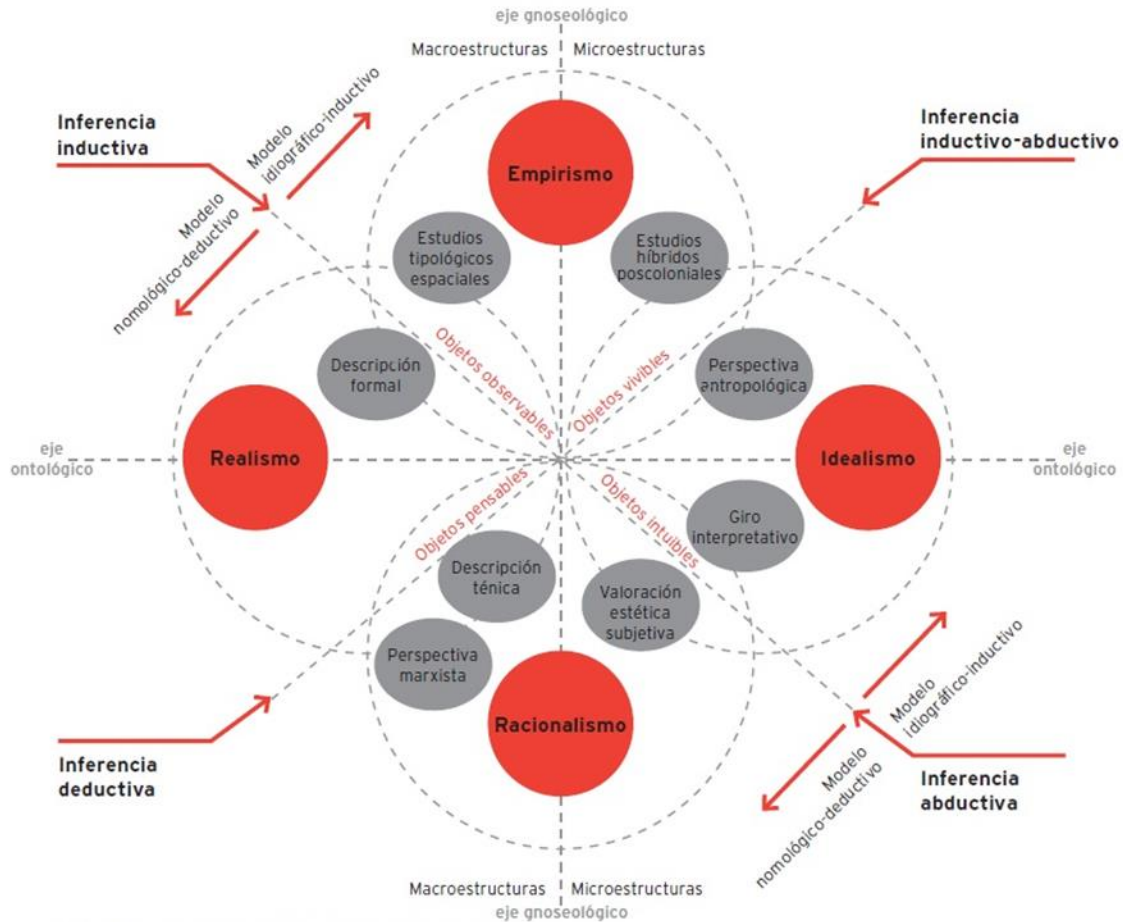
1. Algunos apuntes al respecto de la historia de la arquitectura

El pasado de la arquitectura en México se ha estudiado desde diferentes campos historiográficos (**Figura 1**), tal como lo establecen Marco Alejandro Sifuentes y Ana Torres-Landa (2014) quienes desarrollan un análisis de estas dimensiones desde cuatro perspectivas de objetos de estudio: Observables, vivibles, pensables e intuibles; así como algunas de las posturas del pensamiento distinguidas desde dos enfoques epistemológicos: ontológico y gnoseológico¹.

En este sentido, la investigación que se plantea en el presente artículo parte de reconocer a la vivienda decimonónica como un objeto vivible, es decir, un espacio habitable capaz de generar emociones y recuerdos, útiles en la configuración de narrativas sustentadas en microrrelatos que emergen de las experiencias de vida, las cuales mediante inferencia inductiva-abductiva ofrecen una interpretación hermenéutica de la historia de los inmuebles.

¹ Los autores señalan que el esquema propuesto no pretende ser rígido ni estático, sino que cada área significa una variable dinámica que puede ser modificable según cada

Figura 1.
 Campos de la historiografía mexicana de arquitectura de acuerdo con los enfoques epistemológicos



Fuente: Marco Alejandro Sifuentes Solís & Alejandra Torres-Landa López. (2014) La E-A de la "Historia de la arquitectura" en las IES de la era digital: hacia una nueva e-topía p. 124

Bajo un panorama de observación de los problemas históricos desde lo sociocultural, emerge la necesidad de investigar particularmente la vivienda, considerada por Montaner y Muxí (2010) como una de las manifestaciones arquitectónicas compuestas desde sus inicios por una gran amalgama de ejes axiológicos, epistemológicos, teóricos y simbólicos que requieren de una reinterpretación constante. En este sentido, resulta relevante analizar el desenvolvimiento de las sociedades al interior de la arquitectura habitacional, descubrir cuáles son sus comportamientos y como es que las viviendas como núcleo familiar, se ven influenciadas por las características del pensamiento y las dinámicas culturales de la época. Lo anterior a través de herramientas tales como la memoria y el imaginario que nos permiten aproximarnos a la realidad del pasado, un antecedente que a simple vista no nos es posible conocer, pero que se devela de manera natural a través de relatos de personas mayores o desde la narrativa escrita. Al respecto, Paul Ricoeur (2002) establece que es desde la sociedad de donde puede emerger el conocimiento y estudio de la historia, el autor hace

evidente un procedimiento propuesto para demostrar su postura cuyas principales herramientas son la memoria y el lenguaje a través de la narrativa, los cuales son utilizados durante las etapas del proceso suscritas como prefiguración, configuración y refiguración.

Ricoeur (2002) establece que la fase de prefiguración es una conversación ordinaria carente de significados, es decir, se trata de hechos aislados; en cuanto a la fase de configuración, el autor refiere que se trata de la construcción de relatos de la vida cotidiana transmitidos en un primer lugar a través de la escritura literaria y en un segundo momento a partir de la narrativa; y finalmente, la fase de refiguración en donde se transmiten las narraciones a un receptor, el cual interpreta el relato. De manera paralela, desde la práctica, autores como Eloy Méndez (2014) coinciden con la clasificación del proceso de memoria y narratividad propuesta por Ricoeur en relación con la arquitectura y también desde el imaginario del paisaje, narrativa en la que la sociedad describe escenas pasadas tanto de la ciudad como de su arquitectura.

Otros autores como Silva (2013), Peter Krieger (2006), Clifford Geertz (1973), Cornelius Castoriadis (1975) y Maurice Halbwachs (1968), también establecen relaciones entre historia, sociedad y cultura; y exaltan la necesidad de construir narrativas desde el imaginario y la memoria tanto colectiva como individualizada, lo que favorece el entendimiento de las relaciones entre tiempo y espacio.

Finalmente se puede afirmar que a través de los habitantes y las narrativas de sus memorias, es posible construir una aproximación a la caracterización de la vivienda decimonónica, que si bien, se encuentra delimitada por sus características tipológicas desde la disciplina arquitectónica, esta cualidad resulta también de utilidad en su propio análisis desde su historiografía, pues funciona como pauta no solo de periodicidad sino como un referente de estudio más allá de su materialidad, conformada por espacios de reminiscencias, significados y emociones.

2. Contextos porfirianos y estilos de vida desde la perspectiva local

Lograr la relación entre tiempo y espacio necesaria en la construcción de narraciones al respecto del pasado, requiere establecer primero un punto de partida que facilite la delimitación de la temporalidad sobre la cual las reminiscencias de los actores participantes nos proporcionan imaginarios del hecho arquitectónico. En este sentido, se establece al periodo del Porfiriato como escenario a través del cual, con el apoyo de entrevistas y evidencias documentales de memorias escritas, se estudia a la arquitectura habitacional desarrollada en aquella época desde un contexto local como la ciudad de Xalapa, Veracruz, México. Este periodo histórico está enmarcado entre los años de 1876 y 1911, momento en el que a decir de Luis González y González (2010) México se convirtió en un lugar que consiguió restaurar el orden, la paz y progreso de la mano de Porfirio Díaz, al final de un siglo de batallas, logrando con ello el prestigio internacional del país encaminándolo hacia un progreso material y cultural.

Por su parte, Moisés González-Navarro (1957) señala que en este periodo seguiría permeando la desigualdad social, al reconocer, del mismo modo en que lo hace González y González (2010), que los privilegios de poder y riqueza aún permanecían en manos de unos cuantos grupos de élite social

(empresarios comerciantes y latifundistas) así como de la clase media (técnicos, maestros y abogados, gente con educación y aspiraciones políticas). En este sentido Carlos Lira Vázquez (1990) señala que estas contradicciones de la sociedad porfiriana se reflejaban también a través de la arquitectura y su producción, haciendo evidente el profundo y favorable cambio que se producía para la burguesía en contraste con el empeoramiento de las viviendas de las clases bajas. De igual manera, Israel Katzman (1993) también hace evidente esta distinción de clases a través de las características de la arquitectura decimonónica tanto habitacional como de servicios.

Estas opiniones advierten que el desarrollo del periodo significó para las ciudades y sociedades mexicanas un respiro ante las constantes luchas armadas que se habían extendido por todo el país², al mismo tiempo que materializó una idea de progreso desde una serie de aportes arquitectónicos, que aunque basados en modelos europeos, lograron identificar a esta época como un momento significativo para la arquitectura mexicana; esta influencia extranjera proporcionó también ciertos ejemplos de modos de vida que de igual manera fueron adoptados en México.

En el contexto local de Xalapa, estas características también se hicieron evidentes tanto en la conformación de estratificaciones sociales como en la arquitectura, pues al igual que en la ciudad de México, se dieron lugar algunos cambios urbano-arquitectónicos que si bien, lograron ciertas mejoras en busca de la modernización de la ciudad, sus manifestaciones arquitectónicas se encontraban inmersas en el ambiente colonial propio de la capital veracruzana. Lo anterior lo podemos constatar en la **Figura 2**, en la que se puede observar la presencia de ciertos estilos propios de la arquitectura porfiriana, en contraste con la originalidad de las manifestaciones tradicionales de los inmuebles xalapeños.

Figura 2

Contrastes de estilos arquitectónicos, entre lo tradicional y lo nuevo



Fuente: página de Facebook Xalapa antiguo. (2021)

Para autores tales como Soledad García-Morales (2001), el orden y progreso en Xalapa se dio a partir de las innovaciones en cuanto a la infraestructura ferroviaria, el servicio de alumbrado con

² Cabe mencionar que esta tranquilidad no fue equitativa ni prevalecería por mucho tiempo pues gran parte de la población no resultó beneficiada y en gran medida sufrían las injusticias que provocaba la concentración de poder y la riqueza en algunos grupos sociales, inconformidad que finalmente terminó en huelgas de trabajadores, riñas entre partidos políticos y la cancelación de publicaciones referentes periódicos de oposición. (González y González, 2010)

focos incandescentes en casas particulares, el abastecimiento de agua potable, el desarrollo de las industrias textiles y de artesanías además de la práctica del comercio y el impulso de la obra material por parte del entonces gobernador Juan de la Luz Enríquez.

La autora, nos brinda otra imagen del significativo impulso de la ciudad durante la etapa del porfiriato, tanto en su infraestructura como en su arquitectura pública y privada, aunada a las innovaciones en cuanto a la cultura y el sistema de enseñanza que terminaron por darle un prestigioso reconocimiento a la capital veracruzana. Así mismo, la escala social que desde la ciudad de México comenzó a ser evidente, también permeó a nivel local en la manera en la que se clasificaron los estratos socioeconómicos y actividades productivas de los ciudadanos, sustentados en gran medida por la corriente marxista y sus características capitalistas. Según Alberto María Carreño (1951), estas clasificaciones quedaron determinadas como clase baja, media y alta; compuestas por determinados grupos sociales cuyo poder económico los hicieron acreedores a cierto nivel social.

Por otro lado, Manuel Flores desarrolla una estampa de la sociedad de élite Xalapeña en la que las relaciones entre familias se configuraban como el vínculo a partir del cual se mantenía cierto poder y reconocimiento por parte de la sociedad xalapeña. Según el autor, en Xalapa se presentan dos tipos de familias con cierta influencia política, económica y social. Por un lado, la élite dueña de cierto número de propiedades, consagradas como comerciantes o productores y, por otro lado, la presencia de miembros de la sociedad que sobresalían por sus conocimientos en diversas áreas (Flores, 1968).

Por su parte Guillermo Prieto (2008), utiliza la metáfora como herramienta para describir a los diversos grupos sociales presentes en la ciudad de Xalapa durante su visita en 1875, durante la cual, convivió con distintos estratos socioeconómicos de la población; desde artesanos y trabajadores en las fábricas textiles, hasta hacendados, comerciantes, académicos y familias de renombre quienes lo alojaron en un par de ocasiones como un invitado especial. Con estos testimonios podemos evidenciar la manera en la que, a través de la experiencia vivida de los visitantes, es posible construir imaginarios que facilitan la comprensión de un periodo que forma parte del pasado de una ciudad de provincia, en la que el constante deseo de *modernidad* modificó, poco a poco, la imagen de la ciudad.

En este contexto, se ha seleccionado a la vivienda decimonónica como la oportunidad de construir un imaginario del pasado, estudiándola bajo la intención de rescatar aquellas narraciones que, sin lugar a duda, reconocen en ella un reservorio de experiencias humanas y comportamientos sociales, desde los cuales, puede construirse una historia de los inmuebles más allá de su materialidad.

3. Vivienda decimonónica en Xalapa: un reservorio de memorias

Después de haber establecido un punto de partida que facilita la construcción de relaciones entre tiempo y espacio para determinar el hecho arquitectónico que se ha de analizar, se procede a construir una narrativa desde diferentes perspectivas y experiencias de vida.

En este sentido, se plantea el análisis de una vivienda decimonónica³ en dos momentos, por un lado, a partir del análisis del discurso escrito por Guillermo Prieto como visitante a la ciudad; y por el otro, a partir de la narrativa que emerge con el desarrollo de entrevistas semiestructuradas, como una herramienta crucial para entender las dinámicas socioespaciales al interior de la vivienda a través de la experiencia de habitantes del inmueble.

El texto seleccionado para llevar a cabo el análisis de discurso de Guillermo Prieto se trata de la publicación titulada: *Una excursión a Xalapa en 1875*, documento que vio la luz en su primera edición, en 1968, a cargo de la editorial Citlaltepetl, en cuyas páginas se recopilan las cartas que el poeta redactó durante su visita, en las cuales describe a la ciudad, su arquitectura y sociedad a través de diversas metáforas y poesías que facilitan la construcción de imaginarios. Para el caso de las entrevistas, se seleccionó a una fuente directa que conoció a la vivienda estudiada durante gran parte de su vida; lo anterior con la finalidad de construir una narrativa del inmueble durante 1950⁴, desde la experiencia y el uso de la memoria.

A continuación, se presentan los hallazgos más significativos en cuanto a los dos momentos analizados. Desde la experiencia de Guillermo Prieto en el espacio, se desarrolla un análisis de sus memorias escritas a partir de la localización de citas en el texto, que relatan la percepción que el autor tiene de los inmuebles, así como el desarrollo de dinámicas socioespaciales al interior de las viviendas tal como se aprecia en la **Tabla I**.

Tabla I

Citas textuales en las que se describen características tanto físicas como de las dinámicas socioculturales que se desarrollan en las viviendas

Página	Extracto textual
34	<p>“... amplios corredores Exteriores con sus delgadas columnas de palo y balconería de ídem, de Fierro como en México; pero en concurrencia franca con casuchas por sobre cuyos techos tendían copas de árboles y revoleaban los plátanos su follaje”.</p> <p>“es un edificio muy espacioso que contiene patios, jardines y Corrales y en que la sección destinada a los viajeros está privada”.</p>
67	<p>“María, al piano, que el señor tiene que hacer”. Y se desprendió del grupo de tempranas gracias, una pequeñuela de tuniquillo corto, con sus largas trenzas sobre la espalda, su tez pálida, sus ojos de Xalapeña, que con eso se dice todo; y tal fandango, y tal repiqueteó entre ceja y ceja, que encantaba la mocoziuela.</p> <p>Tocó la niña una pieza de rara ejecución, dando honor a su maestro al mostrar sus no comunes conocimientos”.</p>
111	<p>“La mayor parte de las casas de Jalapa y sus alrededores, tienen sus patios y jardines sembrados con cafetos entre flores y las frutas que acostumbran cultivar destinándose el producto de aquellos al consumo de las familias que las habitan, las que procuran de este modo evitar la necesidad de comprar dicho fruto al alto precio que circula”.</p>

³ Se llama arquitectura decimonónica a los inmuebles construidos durante el periodo del Porfiriato, o bien edificados de 1876 a 1911 (Lira, 1990)

⁴ Esta perspectiva, aunque alejada del contexto y periodo original, sigue manteniendo una relación entre tiempo y espacio.

115	“Henos instalados en la alegre mesa; una de las puertas de nuestro salón da a la calle como la otra a un jardín hermosísimo... por allí llegaron a su tiempo y en procesión solemne, casi triunfal, los manjares que debían satisfacer nuestro inverosímil apetito”.
130	“...colocadas con sus suelos albeando, limpísimas; sus sillas de bejuco o de palo, perfectamente colocadas, sus silletas frente a las ventanas en hileras, de mayor a menor; sus camas de pilares gruesos, sosteniendo un cielo de madera, y su cortinaje blanco como la nieve, sujeto a la caoba con sus moños de listón”.
	“Al correr las ventanas, se va viendo, ya la estancia lujosa con sus asientos de bejuco, sus quinqués, sus consolas y espejos, el amplio corredor pintado de escarlata, y un remolino de plátanos, adelfas y jazmines entre vistosas enredaderas, y parásitas colgadas en sus primorosos cestos de alambre”.
	“En ese corredor se perciben señoritas con lujosos peinados sembrados de flores, trajes de la última moda, bordando canevá o agitando la máquina ruidosa de Grover o de Singer.”
152	“Así dispuestas las que tienen el nombre de las calles, se van andando por algunas de ellas como por cornisas y fajas, y los claros de las ventanas presentan las casas que son fuera y aún dentro de los centros de la población en su mayoría bajas, como serie de aparadores en que se diversifica el espectáculo de la vida íntima en sus curiosos detalles; a jalapa se le ve vivir, mejor dicho, uno hace familia con todas las familias aunque sea como transeúnte”.
	“Por entre otras rejas se ve el austero estudio del letrado, con sus estantes de libros y sus esferas, y debajo de él, por entre las jaulas de los pájaros, las ramas de los plátanos y los chirimoyos; las colinas risueñas, los campos en que pastan los ganados y la falda de la grandiosa Sierra de perote en toda su magnificencia”.
156	“...Esta es la segunda calle principal; tenían antes todas esas ventanas sus barrotes negros, y sus celosías formaban una sola casa. Se verificó la división: una sigue con sus ventanas de palo, la otra con sus verjas elegantes de fierro. Donde están las ventanas de palo nació don Antonio López de Santa Ana y acaso su hermano Ángel, de quién es parecidísima la firma, como has visto. En la que es hoy sala de Landero, nació el presidente de la República Lerdo de Tejada y varios de sus hermanos”.
	“...Sus suelos, maquetados perfectamente; su jardín reducido, con su fuente rodeada de flores escogidas. El tulipán, la gardenia, las camelias, los jazmines, las parásitas y las enredaderas, formando cortinas sobre mil variedades de rosas, salpicadas de clavellinas y pensamientos”.
235	“El local, lo ilumina el gas, es espacioso, lo decoran decentes muebles. El salón en que se verifican las reuniones y los bailes es amplio y espacioso con un aspecto de alegría que constituye su principal adorno.”
234	“Reverbera de luz aquella estancia, cuadros, bandillas, mujeres hermosas con sus chales de colores varios, y sus peinados prominentes.”
271	“Domina al jardín un salón magnífico propio para baile y desde los balcones se distinguen paisajes hechiceros, superiores en belleza á cuanto puede soñar la más exaltada imaginación.”
297	“La casa con sus amplios corredores convertidos en vergeles, las alfombras, los cristales y los cuadros y candiles, estaban la Noche buena en la estancia de mi amigo Navarro como sumergidos en el mas de la luz...”
298	“Contiguo al amplio salón dispuesto para el baile está un extremo corredor de cristales, que servía de sala de recepción al sexo galante.”
309-310	“Dibujándose apenas como una sombra, doña Lucecita, señora de respeto, fina, pequeña, delgada y de una fisionomía simpática que se amolda á todos los papeles, y que en este momento expresaba austera gravedad, con su voz dulcísima me dijo: usted que es tan afecto á lo antiguo va á recibir unas visitas”.

- 310 “En el centro de la pieza había una mesa y frente a ella una ancha silla de banquetta con sus clavos de metal amarillo; sobre la mesa blanqueaba un enorme libro forrado de pergamino y á su lado vi esparcidas unas piezasillas ovaladas y circulares, que me parecieron de concha”.
- 314 “La calle de Santiago compuesta de casas bajas con sus grandes ventanas, sus butacas, al frente sus camas con cortinas y sus patios llenos de flores, conduce á las fábricas de mantas del señor Don Pedro Landero que administra fungiendo como socio mi caballeroso amigo y sobrino Guillermo Velez”.

Fuente: Guillermo Prieto (1968) Excursión a Xalapa en 1875. Editorial Citlaltepetl.

Mediante un segundo análisis, se ha seleccionado a un ejemplar ubicado en la calle de Felipe Carrillo Puerto (**Figura 3**), vialidad localizada al interior del perímetro del Centro Histórico de la ciudad, inmueble cuyo uso original fue de vivienda ocupada por dos familias de élite en Xalapa durante diferentes periodos, primero fue el hogar de la familia Caraza hasta la segunda mitad del siglo XX cuando pasó a ser ocupada por la familia Domínguez, posteriormente fue sede del Colegio de periodistas del Estado y más recientemente es utilizada como recinto del Colegio de Veracruz.

Figura 3
Vivienda decimonónica



Nota: Seleccionada como caso de estudio localizada en el Centro Histórico de Xalapa Veracruz.

Fuente: Fotografía: Autor(a) (2020)

A partir de este breve contexto histórico y socioespacial de la vivienda, se plantea el desarrollo de una entrevista llevada a cabo desde la experiencia de vida de una persona que conoció al inmueble durante su función habitacional. En este sentido, se presenta a continuación, una narrativa construida como resultado de los recuerdos de la Sra. María del Carmen Espinosa Esteva⁵, vecina de la calle Felipe Carrillo Puerto a mediados del siglo xx.

⁵ Miembro de una reconocida familia de médicos cuya relación de amistad con la Fam. Domínguez favoreció el acercamiento al inmueble tanto de manera física como simbólica al ser una observadora activa de sus dinámicas socioespaciales.

Según la entrevistada, la casa fue construida en 1904 por el ingeniero Martínez del Villar, siendo propiedad en primer lugar de Lino Caraza, dueño del Ingenio “La concepción”⁶ y después de la Familia Domínguez. El inmueble, distaba mucho de las viviendas vecinas, pues estas estaban conformadas por un solo nivel, teja sobre vigas en los techos, con un solo acceso y dos ventanas en su fachada; en contraste con lo atractivo de este ejemplar habitacional, que tenía dos niveles y en sus interiores se podían observar cielos rasos y finas decoraciones (M.C. Espinosa, Comunicación personal, 29 de septiembre del 2021).

Figura 4

Decoraciones en cielos rasos de la vivienda localizada en Carrillo Puerto



Fotografía: Autor(a) (2020).

La casa estaba conformada por diversos espacios tanto privados como públicos tales como: despachos, comedor, sala grande, salón de baile, recámaras, baños, cocina, cuartos de servicio, cuartos de estudio, salones de música, sótano, traspatio, jardín con una fuente central, escalera principal, sala de recepción, entre otros (M.C. Espinosa, Comunicación personal, 29 de septiembre del 2021).

En cuanto a las dinámicas socioespaciales, el personal de servicio lo integraban cocineras, lavanderas, recamareras y nanas, quienes se encargaban de cuidar a los más pequeños de la casa. Estos habitantes se alojaban en un espacio localizado a un costado del inmueble, cerca de los lugares en los cuales se desarrollaban las tareas domésticas, las que iniciaban muy temprano con la limpieza de la casa y la compra de los ingredientes para la elaboración de los alimentos. La dinámica cotidiana comprendía también la compra de leña, carbón, leche y pan por vendedores viandantes, quienes

⁶ Lino Caraza es procedente de una familia avecinda en Xalapa desde los tiempos de las ferias, fue además copropietario de la Hacienda de La Concepción, diputado local entre los liberales y jefe político del cantón. (Leonardo Pasquel, 1975)

entregaban los productos directamente en la cocina o en la bodega durante las primeras horas de la mañana (M.C. Espinosa, Comunicación personal, 29 de septiembre del 2021).

Había ciertos espacios de la casa destinados para llevar a cabo actividades propias de hombres, mujeres y niños tanto para integrantes de la familia como para los miembros del servicio. Por ejemplo, la cocina era el dominio de las mujeres, los niños jugaban en el patio central y los varones usaban la sala, la biblioteca y los salones de juego. Al respecto de los sótanos, tanto la familia Caraza como la de los Domínguez, ocupaban este espacio como bodegas, almacenes y cavas de café y vinos para las reuniones familiares y sociales (M.C. Espinosa, Comunicación personal, 29 de septiembre del 2021).

Por otro lado, la señora de la casa mantenía en orden el hogar y tenía un marcado rol como madre y esposa siempre al pendiente de que las cosas funcionaran bien. De acuerdo con la época, las mujeres de la familia sabían cocinar, coser, bordar y practicaban alguna manifestación artística como la pintura, tocar instrumentos musicales o cantar. En general, se preparaba a las chicas para ser buenas amas de casa. De igual manera, el papel del hombre era el de proveedor de alimentos y satisfactor de las necesidades de la familia, además de ejercer una profesión y saber hacer negocios (M.C. Espinosa, Comunicación personal, 29 de septiembre del 2021).

4. Prefiguración de la vivienda decimonónica xalapeña desde la narrativa

En este apartado se lleva a cabo el proceso de prefiguración, en la búsqueda de construir imaginarios y significados a partir de las narrativas presentadas, así mismo, el uso de la tipología como herramienta historiográfica toma lugar en este momento, a través de considerar a la vivienda decimonónica como un hecho arquitectónico delimitado por un tiempo particular cuyas dinámicas socioespaciales pueden ser analizadas de manera inductiva, es decir, de lo general a lo particular.

En este caso tanto la narrativa de Guillermo Prieto como la particularidad que nos ofrece la entrevista realizada, nos brindan un panorama coincidente en muchas de las reminiscencias que ambos actores realizan, dado que, como puede observarse en las narrativas expuestas, la vida al interior de la vivienda estaba fuertemente influenciada por los códigos de ética y decoro de la época, los cuales incluso establecían un orden espacial distintivo entre clases sociales, fenómeno que era evidente desde el diseño del propio partido arquitectónico.

Lo anterior se manifiesta al respecto de considerar espacios de servicio destinados para la clase baja dentro de la dinámica de la vivienda: la servidumbre y los trabajadores que están al servicio de los propietarios, espacios privados exclusivos para la familia y públicos destinados para evidenciar las relaciones sociales y de negocios del grupo familiar con los círculos de élite de aquel momento.

En este sentido puede advertirse que los espacios destinados para el servicio se ubicaban en el fondo y costados de la propiedad, mientras que los públicos se localizaban a lo largo de la fachada, utilizando para la exposición de estos espacios grandes ventanales, a partir de los cuales además de proveer de ventilación e iluminación a la vivienda, tenían la función de enmarcar los escenarios que se llevaban a cabo en el interior. De esta forma podemos advertir como en la planta baja, se

concentran los espacios más relevantes tanto de uso público como privado, espacios en los que se exaltaban las formas de vida de los habitantes y a partir de los cuales se denota su estrato social. Espacios como la gran sala y el salón de música colocados como parte de los espacios que integran la fachada, el despacho, la biblioteca, el salón de recepción, la gran escalinata principal, las habitaciones de la familia, el gran comedor, los salones de juego y la cocina son lugares que manifiestan diversas representaciones socioculturales.

En el caso del nivel de sótano existe una disminución considerable en cuanto al porcentaje de espacio utilizado por la clase social alta dentro de la dinámica de la vivienda, pues tal como se narra son áreas destinadas al almacenaje. Sin embargo, desde las características funcionales propias del inmueble son espacios que se utilizan junto con el patio central para dotar de ventilación natural a toda la vivienda con la finalidad de evitar humedades.

Estas representaciones no solo se llevaron a cabo a partir del inmueble y sus características arquitectónicas, sino que también permearon en el contexto urbano. En este sentido tal como se menciona en la narrativa presentada, la configuración social desde la sociedad que habitaba en las viviendas de la misma calle configuró una imagen decimonónica del contexto urbano construido desde lo social.

5. Conclusiones

El configurar historias del pasado desde la memoria y el imaginario, traspasando los límites disciplinares que han quedado instaurados desde hace mucho tiempo como la historia de la arquitectura tradicional, es una labor compleja que requiere de la participación de otras áreas del conocimiento que faciliten el entendimiento de los procesos necesarios para llevar a cabo esta tarea. Es por esto, por lo que el acudir a saberes provenientes de la filosofía, la sociología e incluso de la historia misma, hace posible el análisis a mayor profundidad de los espacios habitables que desde la arquitectura han quedado encajonados en una única forma de estudiarlos desde las esferas del pasado.

En este sentido, la construcción de la historia de la arquitectura, desde su prefiguración, configuración y refiguración facilita el entendimiento de los hechos desde diferentes percepciones, pues más allá de la materialidad, nos permite reconocer que es desde la dimensión sociocultural a partir de la cual podemos entender con mayor precisión los espacios del pasado tal como sucede con la vivienda decimonónica, pues si bien, se trata de una tipología arquitectónica muy bien clasificada por otras investigaciones ya realizadas, es de suma importancia estudiarla desde la integridad de sus componentes, es decir, desde la arquitectura como un todo.

Tal como ha quedado en evidencia, la vivienda antigua incluso de cualquier periodo emerge como un reservorio atemporal de recuerdos, como un vínculo en el que interactúan pasado, presente y futuro con la única intención de hacer presente lo invisible, a través de exaltar aquellos fenómenos que han quedado ocultos por los propios hechos arquitectónicos identitarios de periodos históricos. Estas historias hasta cierto punto imperceptibles surgen ante la necesidad de entender a la vivienda desde adentro, desde lo que representa simbólicamente para sus habitantes y visitantes, valores

determinados no solamente desde el ámbito personal, sino desde la configuración misma del inmueble. De tal manera que sus significados socioculturales en el imaginario construyen un puente en el tiempo que impacta directamente en la manera en la que la vivienda se identifica en el presente, pero también en cómo se percibe dentro de un grupo de élite de cierto periodo.

En este contexto el caso de estudio localizado en el Centro Histórico de Xalapa, analizado desde las voces de viajeros y la experiencia de quienes convivieron con él, se prefigura muy por encima de su composición espacial tangible pues, permean en ella una serie de relaciones entre pensamiento y materialidad que emergen como cotidianidades en el comportamiento de sus habitantes en relación con las funciones del espacio.

Es por lo anterior que, al referir el estudio de la arquitectura de manera integral, es decir, desde el todo, podemos establecer la amplitud que guardan sus significados, pues desde las historias de vida, y las anécdotas narradas en los testimonios presentados, se nos da cuenta de los significados que pueden contener los inmuebles como reservorios de experiencias vividas.

Finalmente, queda claro que no podemos dejar de lado las características intrínsecas de los inmuebles, pues es desde las dinámicas socioespaciales que se gestan en su interior, como la arquitectura se convierte en algo vivo, logrando que su existencia sea más que materiales o sistemas constructivos. Es esta la verdadera esencia de lo inmaterial, con lo que podemos establecer que la historia de la vivienda decimonónica no se conforma únicamente por sus características físico-espaciales, su estilo o temporalidad, sino que radica también en las historias de vida que se desarrollan en sus espacios y en las memorias de sus habitantes.

Referencias

- Castoriadis, C.** (1975) *La institución imaginaria de la Sociedad*, Tusquets editores.
- Flores M.** (1968) *Mi destierro en Xalapa 1865* Colecc. Suma veracruzana Serie. Viajeros Editorial Citlaltepetl.
- García-Morales S.** (2001) Xalapa en Aras de “La paz y el progreso” En G. Bermúdez Gorrochotegui (Coord.) *Sumaria Historia de Xalapa* (133-156). H. Ayuntamiento de Xalapa.
- Geertz, C.** (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books Inc.
- González-Navarro, M.** (1957) El Porfiriato: La vida Social (Tomo IV de la *Historia Moderna de México*). México: Editorial Hermes.
- González y González L.** (2010). *Viaje por la historia de México* (2da ed.) Editorial Clío, libros y videos: México.
- Halbwachs, M.** (1968). Memoria colectiva y memoria histórica en *Reis: Revista española de investigaciones sociológicas*, 69 (1995), 209-219.
- Katzman I.** (1993) *Arquitectura del siglo XIX en México*, Editorial Trillas
- Krieger, P.** (2006). *Paisajes urbanos: Imagen y memoria*, UNAM.
- Lira-Vázquez, C.** (1990) La arquitectura del siglo XIX. En Para una historia de la arquitectura mexicana (pp. 117-158) Tilde Editores.
- María-Carreño A.** (mayo-agosto, 1951) *Las clases sociales de México*. [ponencia] en Primer Congreso Nacional de sociología. *Revista Mexicana de Sociología* (pp. 257-264) Universidad Nacional Autónoma de México.

- Montaner, J.** y Muxí, Z. (2010). Reflexiones para proyectar viviendas del siglo XXI. *Dearq*, (6), 82-99. <https://doi.org/10.18389/dearq6.2010.09>
- Moscovici, S.** (1985). *Psicología social*. Vol. II Pensamiento y vida social, psicología y problemas sociales. Barcelona, España. Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Pasquel L.** (1975) *Xalapeños distinguidos*. Editorial Citlaltepetl: México
- Prieto, G.** (2008) *Una excursión a Jalapa en 1875*. Universidad Veracruzana: Xalapa.
- Ricoeur P.** (2002) Arquitectura y Narratividad en *Arquitectónics DOSSIER* Pág. 9-29, UPC Ediciones
- Sifuentes-Solís, M.** y Torres-Landa A. (2014), “La E-A de la ‘Historia de la Arquitectura’ en las IES de la era digital: hacia una nueva etopía”, *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, 5(13), 117-141, <http://ries.uni-versia.net/index.php/ries/article/view/283>
- Silva, A.** (2013). *Imaginario: el asombro social*. Universidad Externado de Colombia
- Waisman M.** (1993) Historiografía arquitectónica. Caracterización de la disciplina. En el interior de la historia. Colección Historia y teoría Latinoamericana pp. 14-40 Escala.

Hidrografía y corrientes en la entrada de la Laguna de Alvarado, México

Hydrography and flow at the entrance of Alvarado Coastal Lagoon, Mexico

Héctor Perales-Valdivia ^a | Diana Carolina Uscanga-Montalvo ^b |
Rosario Sanay-González ^c

Recibido: 26 de enero de 2022.

Aceptado: 9 de marzo de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Boca del Río, México. Contacto: hperales@uv.mx | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0794-789X> *Autor para correspondencia

^b Instituto Tecnológico de Boca del Río, Boca del Río, México. Contacto: bio.dianacum@gmail.com

^c Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Boca del Río, México. Contacto: rsanay@uv.mx | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2830-4500>

Resumen: El presente artículo se centra en el estudio de la historia de la arquitectura habitacional decimonónica en un contexto local desde una aproximación social, a partir de las experiencias de vida cotidiana contadas en narraciones tanto escritas como verbales, que configuran a los inmuebles como un reservorio simbólico de recuerdos de la vida familiar de élite, contenedor de significados y valores que trascienden más allá de su historia material. En este sentido se estudia de manera inductiva a la vivienda decimonónica localizada en el Centro Histórico de Xalapa, cuya historia se apunala en las dinámicas socioculturales de principios del siglo XX, estudiadas desde las narraciones de los testigos de aquella época como una síntesis de relaciones entre materialidad, interacción social y memoria, lo que finalmente otorga un andamiaje que favorece la aproximación historiográfica desde una visión social.

Palabras clave: Cuña de sal; descarga fluvial; micromareal; laguna costera.

Abstract: *The purpose of this paper is to exhibit the transient and residual signal of stratification and observed flow at the entrance of Alvarado Lagoon. This Lagoon has a free connection to the sea and it is exposed to microtidal conditions and fluvial/rain bimodal discharge. Temperature, salinity and flow data, collected in two 24 hr campaigns, under different fluvial discharge, were analyzed. According to the stratification parameter value ($Sp > 1$) and estuarine Richardson number value ($RiE > 4$), the entrance of Alvarado Lagoon behaves as a saltwedge estuary and is mainly governed by fluvial discharge. The residual flow is dominated by the gravitational circulation in the dry season, and by the fluvial discharge in the rainy season. For both fluvial discharge conditions, the subtidal salinity profiles show strong stratification ($Sp > 1$).*

Keywords: *Saltwedge; river flow; microtidal; coastal lagoon.*

Introducción

Los estuarios y lagunas costeras son zonas de transición entre ambientes terrestres y marinos, que se caracterizan por ser cuerpos de agua semi-cerrados, con libre conexión con el mar y dentro de los cuales el agua de mar y el agua dulce se mezclan (Cameron & Pritchard, 1963, Valle-Levinson, 2010). Su dinámica esta influenciada por forzamientos externos como la mareas, descarga de ríos, oleaje, corrientes, viento; así como por factores geomorfológicos como la batimetría y morfología (Sierra et al, 2002). Su libre conexión con el mar, permanente o intermitente, permite que estos cuerpos costeros sean la principal vía de intercambio de materiales disueltos, o particulados, entre el continente y el océano (Schettini et al, 2016). Por otro lado, el resultado de la mezcla que se lleva a cabo en los estuarios y lagunas costeras depende de la importancia relativa entre los agentes de forzamiento que promueven la estratificación (como descarga fluvial) y los agentes que promueven la mezcla (como la marea, el oleaje y el viento). La columna de agua puede resultar verticalmente mezclada, parcialmente estratificada, fuertemente estratificada o de cuña de sal (Geyer & Ralston, 2011).

Los cuerpos costeros semi-cerrados de cuña salina son característicos, más no exclusivos, de ambientes micromareales (amplitud de la marea < 2 m), donde el flujo de agua dulce es significativamente más fuerte que la mezcla inducida por la marea (Geyer & Ralston, 2011; Ibañez et al, 1997). En estos ambientes, la descarga fluvial es el principal forzamiento que gobierna la

longitud de la intrusión de la cuña de sal, de tal manera que, mientras no se rebase el gasto crítico, la cuña de sal estará presente en el estuario, en caso contrario, la cuña será expulsada, dando lugar a un sistema dulceacuícola (Krvavica et al, 2017). Entre los ejemplo de ambientes micromareales que se caracterizan por la formación de cuña salina figuran: los estuarios de desembocadura de río ubicados en el Mediterráneo, como los ríos Strymon (Haralambidou et al, 2010), Ebro y Rhon (Ibanez et al, 1997) y los sistemas costeros ubicados al oeste-suroeste del Golfo de México, como los estuarios de desembocadura de los río Pánuco (Espinosa, 2008; Pérez & Ulloa, 2017) y Jamapa (Perales-Valdivia et al., 2018), así como en el sistema estuarino-lagunar de Alvarado (Olvera Prado, 2014).

El sistema estuarino-lagunar de Alvarado (SLA) es un sistema costero compuesto por decenas de cuerpos de agua interconectados (Figura 1), entre los que figuran las lagunas costeras de Alvarado, Buen País y Camaronera, más de 100 lagunas interiores y varios ríos, como el río Papaloapan, río Acula, río Blanco y río Limón (Portilla-Ochoa et al., 2003). El SLA fue señalado como humedal prioritario para su conservación, por lo que fue declarado sitio RAMSAR en 2004 (Portilla-Ochoa et al., 2003). La cuña de sal en este sistema costero (SLA) ha sido detectada a lo largo del canal que conecta a la laguna de Alvarado con la plataforma continental, así como en el río Papaloapan (Olvera-Prado, 2014). Pese a la importancia ecológica y económica que posee este sitio RAMSAR, existen pocos trabajos dedicados a elucidar la hidrodinámica e hidrografía del cuerpo costero.

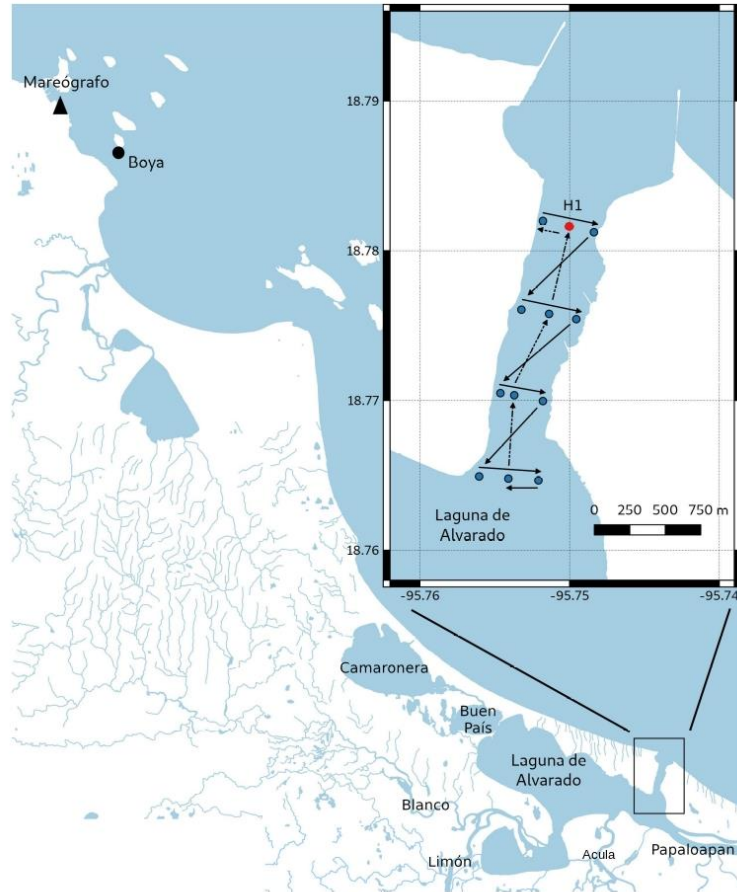
El propósito de este trabajo es exhibir las características de la señal transitoria, y residual, de la estratificación y del flujo observadas en la columna de agua en la boca de la Laguna de Alvarado (L-Alv). Estas dos variables son de gran interés en la ecología de los sistemas costeros (Gonenc & Wolflin, 2004), ya que: a) la estratificación controla-inhíbe la mezcla de la columna de agua, factor que limitará a su vez la distribución vertical de nutrientes, contaminantes, oxígeno disuelto, entre otros (Dyer, 1991; Geyer & Ralston, 2011); y b) el patrón de circulación en la bocana determina cómo y cuándo el sistema intercambia (exporta o importa) materia disuelta y suspendida con la plataforma continental adyacente (Gonenc & Wolflin, 2004). Este estudio se basa en el análisis de perfiles verticales de temperatura, salinidad y velocidad de la corriente, obtenidos durante dos campañas de muestreo de 24 horas cada una, una en época de lluvias (condiciones de alta descarga fluvial, 1000 m³s⁻¹) y otra en época de estiaje (condiciones de baja descarga fluvial, 400 m³s⁻¹), las cuales tomaron lugar durante 8-9 de septiembre-2008 y 18-19 de febrero-2014, respectivamente.

1. Área de estudio

La Laguna de Alvarado es un cuerpo de agua somero de forma alargada, que corre paralelo a la línea de costa, y se ubica al suroeste del Golfo de México, (18 o 48" N, 95o 50" O) (Figura 1). En la parte este de la L-Alv desemboca el río Papaloapan, el cual es el segundo río mas caudaloso que descarga en el litoral de Golfo de México, promediando alrededor de 17,000 millones de metros cúbicos en un año (Riverón-Enzástiga, 2008). Adicionalmente, esta laguna se comunica con el mar adyacente a través de un canal que promedia 400 m de ancho, 10 m de profundidad y tiene una longitud de 3 km aproximadamente (Figura 1). La profundidad de la L-Alv oscila entre 1 y 3 m (Ruiz-Fernández et al., 2014), excepto en el canal de entrada a la laguna y en su parte este, donde desemboca el río Papaloapan, donde la profundidad suele ser mayor a 10 m. Cabe señalar, que la L-Alv funge como

puerto y alberga una flota camaronera, por lo que el canal de entrada a la laguna es dragado con regularidad, esto para conservar el canal de navegación y las zonas de maniobras y atracado de los barcos. En el canal de navegación y la zona de atracado de las embarcaciones, la profundidad llega a ser mayor a 15 m.

Figura 1
 Área de estudio. Laguna de Alvarado, Veracruz



Nota: Se indica la posición del mareógrafo y la boya de VERV4. El punto rojo indica la posición de la estación hidrográfica donde se realizaron los lances de CTD que se reportan en este manuscrito.
 Fuente: Elaboración propia.

El río Papaloapan muestra una variación estacional, con temporada de alta descarga fluvial de junio a fines de octubre, y temporada de baja descarga fluvial de noviembre a fines de mayo (Riverón-Enzástiga, 2008). Tiene un caudal medio anual de $650 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, mientras que los promedios de las descargas fluviales para las temporadas de alta y baja descarga fluvial promedian $1000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ y $400 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, respectivamente (Tenorio-Fernández et al., 2019).

En la parte suroeste del Golfo de México las mareas son mixtas, predominantemente diurnas, donde los principales componentes de marea son K1, O1 y M2 (Kantha, 2005). Las mareas exhiben una variabilidad quincenal, donde el nivel del agua oscila entre 0.3 m y 0.8 m (Tenorio-Fernandez et al., 2019), por lo que las mareas son micromareales. De acuerdo a Tenorio-Fernández et al. (2019), la

amplitud de la señal de marea dentro en la laguna se atenúa desde la boca hacia la cabeza, donde aparentemente la descarga del río juega un papel importante en ese fenómeno.

En cuanto al viento, estudios previos (Ruiz-Barradas et al., 2010) han evidenciado una variación estacional tanto en su magnitud como en su dirección. Durante los meses de otoño-invierno, el viento registra una magnitud mayor en comparación con el resto del año, y la mayoría del tiempo sopla del norte-noroeste. Durante este periodo es frecuente la ocurrencia de eventos intensos (> 10 ms $^{-1}$) cuya dirección del viento es del noreste y noroeste, con duración de 3-5 días, asociados al arribo de frente fríos. En contraste, durante los meses de primavera-verano, el viento es débil (< 3 ms $^{-1}$) y no presenta una dirección predominante (Ruiz-Barradas et al., 2010).

2. Métodos

2.1. Datos Auxiliares

2.1.1. Descargas Fluviales

Datos de promedios diarios de la descarga fluvial (Q) del río Papaloapan, para los años 2000 a 2008 y 2014 fueron obtenidos de la base de datos BANDAS de la Comisión Nacional del Agua (CNA), para la estación hidrométrica CNA-Chalcaltianguis. De la serie de tiempo de Q para el periodo 2000-2008, se evaluó el promedio y la climatología mensual. El valor promedio de Q fue de $650 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. De acuerdo a la climatología mensual, el mes de máxima descarga fluvial es junio con $980 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, mientras el mes de mínima descarga fluvial es diciembre con $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

El gasto promediado a lo largo del año 2008 y del 2014 fue de $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y $734 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, respectivamente. La descarga de agua dulce reportada durante los días de muestreo, 8-9 de septiembre 2008 (época de alta descarga fluvial) y 18-19 febrero 2014 (época de baja descarga fluvial), fueron $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y $390 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ respectivamente. Nótese que el gasto promedio de los años de muestreo 2008 y 2014 fue diferente, mostrándose el 2008 un año relativamente más seco. Sin embargo, las descargas de río durante las campañas de medición muestran valores similares a los valores normales históricos, donde el valor promedio de las descargas fluviales para las temporadas de alta y baja son $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

2.1.2. Esfuerzo del viento

Datos de velocidad del viento para septiembre 2008 fueron tomados de la estación meteorológica ubicada en el aeropuerto de la ciudad de Veracruz, localizada en $19^\circ 08' 45'' \text{ N}$, $96^\circ 11' 14'' \text{ O}$. En tanto los datos de viento correspondientes a febrero 2014 fueron tomados de la boya VERV4 ($19^\circ 12' 16'' \text{ N}$ $96^\circ 6' 47'' \text{ O}$), localizada en el Puerto de Veracruz y administrada por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Ambas estaciones meteorológicas se localizan aproximadamente a 60 km al noroeste del área de estudio. Las campañas de muestreo tomaron lugar bajo condiciones de calma. El promedio de la magnitud del viento durante el muestreo de septiembre 2008, y durante los cuatro días previos a este fueron: 1.5 ms^{-1} y 6.4 ms^{-1} respectivamente. Para la campaña de febrero de 2014, el promedio de la magnitud del viento

durante el muestreo y durante los cuatro días previos a este, fueron 1.7 m s⁻¹ y 1.9 m s⁻¹, respectivamente.

2.1.3. Elevación del nivel del mar

Datos horarios de la elevación de la superficie libre del mar, estación “Puerto de Veracruz” correspondiente al mes de septiembre de 2008 y febrero 2014 fueron tomados de la base de datos del Servicio Mareográfico Nacional (<http://www.mareografico.unam.mx/portal/>). La serie de tiempo muestra que la campaña de 2008 tomó lugar en mareas vivas, con un rango de marea de 0.50 m, mientras que la campaña de 2014 tomó lugar al inicio de la fase de marea viva, y el rango de marea de ese día fue de 0.3 m aproximadamente.

2.2 Estrategias de muestreo

Se llevaron a cabo dos campañas de muestreo en el canal de comunicación de la Laguna de Alvarado, en una embarcación con motor fuera de borda. En cada campaña se recolectaron perfiles hidrográficos y de corrientes. Para la medición de las corrientes se utilizó un correntímetro de efecto Doppler acústico (ADCP, por sus siglas en inglés, marca y modelo Teledyne RDI-Sentinel 1200kz) montado en un catamarán, el cual fue remolcado de manera continua a lo largo de un circuito predeterminado (indicado con flechas negras en Figura 1). Se promediaron los perfiles de velocidad de tal manera que la resolución espacial fuese entre 30 m y 40 m. Para la campaña de septiembre 2008 se realizaron 12 repeticiones del circuito a lo largo del ciclo de marea, mientras que para la campaña de febrero 2014 se realizaron 14 repeticiones. De tal manera que en cada punto de la malla se obtuvo una serie de tiempo de 12 -14 elementos, haciendo posible exhibir la variación intramareal en cada punto.

Para la colecta de datos hidrográficos se utilizó un perfilador de temperatura y salinidad (CTD, por sus siglas en inglés) marca y modelo SeaBird19 Plus V2. Las estaciones hidrográficas predeterminadas (marcadas con puntos azules en Figura 1), fueron visitadas por lo menos doce veces a lo largo del ciclo de marea, en cada campaña. En cada una de ellas se realizaron los lances de CTD con la embarcación en reposo. Los datos hidrográficos fueron procesados usando los programas provistos por el fabricante (SBE Data Processing) para alinear sensores, filtrar datos y promediar las mediciones cada 0.25 m. La trayectoria del circuito y la ubicación de las estaciones hidrográficas fueron localizadas utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS).

Para fines de este estudio se utilizan solo parte de los datos oceanográficos colectados en las campañas de muestreo. Los datos analizados y presentados aquí son los correspondientes a la estación central (marcada como H1 en Figura 1) del trayecto más próximo al mar. Dado que el agua salada en los estuarios tiende a ingresar por la zona de mayor profundidad, se eligió la estación del centro de la bocana, donde se localiza el canal de navegación, para asegurar la detección del agua marina. El experimento se planeó con varios objetivos en mente, y para fines de ilustrar las características de la señal transitoria, y residual, de la estratificación y del flujo observadas en la columna de agua en la entrada de la laguna de Alvarado, se eligió la estación H1.

2.2. Pos-procesamiento de datos

Parámetro de estratificación: La estratificación global de la columna de agua en la estación CTD se evaluó mediante el parámetro (Sp):

$$Sp = (S_{fondo} - S_{sup}) / [0.5 (S_{fondo} + S_{sup})] \quad (1)$$

Donde S_{fondo} y S_{sup} son la salinidad en el fondo y en la superficie de la columna de agua, respectivamente. Cuando Sp es < 0.1 , la columna de agua se considera completamente mezclada, mientras que cuando Sp es > 1.0 , se considera característica de una cuña de sal (Haralambidou et al., 2010).

Frecuencia de Brunt-Väisälä, esfuerzo cortante y número de Richardson: La intensidad de la estratificación fue cuantificada mediante la frecuencia de Brunt-Väisälä,

$$N^2(z) = \frac{g \delta \rho_i}{\rho \delta z_i}$$

Donde, g es la aceleración debida a la gravedad, ρ es la densidad del agua, $\delta \rho_i$ el gradiente de densidad en el espacio δz_i .

Número de Richardson estuarino (Rie): Para determinar la importancia relativa de los principales mecanismos de forzamiento en el estuario (flotabilidad derivada del agua dulce por unidad de ancho y capacidad de mezcla de la marea) en los procesos circulación y mezcla, se utilizó el Rie . Cuando $Rie > 1$ se considera al estuario fuertemente estratificado (Geyer & Ralston & 2011). La transición entre un estuario bien mezclado a fuertemente estratificado ocurre en el rango $0.08 < Rie < 1$. Rie se evaluó como (siguiendo a Geyer & Ralston & 2011):

$$Rie = U_d^2 U_f / U_t^3 \quad (3)$$

Siendo, $U_d^2 = \beta g S_o h_o$, $U_f = Q/A$ y U_t = velocidad (rms) de la corriente de marea promediada verticalmente.

Donde $\beta \cong 0.8 \times 10^{-3}$, S_o salinidad del agua de mar, h_o la profundidad promedio de la sección transversal, A área de sección transversal, Q es la tasa de entrada de agua dulce.

3. Resultados

En las figuras de flujo, los valores positivos representan flujo yendo hacia el océano, mientras que los valores negativos representan flujo yendo hacia la laguna. Los vectores de velocidad de la corriente fueron girados, de tal manera que una de sus componentes (v) estuviese alineada al canal de entrada a la Laguna de Alvarado, y la otra componente (u) estuviese perpendicular al canal. En las figuras solo se considera la componente v de la corriente.

3.1. Señal transitoria: Condiciones de alta descarga de agua dulce, septiembre-2008

El perfil de velocidades durante la vaciante (Figura 2b) fue de tipo parabólico, con velocidad máxima en la superficie (2 ms^{-1}) y mínima cerca del fondo. Mientras que durante la llenante, se observaron dos capas de circulación yendo en sentidos opuestos. La capa superficial yendo hacia el océano (con magnitudes de 1 ms^{-1} o mayores) y la capa de fondo yendo hacia la laguna. Nótese que a todo lo largo del ciclo de marea, la corriente de la capa superficial se mantuvo hacia el océano. La magnitud máxima de la corriente hacia la laguna fue de 0.77 ms^{-1} y se ubicó alrededor de 3 m por arriba del lecho del estuario.

Los gráficos de temperatura y salinidad, en el plano profundidad-tiempo, exhiben estratificación termal y halina durante la llenante, mientras que durante la vaciante, la columna fue cuasi-homogénea (Figuras 2c, 2d) con salinidad menor a la unidad y temperatura de $26\text{-}26.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Nótese que la columna de agua mostró estratificación termal inversa, es decir, el agua de la capa superficial (agua dulce del río, $26 \text{ }^\circ\text{C}$) era más fría que el agua de la capa de fondo (agua de mar, $28 \text{ }^\circ\text{C}$). El agua dulce mantuvo una temperatura entre $26 \text{ }^\circ\text{C}$ y $26.5 \text{ }^\circ\text{C}$ a lo largo del ciclo de marea, excepto al final de la campaña de muestreo, donde se observó un incremento de $1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ en la capa superficial, evento que pudo deberse a escurrimiento de agua dulce de otro río que desemboca en la Laguna de Alvarado diferente del Papaloapan, como el río Acula.

Pese a que la columna de agua presenta estratificación termal, es la estratificación halina la que juega el papel principal en la estabilidad/estratificación de la columna de agua. Para la campaña de septiembre-2008, el valor máximo de la diferencia de temperatura entre la capa de fondo y la capa superficial ($\Delta T = (T_f - T_s)$) fue de $2 \text{ }^\circ\text{C}$, mientras que el valor máximo de $\Delta S = (S_f - S_s)$ (diferencia de salinidad entre la capa de fondo y la de superficie) fue mayor a 30 unidades, esto a lo largo del ciclo de marea. Considerando que, grosso modo, el cambio de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ en la temperatura influye lo mismo que un cambio de 0.2 unidades de sal en el cálculo de la densidad de agua (Geyer & Ralston, 2011), el grado de estratificación de la columna de agua bajo estas condiciones está dictado por la salinidad.

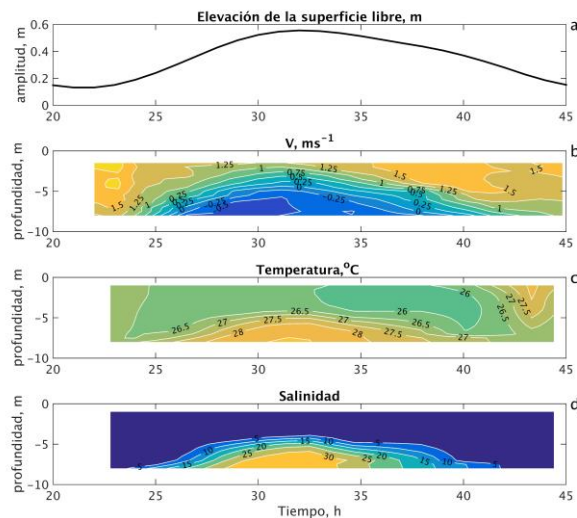
El valor de $\Delta S > 30$ observado durante la llenante en condiciones de alta descarga fluvial, (Figura 2d), así como el valor del parámetro de estratificación (Sp igual a 1.4, no se muestra gráfico) ubica a este sistema costero micromareal como uno de cuña salina, donde la cuña de sal ingresa al estuario durante la llenante, y es erosionada/expulsada durante la vaciante.

3.2. Señal transitoria: Condiciones de baja descarga de agua dulce, febrero-2014

La forma de los perfiles de velocidad durante la vaciante y llenante para la campaña que tomó lugar bajo condiciones de baja descarga fluvial (febrero 2014), fueron similares en comparación con los observados en septiembre-2008. Sin embargo, la magnitud de la corriente, la posición de la isotaca del cero y la posición de la máxima magnitud de la llenante fueron diferentes (**Figura 3**). Durante la vaciante el perfil de velocidad mostró forma parabólica, observándose magnitudes de hasta 1.2 m s^{-1} (**Figura 3b**) en la superficie. Durante la llenante, el perfil de velocidad mostró dos capas verticales yendo en sentido opuesto. La capa superior, de menos de 2 m de espesor, transportó agua

hacia el océano con velocidades máximas (0.5 ms^{-1}) ubicadas en la superficie. La capa del fondo transportó agua hacia la laguna, donde la máxima magnitud de la corriente se situó 5 m por arriba del lecho estuarino y alcanzó magnitudes de 0.4 ms^{-1} . Como se observó en septiembre-2008, la isotaca del cero en el caso de febrero-2014 no intersectó la superficie libre durante el periodo de muestreo.

Figura 2
Nivel de la superficie libre



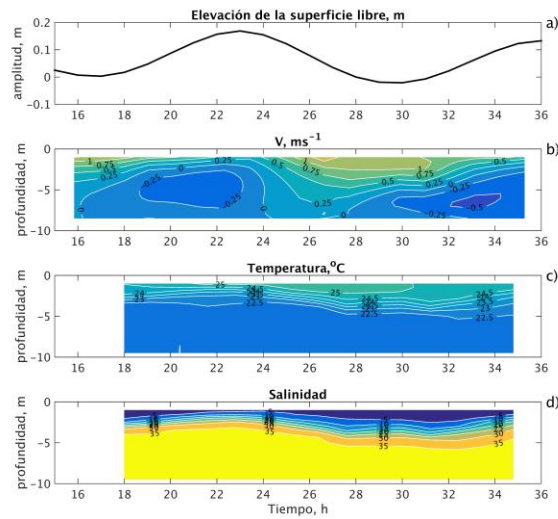
Nota: (a). Contornos de velocidad (b), temperatura (c) y salinidad (d) en el espacio profundidad-tiempo observados, a lo largo de un ciclo diurno a partir de las 20 h de septiembre de 2008 (tiempo en GMT). Velocidades con signo positivo indican flujo hacia el océano.

Fuente: Elaboración propia.

La columna de agua se mantuvo estratificada a lo largo de todo el ciclo de marea, donde el valor de $\Delta T = 2.5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $\Delta S > 35$ unidades, se mantuvieron prácticamente invariantes a lo largo del periodo de muestreo (Figuras 3c, 3d). En general, la columna de agua mostró dos capas de agua de diferente densidad (1000 kgm^{-3} y 1024 kgm^{-3}), separadas por una interface cuyo espesor y posición en la vertical varió con la misma frecuencia que oscilación de la marea. El valor Sp fue entre 1.6 y 1.8 a lo largo del ciclo de marea.

Durante todo el periodo de muestreo de febrero-2014, la capa superficial estuvo ocupada por agua de baja salinidad relativamente cálida (temperatura de $24.5 - 25 \text{ }^\circ\text{C}$ y salinidad entre 3 y 5), mientras que la capa de fondo estuvo ocupada por agua marina relativamente fría ($22 \text{ }^\circ\text{C}$ y salinidad de 35.8). Nótese que durante esta campaña de muestreo, el agua marina era más fría que el agua continental, contrario a lo observado en septiembre-2008.

Figura 3
 Nivel de la superficie libre



Nota: (a). Contornos de elevación de la superficie libre (b), temperatura (c) y salinidad (d) en el espacio profundidad-tiempo, observados a lo largo de un ciclo de un ciclo diario a partir de las 15.8 h del 18 de febrero de 2014 (tiempo en GMT). Velocidades con signo positivo indican flujo hacia el océano.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Señal Submareal

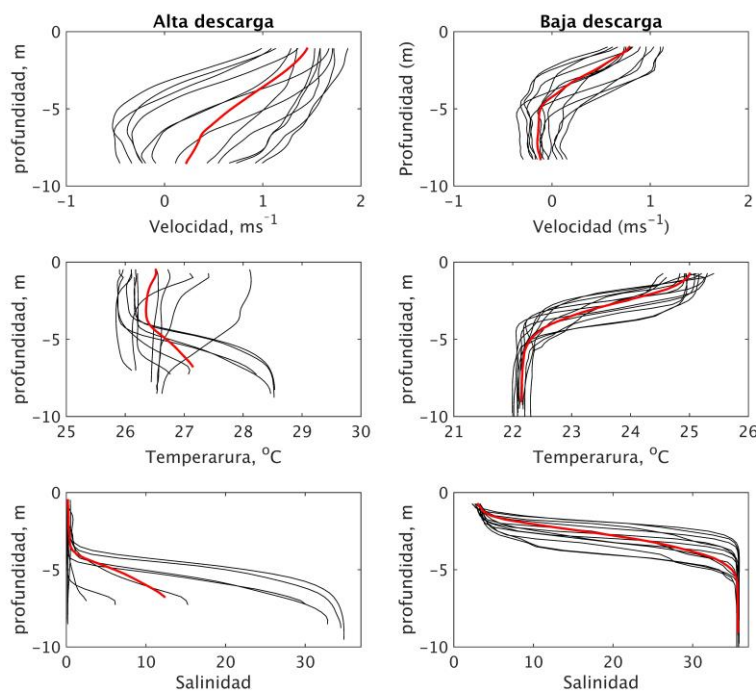
El promedio temporal y las mediciones intramareales de los perfiles de velocidad, salinidad y temperatura para cada campaña se presenta en la **Figura 4**. Para el caso de alta descarga de agua dulce, el perfil de velocidad promedio fue hacia el océano desde la superficie (1.5 ms^{-1}) hasta el fondo (0.3 ms^{-1}), exhibiendo la predominancia de la descarga del río en la advección en toda la columna de agua. Los perfiles de temperatura y salinidad promediados a lo largo de un ciclo de marea exhiben dos capas, la capa superficial de 4 m de espesor con temperatura y salinidad cuasi-uniforme, y la capa de fondo, donde la temperatura y salinidad aumentan de manera monótonica con la profundidad, es decir, la capa de fondo es ocupada por la haloclina. Los promedios temporales de temperatura y salinidad de la capa de superficie son de $26.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y menos de una unidad de salinidad, respectivamente. Mientras que en la capa de fondo el promedio temporal de la temperatura alcanza valores superiores a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y la salinidad exhibe valores por encima de las 12 unidades.

El perfil del promedio temporal de la velocidad para las mediciones de febrero 2014 (baja descarga fluvial) exhibe dos capas de circulación yendo en sentido contrario, donde la isotaca del cero se ubicó a 3.8 m por debajo de la superficie libre. El flujo promedio de la capa superficial se dirige hacia el océano, con magnitud máxima de 0.7 ms^{-1} en la superficie libre. Mientras que, la corriente residual de la capa de fondo se dirige hacia la laguna. Nótese que por debajo de los 4.5 m de la superficie libre, la velocidad residual se mantiene prácticamente uniforme, con magnitudes de 0.15 ms^{-1} . Es

importante comentar que la parte de la columna de agua comprendida entre el lecho del estuario y 1.5 m por encima de este, las mediciones de la corriente no son confiables (por las características del equipo utilizado), por lo que no se consideran en este manuscrito.

Para las mediciones de febrero 2014, los perfiles de temperatura y salinidad promediados a lo largo de un ciclo de marea exhiben dos capas. La capa superficial, de 5 m de espesor aproximadamente, exhibe el cambio casi lineal de la temperatura y la salinidad con la profundidad. Mientras que la capa de fondo es prácticamente homogénea. La temperatura en la capa superficial disminuye con la profundidad, registra 25 °C en la superficie y 22.2 °C a los 5 m. Por otro lado, la salinidad en la capa superficial aumenta con la profundidad, yendo de una salinidad de 2, en la superficie, a 34.8 a los 5 m. Los valores de temperatura y salinidad de la capa de fondo promedian 22 °C y 35, respectivamente.

Figura 4
Perfiles de velocidad, temperatura y salinidad, correspondientes a las campañas de septiembre-2008 (paneles izquierdos, alta descarga) y febrero 2014 (paneles derechos, baja descarga)

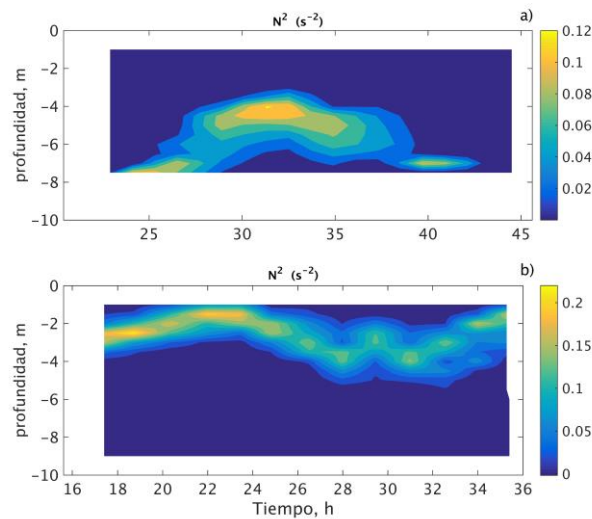


Nota: Las líneas rojas representan los promedios temporales. Las líneas negras son las mediciones transitorias.
 Fuente: Elaboración propia.

3.4. Intensidad de estratificación

Contornos en el espacio profundidad-tiempo del cuadrado de la frecuencia de Brunt-Väisälä, N^2 , muestran la intensidad de la estratificación a lo largo de la columna de agua (z_i), y a lo largo del ciclo de marea (**Figura 5**) para ambas campañas oceanográficas. Los valores máximos de N^2 están asociados a la pycnoclina. Los valores máximos de N^2 y su posición en la columna de agua variaron a lo largo del ciclo de marea. En general los valores máximos de N^2 (asociados con la fuerza de la pycnoclina) ocurrieron durante la llenante, cuando la pycnoclina migró hacia la superficie. Durante la vaciante, los valores de N^2 disminuyeron, y la pycnoclina se hundió. Los valores de N^2 por arriba y por debajo de la pycnoclina fueron cercanos a cero, es decir, las capas por arriba y abajo de la pycnoclina son capas bien mezcladas. La variación espacial y temporal de N^2 confirma que para ambas condiciones de Q, la cuña de sal estuvo presente y su geometría e intensidad de la estratificación variaron con la marea.

Figura 5
Variación temporal de N^2 en el plano profundidad-tiempo



Nota: (a) Época de alta descarga (ciclo diurno a partir de las 20 h de 8 de septiembre de 2008. (b) Época de baja descarga (ciclo diurno a partir de las 15.8 h de 18 de febrero de 2014. El tiempo está en GMT.

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

La discusión de este trabajo se centra en dos puntos: i) en señalar a la Laguna de Alvarado como un estuario de cuña salina micromareal cuya dinámica es dominada por la descarga fluvial y ii) en exhibir la diferencia del flujo residual en condiciones de alta y baja descarga fluvial. Es reconocido que los estuarios son sistemas muy dinámicos, con alta variación temporal, asociada a la variación temporal de forzamientos externos y al carácter no-lineal de su interacción, donde la poca profundidad, los cambios batimétricos y la geomorfología de las cuencas juegan un papel muy importante. Así, para llegar a caracterizar la dinámica e hidrografía de un estuario, es necesario contar con mediciones con una resolución temporal adecuada y una longitud suficientemente larga,

que permitan elucidar la importancia relativa de cada forzamiento externo, y sus interacciones. En este estudio, pese a que se utiliza datos de solo dos ciclos diurnos, en un solo punto, se logran exhibir claras diferencias en la dinámica que toman lugar bajo condiciones de alta y baja descarga fluvial.

4.1. Alvarado como estuario de cuña salina dominada por el río

Durante el periodo cuando la columna de agua está estratificada, el valor de Sp para ambas campañas oceanográficas registra valores mayores a la unidad, lo que indica que esta parte del complejo lagunar mantiene la condición de cuña de sal, tanto en condiciones de alta, como de baja descarga fluvial, al menos para valores Q iguales o menores a $1000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. La intensidad de la estratificación de la columna de agua (evaluada por medio de N^2) exhibe también una fuerte estratificación durante los periodos de presencia de agua marina, es decir, la mezcla es débil entre al agua del río y el agua marina. Sin embargo, es notable que la intensidad de la estratificación a lo largo de la haloclina es menor para el caso de alta descarga fluvial. Esto puede deberse a que al ingresar la punta de la cuña de sal al estuario, cuyo espesor es pequeño y está pegada al lecho marino, experimenta tanto la fricción interna (en la interfaz de las aguas ocurre un fuerte esfuerzo cortante) como la del fondo, lo que deriva en una mayor mezcla.

Para identificar el principal mecanismo de forzamiento que afecta a L-Alv, se evaluó el número de Richardson estuarino (Ri_e) definido en la (ec. 3), para lo cual se consideró: $\beta \cong 0.8 \times 10^{-3}$, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$, $S_0 = 36$, $h_0 = 10 \text{ m}$, $A = 4000 \text{ m}^2$, para ambas campañas oceanográficas. Mientras que los valores de Q y U_t correspondientes a cada época de muestreo fueron $Q = 1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y $U_t = 0.54 \text{ ms}^{-1}$ para septiembre-2008 y $Q = 400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y $U_t = 0.32 \text{ ms}^{-1}$ para febrero-2014.

Los valores de Ri_e bajo condiciones de alta ($1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) y baja descarga ($400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) del río y con un rango de marea entre 0.4 m y 0.2 m , fueron 4.3 y 6.6 respectivamente, lo que implica que el principal mecanismo de forzamiento que afecta la dinámica del estuario es la descarga de agua dulce. Es notable que aunque los valores Ri_e son $\gg 1$, la influencia de la marea puede distinguirse en la señal transitoria. Por ejemplo, la cuña ingresa solo durante la llenante, y es erosionada/expulsada durante la vaciante en el caso de alta descarga del río. También se puede observar que la variación temporal de posición vertical de la picnoclina oscila con la misma frecuencia que la marea. Esto ocurre para ambas condiciones de Q , indicando que la cuña de sal no es estacionaria, es decir, presenta variación intramareal. Esta condición ha sido observada en otros sistemas micromareales, como en el estuario del río Neretva de Croacia (Krvavica et al, 2021) y en el río Xiaoqinghe de China (Zou et al, 2016).

De acuerdo a Olvera-Prado (2014), la intrusión salina en condiciones de baja descarga fluvial se extiende por el lecho del río Papaloapan alcanzando más de 12 km de longitud. Haciendo un cálculo burdo, donde la intrusión salina se retraiga a una velocidad constante de 0.2 ms^{-1} (valor aproximado durante la vaciante para febrero-2014) durante el periodo de la vaciante (12 h), la cuña de sal recorrería alrededor de 8 km , es decir, no alcanzaría a ser expulsada del estuario.

La variación temporal de la estratificación en los estuarios, y de la geometría de la cuña de sal inducida por la variación temporal de los forzamientos externos (p.e. descarga de agua dulce), puede tener implicaciones cruciales en la ecología de estos sistemas (Dyer, 1991; Kasai et al., 2010;

Watanabe et al., 2014), como se ha observado en la composición de las comunidades bentónicas (e.g. Balthis et al., 2006) y en la distribución y composición del fitoplancton (Kasai et al., 2010; Thompson, 2001) en otros sistemas estuarino-lagunares. Es de esperarse que la presencia/ausencia, tiempo de residencia y características de la cuña de sal tenga un alto impacto en la ecología del Complejo Lagunar de Alvarado, en general, y en la Laguna de Alvarado y parte baja del río Papaloapan, en particular.

Considerando la importancia de la descarga fluvial en la extensión de la cuña salina en la entrada de la laguna de Alvarado y la parte baja del río Papaloapan, y considerando la alta variación temporal de la descarga fluvial del río Papaloapan, es de esperarse que la longitud de la cuña de sal y su geometría, en general, tengan una alta variación temporal.

4.2. Tipo de perfil de densidad en la residual indica la importancia de la estratificación -circulación gravitacional

Los perfiles promedio del flujo durante la campaña oceanográfica de alta descarga fluvial, evidencian que la Laguna de Alvarado tiene un transporte promedio hacia el mar en toda la columna de agua, es decir, que la circulación residual está dominada por la descarga fluvial. Los perfiles submareales de temperatura (T) y salinidad (S), por su parte, evidencian la ocurrencia de la intrusión/expulsión de la cuña salina. Esto es patente porque la columna de agua muestra dos capas, la superficial de 4 m de espesor ocupada por agua de río, y una capa de fondo ocupada por la haloclina. Dicha haloclina representa el promedio de las características T-S originadas por la presencia/ausencia de la cuña de sal durante la llenante/vaciante.

Por otro lado, los perfiles promedio del flujo, durante las mediciones de baja descarga fluvial, muestran una circulación residual en dos capas, donde la capa de fondo tuvo un transporte promedio hacia la laguna y la capa de superficie tuvo un transporte promedio hacia el mar. Lo anterior sugiere que la circulación residual es dominada por la circulación gravitacional, la cual es inducida por la descarga del río y los gradientes de densidad. Los perfiles promedio de temperatura y salinidad son evidencia de que la cuña de sal ocupó la capa de fondo, cuya velocidad residual fue de -0.2 ms^{-1} . La magnitud de las velocidades residuales de la capa superficial no solo fue mayor que la observada en la capa de fondo, sino también mostraron fuerte cizallamiento, lo que sugiere que el agua del río se deslizó sobre la cuña de sal.

5. Conclusiones

El canal que conecta a la Laguna de Alvarado con el mar adyacente se comporta con un estuario de cuña salina, cuya dinámica está dominada por el gasto del río (p.e. $R_{ie} > 1$).

Bajo condiciones de alta descarga del río ($\sim 1000 \text{ ms}^{-1}$), la cuña de sal es expulsada de la laguna durante la vaciante, e ingresa al sistema costero durante la llenante.

Bajo condiciones de baja descarga del río ($< 400 \text{ ms}^{-1}$) la cuña de sal permanece dentro del estuario. Durante la llenante se observan dos capas de circulación yendo en sentido contrario. La columna de

agua se mantiene estratificada a lo largo del ciclo de marea, donde la posición vertical de la haloclina oscila con ella.

La intensidad de la estratificación (N^2) exhibe una mezcla débil entre el agua del río y el agua de mar, habiendo en general, mayor mezcla durante las vaciantes, y en condiciones de alta descarga.

El flujo residual es dominado por la circulación gravitacional durante estiaje, y por la descarga fluvial durante las lluvias. Para ambas condiciones de descarga fluvial, los perfiles de salinidad submareal muestran fuerte estratificación ($Sp \sim 1.4$ en lluvias y $Sp \sim 1.7$ en estiaje).

Agradecimientos: La colección de los datos de la campaña 2014 fue financiada por el proyecto CONACYT -CB2010-153064.

Referencias

- Balthis**, W. L., Hyland, J. L., & Bearden, D. W. (2006). Ecosystem responses to extreme natural events: impacts of three sequential hurricanes in fall 1999 on sediment quality and condition of benthic fauna in the Neuse River Estuary, North Carolina. *Environmental monitoring and assessment*, 119(1), 367-389.
- Cameron**, W. M., & Pritchard, D. W. (1963). Estuaries (306–324). *The Sea*, 2.
- Dyer**, K. R. (1991). Circulation and mixing in stratified estuaries. *Marine Chemistry*, 32(2-4), 111-120.
- Espinosa**, G. A. (2008). Estudio teórico y práctico de la cuña salina: régimen estacionario y transitorio (Doctoral dissertation, Universidad de Cantabria).
- Geyer**, W. R., & Ralston, D. K. (2011). 2.03—The dynamics of strongly stratified estuaries. *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Amsterdam: Elsevier, 37-52.
- Gonenc**, I. E., & Wolflin, J. P. (2004). Coastal lagoons: ecosystem processes and modeling for sustainable use and development. CRC Press.
- Haralambidou**, K., Sylaios, G., & Tsihrintzis, V. A. (2010). Salt-wedge propagation in a Mediterranean micro-tidal river mouth. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 90(4), 174-184.
- Ibañez**, C., Pont, D., & Prat, N. (1997). Characterization of the Ebre and Rhone estuaries: A basis for defining and classifying salt - wedge estuaries. *Limnology and Oceanography*, 42(1), 89-101.
- Kantha**, L., 2005. Barotropic tide in the Gulf of Mexico. In: *Circulation in the Gulf of Mexico Observation and Models*. Geophysical Monograph Series, vol. 161 159-16.
- Kasai**, A., Kurikawa, Y., Ueno, M., Robert, D., & Yamashita, Y. (2010). Salt-wedge intrusion of seawater and its implication for phytoplankton dynamics in the Yura Estuary, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86(3), 408-414.
- Krvavica**, N., Gotovac, H., & Lončar, G. (2021). Salt-wedge dynamics in microtidal Neretva River estuary. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101713.
- Krvavica**, N., Travaš, V., & Ožanić, N. (2017). Salt-wedge response to variable river flow and sea-level rise in the Microtidal Rječina River Estuary, Croatia. *Journal of coastal research*, 33(4), 802-814.

- Olvera-Prado, Erick Raúl.** (2014). "Respuesta hidrodinámica de las lagunas y ríos del estuario del Papaloapan a forzamiento meteorológico". (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/262930>
- Perales-Valdivia, H., Sanay-González, R., & Valle-Levinson, A.** (2018). Effects of tides, wind and river discharge on the salt intrusion in a microtidal tropical estuary. *Regional Studies in Marine Science*, 24, 400-410.
- Pérez, J. M., & Ulloa, M. J.** (2017). HIDROGRAFÍA DEL ESTUARIO DEL RÍO PÁNUCO EN AGOSTO 2015. Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica AC (ATICTAC). Libro de Memorias del 28 Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. Este material no puede ser reproducido o copiado por completo ni por partes en ninguna forma impresa, mecánica, electrónica, fotográfica o cualquier otro medio de, 13.
- Portilla-Ochoa, E.** 2003. Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Base para su Ordenamiento Ecológico y Social. Reporte académico semestral North American Wetlands Conservation Council (NAWCC). Área Biología de la Conservación. Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana.
- Riverón-Enzástiga, Mayra Lorena.** (2008). "Análisis de la variabilidad de las descargas de agua de los principales ríos del sur de la cuenca hidrológica del Golfo de México". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/330348>
- Ruiz-Barradas, A., Tejeda-Martínez, A., Miranda-Alonso, S., & Flores-Zamudio, R. H.** (2010). Climatología en Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Gobierno del estado de Veracruz. México. <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/9649/1/03CLIMATOLOGIA.pdf>.
- Ruiz-Fernández, A. C., Maanan, M., Sanchez-Cabeza, J. A., Pérez-Bernal, L. H., López-Mendoza, P., & Limoges, A.** (2014). Chronology of recent sedimentation and geochemical characteristics of sediments in Alvarado Lagoon, Veracruz (southwestern Gulf of Mexico). *Ciencias Marinas*, 40(4), 291-303.
- Schettini, C. A. F., Miranda, J. B. D., Valle-Levinson, A., Truccolo, E. C., & Domingues, E. C.** (2016). The circulation of the lower Capibaribe Estuary (Brazil) and its implications for the transport of scalars. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64, 263-276.
- Sierra, J. P., Sánchez-Arcilla, A., Del Río, J. G., Flos, J., Movellán, E., Mösso, C., ... & Romero, I.** (2002). Spatial distribution of nutrients in the Ebro estuary and plume. *Continental Shelf Research*, 22(2), 361-378.
- Tenorio-Fernandez, L., Zavala-Hidalgo, J., & Olvera-Prado, E. R.** (2019). Seasonal variations of river and tidal flow interactions in a tropical estuarine system. *Continental Shelf Research*, 188, 103965.
- Thompson, P. A.** (2001). Temporal variability of phytoplankton in a salt wedge estuary, the Swan-Canning Estuary, Western Australia. *Hydrological Processes*, 15(13), 2617-2630.
- Valle-Levinson, A.** (Ed.), 2010. Definition and classification of estuaries. In: Contemporary Issues in Estuarine Physics. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-11.
- Watanabe, K., Kasai, A., Antonio, E. S., Suzuki, K., Ueno, M., & Yamashita, Y.** (2014). Influence of salt-wedge intrusion on ecological processes at lower trophic levels in the Yura Estuary, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 139, 67-77.
- Zou, T., Zhang, H., Meng, Q., & Li, J.** (2016). Seasonal hydrodynamics and salt exchange of a shallow estuary in Northern China. *Journal of Coastal Research*, (74 (10074)), 95-103.

Potencial fungicida del árbol de neem contra el hongo *Hemileia vastatrix*

*Fungicidal potential of the neem tree against the fungus
Hemileia vastatrix*

Omar Bravo-Ruiz ^a | Lázaro Rafael Sánchez Velásquez ^b |
Enrique Alarcón-Gutiérrez ^c | Francisco Cen Pacheco ^d |

Recibido: 26 de enero de 2022
Aceptado: 10 de febrero de 2022

^a Universidad Veracruzana, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Xalapa, México. Contacto: omarui6@gmail.com | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2739-8832>

^b Universidad Veracruzana, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Xalapa, México. Contacto: lasanchez@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6014-8731>

^c Universidad Veracruzana, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Xalapa, México. Contacto: enalarcon@uv.mx | ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3686-820X>

^d Universidad Veracruzana, Facultad de Bioanálisis, Veracruz, México. Contacto: fcen@uv.mx | ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8506-2435> *Autor para correspondencia.

Resumen: El café es uno de los productos más comercializados en México y el mundo. En los últimos años, el mercado del café ha sufrido grandes mermas económicas debido a la presencia de la roya del cafeto, cuyo agente causal es el hongo *Hemileia vastatrix*. El uso de fungicidas es el método de control más utilizado. Sin embargo, todos estos contribuyen a la contaminación del medio ambiente y generan efectos adversos para el ser humano. Por lo anterior, es necesario encontrar alternativas para erradicar o paliar la incidencia de la roya del cafeto. Las semillas, hojas y corteza de *Azadirachta indica* se extrajeron con metanol y estos extractos fueron ensayados contra esporas de *H. vastatrix*, usando el ensayo de inhibición de la germinación. Para la purificación del extracto de la corteza se utilizaron diversas técnicas cromatográficas. Los resultados, indicaron que los extractos de semilla y corteza muestran una inhibición de la germinación por encima del 90%. Adicionalmente, se aislaron cuatro compuestos de *A. indica*, triricinoleína, estigmasterol, glucósido de estigmasterol y azadiractina A, que no se pudieron evaluar por la poca cantidad obtenida.

Palabras clave: *Azadirachta indica*; control de plagas; agroecología; urediniosporas; metabolitos puros.

Abstract: Coffee is one of the most commercialized products in Mexico and the world. In recent years, the coffee market has suffered great economic losses due to the presence of coffee tree rust, whose causal agent is the fungus *Hemileia vastatrix*. The use of fungicides is the most widely used control method. However, all these contribute to environmental pollution and generate adverse effects on humans. Therefore, it is necessary to find alternatives to eradicate or mitigate the incidence of coffee tree rust. The seeds, leaves and bark of *Azadirachta indica* were extracted with methanol and these extracts were tested against *H. vastatrix* spores, using the germination inhibition assay. Various chromatographic techniques were used for the purification of the bark extract. The results indicated that the seed and bark extracts show inhibition of germination above 90%. Additionally, four compounds of *A. indica* were isolated, triricinolein, stigmaterol, stigmaterol glycoside and azadirachtin A, which could not be evaluated due to the small amount obtained.

Keywords: *Azadirachta indica*; pest control; agroecology; urediniospores; pure metabolites.

Introducción

El género *Coffea* comprende principalmente dos especies de gran importancia comercial a nivel mundial, *Coffea arabica* Linn (arábica) y *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (robusta) (Clarke y Macrae 1985; Davis et al., 2019). La especie *C. arabica* representa aproximadamente un 60% de la producción mundial, que incluye dos variedades botánicas distintas conocidas como: *C. arabica* var. *arabica* (normalmente llamada *C. arabica* var. *typica* Cramer) y *C. arabica* var. *bourbon* (B. Rodr.) (Krug et al., 1939; Davis et al., 2019). La especie *C. canephora* representa casi el 40% de la producción mundial; incluye principalmente tres variedades: *C. canephora* var. *kouilouensis*, *C. canephora* var. *nganda* y *C. canephora* var. *niaouli* (Lim 2013). Existen otras dos especies de café, que representan menos del 1% de la producción mundial, *Coffea liberica* Bull ex Hiern (ibérica) y *Coffea dewevrei* (Lim 2013).

La enfermedad más importante para el cultivo del cafeto es la roya, la cual es causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk & Br (Temis et al., 2011; Halpay et al., 2020). *H. vastatrix* es un fitoparásito

obligado de la planta de café, que incluye a 49 razas, siendo la raza II, la más agresiva debido al factor de virulencia vs^1 (Avelino & Rivas, 2013; Quispe-Apaza *et al.*, 2017). La enfermedad se caracteriza por presentar pequeñas manchas redondeadas y polvorientas, de color amarillo-naranja en el envés de las hojas del cafeto (**Figura 1**), provocando una defoliación en la planta que disminuye sensiblemente la producción del grano y, dependiendo del grado de infección, puede conducir a la muerte de la planta (CESVVER, 2018). La rapidez con la que se propaga el hongo de la roya del cafeto hace de ella una enfermedad sumamente peligrosa (Rayner, 1961; Li *et al.*, 2022).

Figura 1

Hoja de Coffea arabica infectada por la roya del cafeto



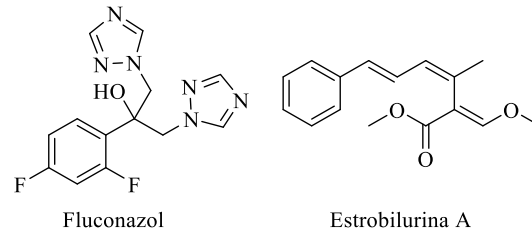
Fuente: Elaboración propia.

Entre las estrategias de control de la roya, la aplicación de productos químicos de contacto y de acción sistémica es el método más utilizado, ya que ofrece una supresión rápida y rentable del hongo *H. vastatrix*. Los principales fungicidas de contacto son sales de cobre como el oxiclورو de cobre y los hidróxidos de cobre (Dos Santos *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2021). Sin embargo, el uso indiscriminado de estas sales de cobre ocasiona la acumulación de cobre en aguas subterráneas, afectando procesos biogeoquímicos (Salam y Helmke, 1998; Salam *et al.*, 2021). La NOM-127-SSA1-1994 establece que los límites permisibles de cobre en el agua para uso y consumo humano deben ser de 2 mg/L, valor que también es referenciado por la OMS (2006).

El consumo de cantidades mayores de cobre en el humano ya sea por agua o alimentos, puede causar enfermedades y pérdida de función a nivel celular y molecular, afectando a diversos tejidos y el metabolismo (Kabata & Mukherjee, 2007; Rodríguez Heredia, 2021). Entre los fungicidas sistémicos más estudiados se encuentran los triazoles como el fluconazol y las estrobilurinas (**Figura 2**), los primeros actúan inhibiendo la biosíntesis del ergosterol en hongos, mientras que las estrobilurinas inhiben la respiración mitocondrial (Bartlett *et al.* 2002). Se ha observado que el efecto de los fungicidas sistémicos en el suelo tiene una persistencia de 80 días, eliminando hongos importantes de la biota del suelo (Abdel *et al.*, 1982; Ratna-Kumar *et al.*, 2017) (**Figura 2**).

¹ Gen asociado a la capacidad que tiene el microorganismo para producir enfermedad.

Figura 2
 Ejemplos de las estructuras químicas de
 fungicidas sistémicos



Fuente: Elaboración propia.

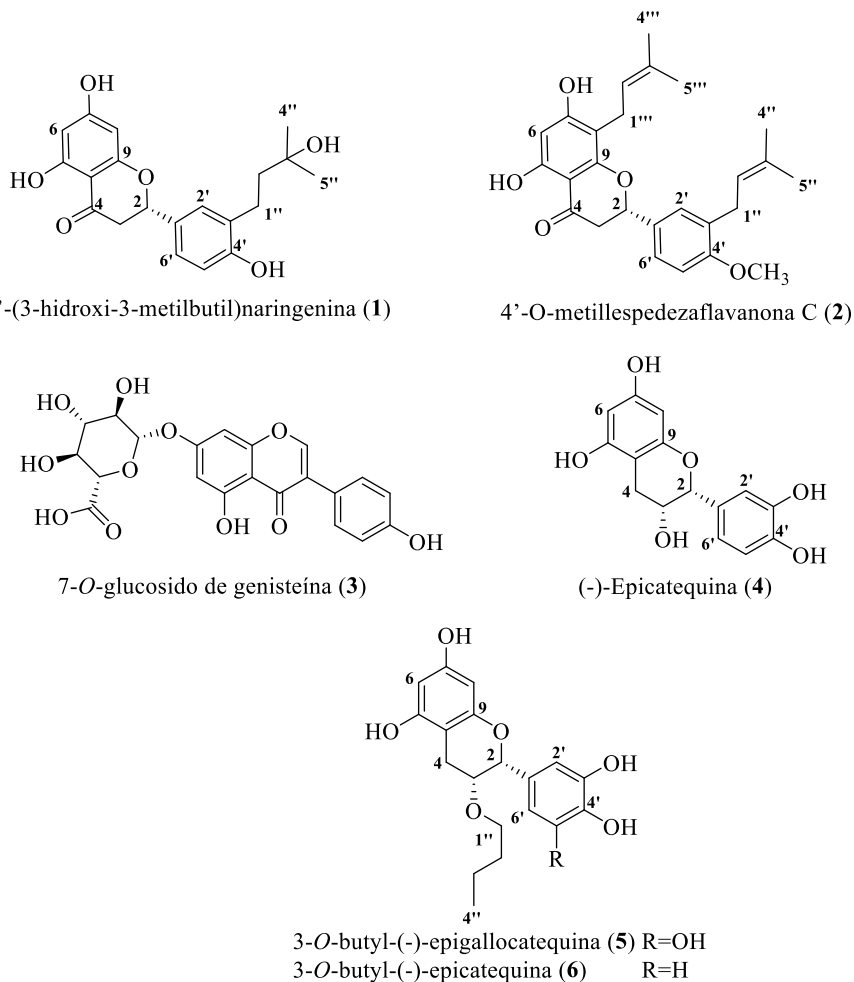
Ante este panorama, es evidente la necesidad de buscar nuevas alternativas de control que sean eficaces (menos tóxicas y/o más activas) y más amigables con el medio ambiente. Una de ellas es el desarrollo de fungicidas naturales que posean nuevos mecanismos de acción con alta selectividad. Además, la demanda actual de productos libres de pesticidas y fertilizantes procesados (agricultura orgánica) es una tendencia mundial que tiene la finalidad de promover las prácticas agrícolas sostenibles (Migliorini & Wezel, 2017). En este sentido, investigaciones realizadas en todo el mundo han demostrado la gran cantidad de compuestos secundarios presentes en plantas capaces de activar el sistema de defensa de las plantas o inhibir la infección por microorganismos patógenos (Borges Pereira *et al.*, 2012). Muchos de estos compuestos son utilizados en la industria farmacéutica, cosmética, alimentaria y síntesis de compuestos (Ringuelet y Viña, 2013).

Así, por ejemplo, aproximadamente la mitad de los fármacos que se comercializan en la actualidad, tienen su origen directa o indirectamente de fuentes naturales, principalmente terrestres (Newman y Cragg, 2020). Estos compuestos naturales han mostrado atributos bactericidas, fungicidas o fungistáticas en diversos patógenos (Ćirić *et al.* 2011; Takhi *et al.* 2011; Alkhulaifi *et al.* 2019). Un ejemplo de lo anterior es el árbol neem, *Azadirachta indica* A. Juss. (*A. Indica*) que es bien conocido por su amplio espectro de propiedades biológicas y propiedades beneficiosas para la salud (Atawodi & Atawodi, 2009).

Una gran variedad de compuestos con una gran diversidad estructural se han aislado del árbol neem, algunos de los cuales han mostrado bioactividades importantes, como la actividad antioxidante de la gran variedad de compuestos fenólicos que posee (Sultana *et al.*, 2007), el efecto citotóxico del 3'-(3-hidroxi-3-metilbutil)naringenina (**1**) y del 4'-*O*-metillespedezaflavanona C (**2**) (Kitdamrongtham *et al.*, 2014), la actividad antifúngica de 7-*O*-glucosido de genisteína (**3**) and (-)-epicatequina (**4**), (Kanwal *et al.*, 2011) o efectos larvicidas como los que poseen el 3-*O*-butyl(-)-epigallocatequina (**5**) y 3-*O*-butyl(-)-epicatequina (**6**) (**Figura 3**) (Cen-Pacheco *et al.*, 2019).

En el presente trabajo, se evaluó la actividad fungicida de los extractos de la corteza, las hojas y los frutos de *A. indica*, contra el hongo *H. vastatrix* para la búsqueda de una alternativa de control de la enfermedad de la roya del café.

Figura 3
 Compuestos aislados de *A. indica*



Fuente: Elaboración propia.

2. Materiales y Métodos

2.1. Recolección del material vegetal

La recolección de los frutos de *A. indica* (árbol de neem) se realizó en el mes de agosto de 2017, mientras que las hojas y la corteza se obtuvieron en la etapa de crecimiento vegetativo (después de la fructificación). Todo el material vegetal se recolectó de una plantación de neem, con antigüedad de 26 años, del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz (19° 6' 36" N, 96° 12' 0" O) (**Figura 4**). Posteriormente, el material vegetal se secó en una estufa microbiológica (BINDER, Serie FED) a 50 °C hasta obtener un peso constante (hojas: 503.2 g, semillas: 1806 g y corteza: 1152 g) y luego se trituró y se almacenó hasta su uso.

Figura 4

Recolecta de las semillas, las hojas y la corteza del árbol de neem



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Extracción

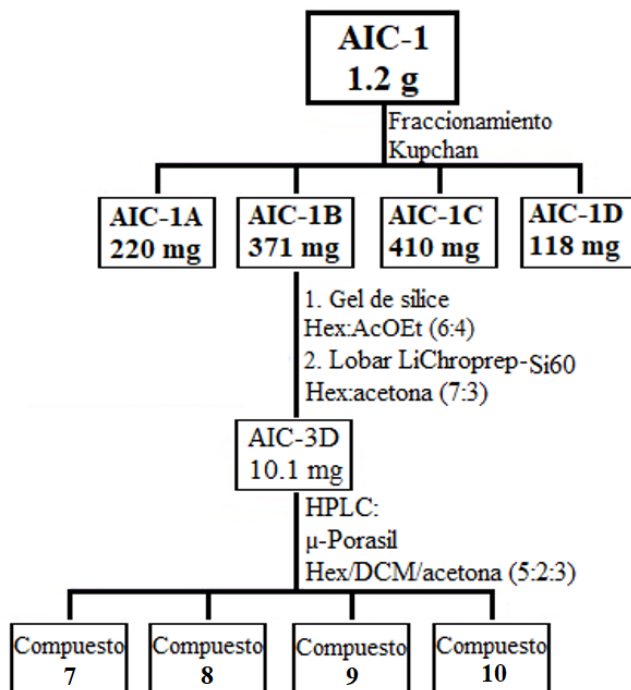
El material vegetal (semillas, hojas y corteza) se extrajo cuatro veces por maceración a temperatura ambiente durante 3 h, usando cada vez 500 mL de metanol grado técnico (99%) para 250 g de material vegetal. Posteriormente, el disolvente se eliminó al vacío en un evaporador rotatorio (Rotavapor R3, Büchi, Latinoamérica S. de R.L. de C.V).

2.3. Purificación de la corteza de neem

El extracto de la corteza de *A. indica* se re-disolvió en una disolución 1:1 de los disolventes metanol y agua (MeOH:H₂O [1:1], 500 mL) (Sigma-Aldrich, St. Louis Mo., USA) y seguidamente se agregó 500 mL de hexano; la mezcla obtenida se colocó en agitación constante por dos horas, a una temperatura de 25 °C, posteriormente la mezcla fue colocada un embudo de separación para retirar la fracción de hexano, la cual es inmisible en la mezcla de MeOH:H₂O, este procedimiento se realizó tres veces para los disolventes hexano (Hex), diclorometano (DCM) y acetato de etilo (AcOEt) (Sigma-Aldrich, St. Louis Mo., USA), obteniéndose así cuatro nuevas fracciones de polaridad creciente: AIC-1A (Hex, 220 mg), AIC-1B (DCM, 371 mg), AIC-1C (AcOEt, 410 mg) y AIC-1D (MeOH:H₂O, 118 mg) (Kupchan *et al.*, 1973).

La fracción de diclorometano (371 mg) se purificó en columna de vidrio (3 cm de diámetro interno y 20 cm de longitud de la columna) empacada con gel de sílice-60 (Merck, Darmstadt, Germany), utilizando como eluyente la mezcla de hexano:acetato de etilo (6:4), y, seguidamente, se utilizó una columna pre-empaquetada de media presión Lobar LiChroprep-Si60 (Merck, Darmstadt, Germany), usando hexano:acetona (7:3) como eluyente. La fracción 3D, se purificó en un HPLC-UV (Breeze 2; Waters, Wexford, Ireland) con una columna μ -Porasil (Waters, Wexford, Ireland) y hexano/diclorometano/acetona (5:2:3) como eluyente; así se obtuvieron los compuestos triricinoleína (**7**) (0.9 mg), estigmasterol (**8**) (1.1 mg), glucósido de estigmasterol (**9**) (0.7 mg) y azadiractina A (**10**) (0.9 mg) (**Figura 5**).

Figura 5
 Marcha cromatográfica de los compuestos aislados



Fuente: Elaboración propia.

2.4. Inhibición de la germinación de esporas de *Hemileia vastatrix*

Para determinar la actividad fungicida de *A. indica* sobre *H. vastatrix* se utilizó el ensayo de inhibición de la germinación de esporas. Las esporas de la roya del café (*H. vastatrix*) se obtuvieron de cafetales ubicados en la localidad de San Marcos de León, municipio de Xico, Veracruz. Estas se preservaron a 4 °C en oscuridad hasta el momento en que se utilizaron en el ensayo. Los ensayos se realizaron por microdilución en placas con 96 pocillos, usando ocho réplicas por cada concentración de extracto (0.1, 1.0 y 10.0 mg/mL), disuelto en agua destilada estéril con Tween-80 al 4%. Como control positivo se utilizó el fungicida sistémico carbendazima a una concentración de 0.25 mg/mL y agua destilada con Tween-80 al 4% como control negativo. Por otro lado, se preparó una solución de 5 mg de esporas en 0.5 mL (6.5×10^4 esporas por 0.5 mL) de agua destilada con Tween-80 al 4%. Así a 0.1 mL de cada una de las disoluciones de los extractos y de los controles, se le agregó 0.1 mL de la solución de esporas (1.3×10^4 esporas por 0.1 mL). Posteriormente, la microplaca se incubó a 28 °C en oscuridad durante 24 h y, seguidamente, se realizó el conteo de esporas germinadas y no germinadas (Rayner, 1961; Avelino & Rivas, 2013), utilizando un microscopio de contraste de fases (Motic, modelo BA310) (Figura 6). A partir del análisis de ocho réplicas para cada concentración, se obtuvo el porcentaje de inhibición de esporas con la siguiente fórmula (López-Muñoz *et al.*, 2019):

$$\% \text{ de inhibición} = \left(1 - \frac{\text{Promedio de esporas germinadas por tratamiento}}{\text{Promedio de esporas germinadas en el control negativo}} \right) \times 100$$

2.5. Análisis estadísticos

Inicialmente se estableció si los datos tienen una distribución normal o asimétrica, para ello se utilizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk. En aquellos casos en donde la prueba Shapiro-Wilk indicó una distribución normal de los datos, se realizó la prueba Anova para analizar la varianza de los datos y determinar si existía diferencia estadística significativa. Seguidamente si los datos presentaban diferencia significativa, se realizó el análisis Post Hoc mediante la prueba de Tukey para establecer que grupo o grupos de datos muestran la diferencia significativa en sus medias aritméticas.

Por otro lado, si la prueba Shapiro-Wilk indicó una distribución asimétrica, se utilizó la prueba Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticas significativas entre las varianzas de los datos y la prueba Wilcoxon para establecer en que grupo o grupos se encuentra la diferencia significativa entre las medias aritméticas, si la hubiese.

3. Resultados

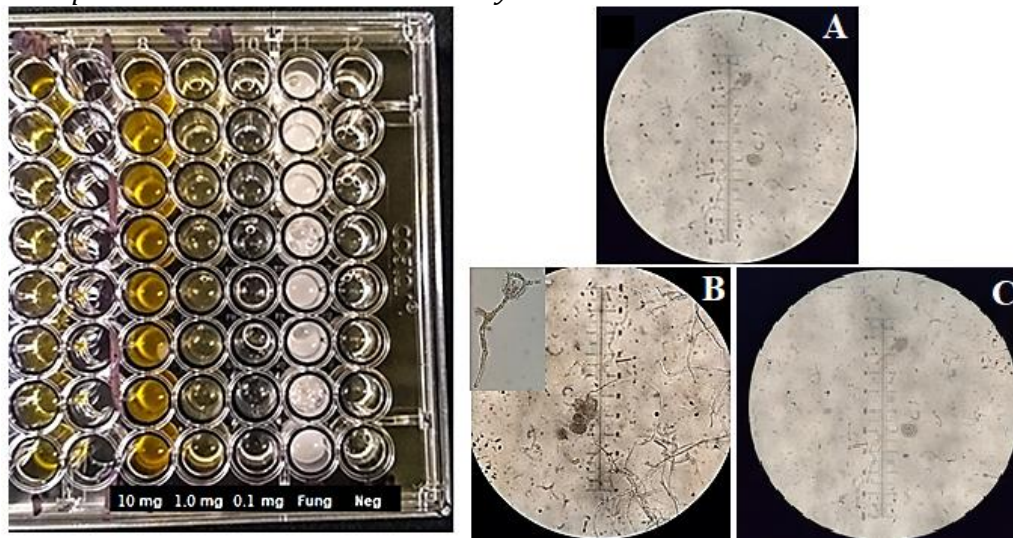
Los extractos de corteza, hoja y semillas de *A. indica* obtenidas por extracción metanólica a temperatura ambiente fueron evaluadas para determinar su potencial fungicida contra esporas de *H. vastatrix*, usando el ensayo de inhibición de germinación.

La inhibición de la germinación de los extractos fue evaluada a las concentraciones de 10.0, 1.0 y 0.1 mg/mL. Los resultados revelaron que los extractos de corteza y semilla muestran las mejores actividades, particularmente a la concentración de 10.0 mg/mL, en donde se observó una inhibición de la germinación por encima del 90%.

Por otro lado, en el caso de las hojas, se observaron valores entre el 34 y 53% de inhibición; es importante destacar que, aunque parezca que, al aumentar la concentración, la inhibición de la germinación disminuye, esto no es del todo cierto, ya que los porcentajes de inhibición de las diferentes concentraciones no muestran diferencias significativas entre las diferentes concentraciones, es decir que los resultados de inhibición se consideran similares.

En el caso del control positivo, carbendazima, se observó un 100% de inhibición a la concentración discriminatoria ensayada (0.25 mg/mL), indicando que esta población de *H. vastatrix* posee alta sensibilidad a la carbendazima (**Figura 6 y Tabla 1**).

Figura 6
Ensayo de inhibición de la germinación de esporas de H. vastatrix. Izquierda. Microplaca con las concentraciones ensayadas



Nota: A. Inhibición de la germinación inducida por las semillas de A. indica a la concentración de 10 mg/mL (objetivo 40×, tamaño regleta 250 µm). B. Germinación en el control negativo (objetivo 40×, tamaño regleta 250 µm). C. Germinación con el control positivo (carbendazima) (objetivo 40×, tamaño regleta 250 µm).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1

Porcentaje de inhibición de la germinación de esporas de H. vastatrix

	Concentración (mg/mL)	Inhibición germinación (% ± DE)
Corteza ¹	0.1	18.91 ± 10.2
	1.0	15.54 ± 13.7
	10.0	92.22 ± 1.66
Hojas ²	0.1	48.31 ± 10.12
	1.0	53.05 ± 8.78
	10.0	34.25 ± 9.83
Semillas ³	0.1	34.78 ± 6.84
	1.0	74.22 ± 3.11
	10.0	91.61 ± 1.92
Carbendazima*	0.25	0
Control negativo**	---	100

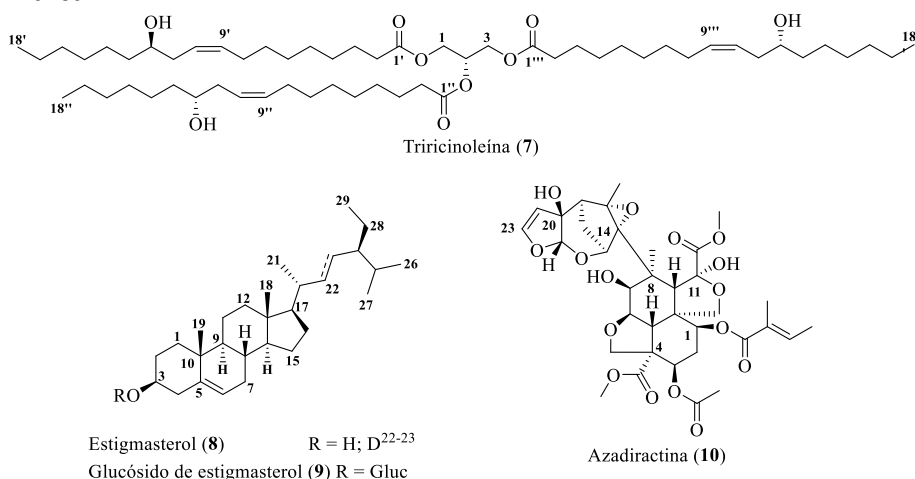
Nota: ± DE: Desviación estándar. *Control positivo. **Control negativo. ¹ La prueba de Wilcoxon muestra diferencias significativas entre la concentración de 10 mg/mL y las otras dos concentraciones. ² La prueba de Anova no muestra diferencias significativas entre las concentraciones. ³ La prueba de Wilcoxon muestra diferencias significativas entre

todas las concentraciones ensayadas. Las pruebas que se utilizaron dependen de si los datos son normales o asimétricas, según la prueba Shapiro-Wilk. Fuente: Elaboración propia.

La investigación fitoquímica sobre la corteza de *A. indica* condujo al aislamiento de cuatro compuestos ya conocidos, la triricinoleína (**7**) (Ghosh et al., 2002), el estigmasterol (**8**) (Jiang et al., 2013), el glucósido de estigmasterol (**9**) (Amina et al., 2018) y la azadiractina A (**10**) (Jarvis et al., 1997). Las estructuras de los cuatro compuestos aislados fueron determinadas mediante detallado análisis de sus datos espectroscópicos (RMN 1D y 2D) y espectrométricos (ESI-HRMS), así como la comparación de los datos espectroscópicos de **1-4** con los reportados previamente en la literatura científica (**Figura 7 y 8**).

Figura 7

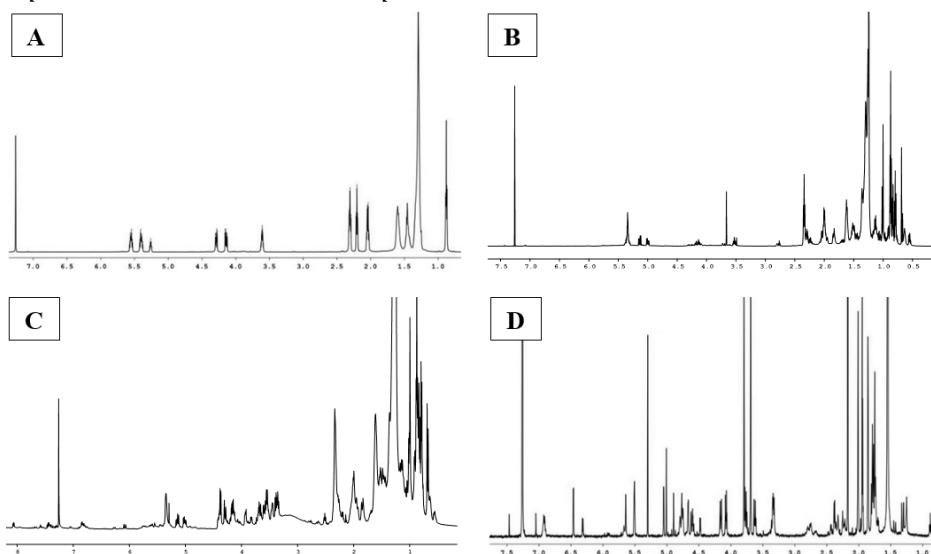
Estructuras químicas de los compuestos aislados de la corteza de A. indica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Espectros de RMN-1H de los compuestos aislados de la corteza de A. indica



Nota: A: triricinoleína (**7**). B: estigmasterol (**8**). C: glucósido de estigmasterol (**9**) D: azadiractina A (**10**). Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

El extracto metanólico de la corteza del árbol del neem mostró una importante inhibición de la germinación de esporas de *H. vastatrix* (92.22%) a la concentración de 10 mg/mL, mientras que las concentraciones de 1 mg/mL y 0.1 mg/mL mostraron una inhibición de 15.54 y 18.91%, respectivamente. Las observaciones microscópicas sugieren que el efecto inhibitorio a la concentración de 10 mg/mL podría ser físico, ya que las esporas se aglutinaron al sedimento del extracto (**Figura 9**).

Por otro lado, el extracto metanólico de las hojas del árbol del neem presentó inhibición de la germinación de esporas a las tres dosis evaluadas (entre 34 y 48%). Sin embargo, los resultados no muestran correlación entre la concentración y la actividad, de hecho, la prueba de Tukey indicó que no hay diferencias significativas en las actividades observadas para las tres concentraciones evaluadas. Esta falta de correlación entre la inhibición de germinación y la concentración podría deberse a que el o los compuestos activos podrían tener su máxima solubilidad en el medio de ensayo (agua destilada estéril con Tween-80 al 4%) a una concentración cercana al 0.1 mg/mL; por tanto, aunque se agregara más extracto, la concentración del compuesto activo no aumentaría.

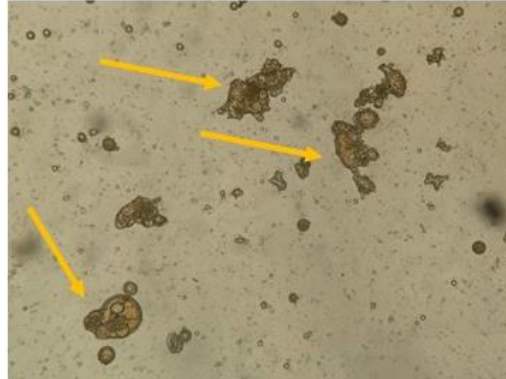
En efecto, uno de los fundamentos más importantes en el descubrimiento y desarrollo de fármacos es la solubilidad, ya que es un factor de gran relevancia en la farmacodinámica, farmacocinética y toxicidad de muchos compuestos (Kadela-Tomanek *et al.*, 2021). Los resultados del extracto metanólico de las hojas mostraron concordancia con la investigación que realizó Chandrashekara *et al.* (2012), en la cual fue posible reducir la incidencia de la roya de la morera (*Cerotelium fici*), entre un 33 y un 73% utilizando extractos acuosos de neem (*A. indica*).

El extracto metanólico de las semillas del árbol del neem fue el que mostró mejor actividad, ya que las concentraciones de 1.0 y 10.0 mg/mL inhiben significativamente la germinación de esporas; más del 90%. Estos resultados son similares a los obtenidos por Borges Pereira y Alves (2012), quienes demostraron que el aceite de las semillas de neem inhibe totalmente la germinación de urediniosporas de *H. vastatrix* a una concentración volumen/volumen de 2000 μ L L⁻¹, con una DL₅₀ estimada en 845 μ L L⁻¹.

Del estudio cromatográfico de *A. indica*, se logró el aislamiento de cuatro compuestos previamente reportados en la literatura. La triricinoleína (**7**) fue reportada por Ghosh (2002) y se caracteriza por inhibir la agregación plaquetaria inducida por epinefrina; el estigmasterol (**8**) fue aislado del pericarpio del fruto de *litchi chinensis* y se le determinó una “pobre” capacidad de captación de radicales libres (Jiang *et al.*, 2013), el glucósido de estigmasterol (**9**), es un esteroles aislado de *Plectranthus urinaria* que posee una importante actividad antioxidante y antiinflamatoria (Amina *et al.*, 2018) y la azadiractina A (**10**), que es tal vez el compuesto más conocido de *A. indica*, por su amplio espectro de propiedades biológicas, entre las que destaca su notable actividad pesticida (Jarvis *et al.*, 1997).

Figura 9.

Aglutinación de esporas de H. vastatrix al sedimento del extracto metanólico de la corteza del árbol del neem (10 mg/mL; 40x)



Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados de los extractos de diferentes partes de la planta *A. indica* contra la germinación de esporas de *H. vastatrix*, se observó que la corteza y semillas poseen una evidente actividad fungicida y/o fungistática, especialmente a las concentraciones más altas, es particularmente destacable la actividad de las semillas, en donde se observó un 74.22% de inhibición de la germinación a la concentración de 1 mg/mL y un 91.61% a la concentración de 10 mg/mL, mientras que el extracto de la corteza solamente mostró una importante inhibición a la concentración de 10 mg/mL, 92.22%. Por tanto, es evidente que los extractos de la corteza y de las semillas de *A. indica* tienen un gran potencial para ser utilizados como alternativa en el control de *H. vastatrix*. Para el futuro, se pretende recolectar una mayor cantidad de *A. indica* y así poder aislar mayores cantidades de los compuestos, triricinoleína (7), estigmasterol (8), glucósido de estigmasterol (9) y azadiractina A (10), así como de otros compuestos para determinar su actividad fungicida sobre *H. vastatrix*.

Referencias

- Abdel**, H.M., Abdel, M.I.A., Hamida, S. (1982). Selective effects of two systemic fungicides on soil fungi. *Mycopathologia*, 79(2), 93-99. <https://doi.org/10.1007/BF00468085>
- Alkhulaifi**, M.M., Awaad, A.S., AL-Mudhayyif H.A., Alothman M.R., Alqasoumi S.I., Zain S.M. (2019). Evaluation of antimicrobial activity of secondary metabolites of fungi isolated from Sultanate Oman soil. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(3), 401-405. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.12.009>
- Amina**, M., Alarfaj, N.A., El-Tohamy, M.F., Al Musayeib N.M., Oraby H.F. (2018) Sequential injection-chemiluminescence evaluation of stigmasterol glucoside and luteolin via green synthesis of silver nanoparticles using biomass of *plectranthus asirensis*, *Green Chemistry Letters and Reviews*, 11(4), 523-533. <https://doi.org/10.1080/17518253.2018.1543457>

- Atawodi, S.E., Atawodi, J.C.** (2009). *Azadirachta indica* (neem): a plant of multiple biological and pharmacological activities. *Phytochemistry Reviews*, 8, 601-620. <https://doi.org/10.1007/s11101-009-9144-6>
- Avelino, J. y Rivas, G.** (2013). La roya anaranjada del café. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036/document>
- Borges, R., Ciavarelli, G., Perina, F. y Alves, E.** (2012) Essential oils for rust control on coffee plants. *Ciência e Agrotecnologia*, 36, 16-24. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000100002>
- Cen-Pacheco, F., Ortiz-Celiseo, A., Peniche-Cardena, A., Bravo-Ruiz, O., López-Fentanes, F.C., Valerio-Alfaro, G., Fernández, J.J.** (2019). Studies on the bioactive flavonoids isolated from *Azadirachta indica*. *Natural Product Research*, 5, 1-9. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1579808>
- Chandrashekara, K.T., Prakash, B.M., Mahesha, K.S., Rajashekar N.** (2012). Antifungal activity of plant extracts against leaf rust disease of mulberry, 3(1), 60-63. <https://bit.ly/3JgHdde>
- Ćirić, A., Karioti, A., Glamočlija, J., Soković, M., Skaltsa, H.** (2011) Antimicrobial activity of secondary metabolites isolated from *Centaurea spruneri* Boiss. & Heldr. *The Journal of the Serbian Chemical Society*, 76 (1), 27-34. <https://doi.org/10.2298/JSC100127008C>
- Clarke, R.J., Macrae, R.** (1985). *Coffee*. Volume 1: Chemistry, ELSEVIER.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Veracruz (CESVVER).** (2018). Roya del café (*Hemileia vastatrix*). <http://cesvver.org.mx/roya-del-cafe-hemileia-vastatrix/>
- Davis, A.P., Chadburn, H., Moat, J., O'Sullivan, R., Hargreaves, S., Lughadha, E.N.** (2019). High extinction risk for wild coffee species and implications for coffee sector sustainability. *Science Advances*, 5(1), eaav3473. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3473>
- Dos Santos, J.M.F., De Oliveira, S.H.F., Domingues, R.J., Guzzo, S.D.** (2002). Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* L.) do cafeeiro, sob chuva simulada. *Arquivos do Instituto Biológico*, 69(1), 45-49. http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V69_1/santos.pdf
- Ghosh, P., Hoque, M., Karmakar, G.** (2018). Castor oil as potential multifunctional additive in the formulation of eco-friendly lubricant. *Polymer Bulletin*, 75(2), 501-514. <https://doi.org/10.1007/s00289-017-2047-6>
- Halpay, M., Silverio, L., Mateo, A., Pimentel, Á., Cueto, J.** (2020). Evaluación *in vitro* de micoparásitos con potencial de control sobre la enfermedad Roya del café (*Hemileia vastatrix*) en la provincia San Juan, República Dominicana. *Revista Agropecuaria y Forestal*, 9(2), 17-24. <http://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/120/104>
- Hernández, C., López, L., Sánchez, L.** (2021). Agentes de control biológico de la roya del café ¿Cómo funcionan y qué tan efectivos son? *BioTecnología*, 25(1), 21-30. <https://smbb.mx/wp-content/uploads/2021/05/Hernandez-et-al.-2021.pdf>
- Jiang, G., Lin, S., Wen, L., Jiang, Y., Zhao, M., Chen, F., Prasad, K.N., Duan, X. Yang, B.** (2013). Identification of a novel phenolic compound in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp and bioactivity evaluation. *Food Chemistry*, 136(2), 563-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.089>
- Kabata, A., Mukherjee, A.B.** (2007). *Trace elements from soil to human*. Nueva York: Springer Berlin Heidelberg New York.
- Kadela-Tomanek, M., Jastrzębska, M., Chrobak, E., Bębenek, E., Boryczka, S.** (2021). Chromatographic and computational screening of lipophilicity and pharmacokinetics of newly synthesized betulin-1,4-quinone hybrids. *Processes* 9(2), 376. <https://doi.org/10.3390/pr9020376>

- Kanwal, Q., Hussain, I., Siddiqui, H.L., Javaid, A.** (2011). Antimicrobial activity screening of isolated flavonoids from *Azadirachta indica* leaves. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 76(3), 375-384. <https://doi.org/10.2298/JSC100406027K>
- Kitdamrongtham, W., Ishii, K., Ebinab, K., Zhang, J., Ukiya, M., Koike, K., Akazawaa, H., Manosroia, A., Manosroi, J., Akihisa, T.** (2014). Limonoids and flavonoids from the flowers of *Azadirachta indica* var. *siamensis*, and their melanogenesis-inhibitory and cytotoxic activities. *Chemistry & Biodiversity*, 11, 73-84. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300266>
- Krug, C.A., Mendes, J.E.T. Carvalho, A.** (1939) Taxonomia de *Coffea arabica* L. Bol Tec no 62. Instituto Agronomico de Estado, Campinas, Brazil.
- Kupchan, S.M., Tsou, G. Sigel, C.W.** (1973). Datiscacin, a novel cytotoxic cucurbitacin 20-acetate from *Datisca glomerata*. *Journal of Organic Chemistry* 38(7), 1420-1421. <http://dx.doi.org/pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jo00947a041>
- Li, K., Hajian-Forooshani, Z., Su, C., Perfecto, I., Vandermeer, J.** (2022). Reduced rainfall and resistant varieties mediate a critical transition in the coffee rust disease. *Scientific Reports*, 12(1), 1564. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05362-0>
- Lim, T.K.** (2013). *Coffea canephora*. In Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants (pp. 680-709). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5653-3_33
- López-Muñoz, N.R., Romero-Bastidas, M., Arce-Amézquita, P.M., Hernández-Rubio, J. S.** (2019). Actividad antifúngica de antioxidantes derivados de cuatro cultivares de *Capsicum* spp. contra hongos fitopatógenos. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18), 487-498. <https://doi.org/10.19136/era.a6n18.2174>
- Migliorini, P., Wezel, A.** (2017). Converging and diverging principles and practices of agriculture regulations and agroecology. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(1), 1-18. <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0472-4>
- Newman, D.J., Cragg, G.M.** (2020) Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>
- Organización Mundial de la Salud.** (2006). Guías para la calidad del agua potable (3^{ra} Edición). Suiza: Ediciones de la Organización Mundial de la Salud. https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Quispe-Apaza, C.S., Mansilla-Samaniego, R.C., López-Bonilla, C.F., Espejo-Joya, R., Villanueva-Caceda, J., Monzón, C.** (2017). Diversidad genética de *Hemileia vastatrix* de dos zonas productoras de café en el Perú. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(3), 418-436. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1612-7>
- Ratna-Kumar, P.K., Shiny Niharika, P., Hemanth, G.** (2017). Impact of fungicides on the growth and distribution of soil mycoflora in agriculture fields at Narasannapeta. *International Journal of Science and Research*, 6(1), 2337-2347. <https://bit.ly/3x6Anov>
- Rayner, R.W.** (1961). Germination and penetration studies on coffee rust (*Hemileia vastatrix* B. & Br.). *Annals of Applied Biology*, 49(3), 497-505. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1961.tb03641.x>
- Ringuelet, J., Viña, S.** (2013). *Productos naturales vegetales*, Editorial de la Universidad de La Plata.
- Rodríguez Heredia, D.** (2021). Metales pesados y salud. *Correo Científico Médico*, 25(4). <http://www.revcoemed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/3702>
- Salam, A.K., Helmke, P.A.** (1998). The pH dependence of free ionic activities and total dissolved concentrations of copper and cadmium in soil solution. *Geoderma*, 83(1), 281-291. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(98\)00004-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(98)00004-4)

- Salam**, A.K., Milanti, M., Silva, G., Rachman, F., Santa, I.M.T.D., Rizki, D.O., Novpriansyah, H., Sarno, S. (2021). The use of N HNO₃ to determine copper and zinc levels in heavy-metal polluted tropical soils. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 905(1), 012001. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012001>
- Sultana**, B., Anwar, F., Przybylsky R. (2007). Antioxidant activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica*, and *Eugenia jambolana* Lam. trees. *Food Chemistry*, 104, 1106-1114. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.019>
- Takhi**, D., Ouinten, M., Yousfi, M. (2011) Study of antimicrobial activity of secondary metabolites extracted from spontaneous plants from the area of Laghouat, Algeria. *Advances in Environmental Biology*, 469-77. <https://bit.ly/3xpDB6P>
- Temis** A., López A., Sosa M. (2011). Producción de café (*Coffea arabica* L.): cultivo, beneficio, plagas y enfermedades. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5(2), 54-74. <https://bit.ly/3JhTTkh>

Sección Especial

Presentación

Los desafíos para los profesionales de salud y licenciados en nutrición en las últimas décadas son muchos, van desde la inequidad alimentaria, que condiciona a padecer desnutrición, hasta el exceso en ingesta de alimentos que conducen a obesidad y otras enfermedades crónico no transmisibles, fueron los condicionantes que más complicaciones y muertes causaron en la reciente pandemia por COVID-19.

Ante esta emergencia sanitaria, la Facultad de Nutrición UV –que tiene dentro de sus funciones sustantivas la divulgación de la ciencia, la actualización a estudiantes, profesores y egresados–, organizó, con motivo del cuadragésimo cuarto aniversario de su fundación, el Congreso Internacional “Retos alimentarios, nutricionales y culturales ante la Sindemia de la Malnutrición y COVID-19: Desafíos del licenciado en nutrición”, donde hubo una convocatoria para presentar trabajos de investigación en modalidad cartel.

Y así, con el apoyo de la Universidad Veracruzana a través de la revista *UVserva*, en la “Sección especial” este número presenta 5 artículos de trabajos de investigación presentados en dicho congreso. El primero de Fernández-Demeneghi, et al., en el cual se evaluó el consumo de polifenoles y antocianinas contenidos en frutos rojos por la asociación que se les confiere para disminuir el riesgo a padecer depresión y el número de neuronas en la región Cg1 de la corteza prefrontal de ratas wistar; sus resultados sugieren que el jugo de zarzamora pudiera prevenir el desarrollo de trastornos psiquiátricos asociados a estrés.

Uno más, de la autoría de González Fajardo, et al., se estudió la relación entre Inseguridad alimentaria y el Índice de Resiliencia Alimentaria en una población beneficiaria de un comedor comunitario, en este se menciona que es de suma importancia identificar estrategias de afrontamiento eficientes para fortalecer la resiliencia en la población.

Un tercer artículo es el que presentan Sánchez-Viveros, et al., sobre el consumo de alimentos ultraprocesados (AUP) y su relación con el sobrepeso y la obesidad en estudiantes de la Facultad de Nutrición, se concluye que el consumo general de AUP no se relacionó con sobrepeso y obesidad, pero sí lo hicieron el consumo de refresco y alcohol.

Otro de los artículos es de Cervera-Pereyra, et al, ellos muestran los resultados de su estudio titulado: “Relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios”, en se hallaron los factores de riesgo metabólicos en los jóvenes y con ello el peligro de padecer Enfermedades Crónicas No Transmisibles.

Finalmente, el artículo de Sánchez-Montiel, et al, se enfocó en investigar el estado de nutrición y su relación con la depresión en estudiantes universitarios; dichos autores mencionan que el síndrome depresivo estuvo presente en la mayoría de los estudiantes de diferente clasificación de estado de nutrición, siendo las mujeres quienes más lo padecían al momento de realizar el estudio.

Esperando que estas investigaciones contribuyan a la reflexión de los profesionales de las diferentes áreas de ciencias de la salud para continuar haciendo investigación relacionada con estos desafíos para contribuir en el mejoramiento de la salud de la población.

María Graciela Sánchez Montiel

Directora de la Facultad de Nutrición región Xalapa
Universidad Veracruzana

Efecto del jugo de zarzamora sobre los patrones conductuales de nado y el número de neuronas en la región cg1 de Ratas Wistar

Effect of blackberry juice on swimming patterns and number of neurons in the cg1 region of Wistar Rats

Rafael Fernández-Demeneghi ^a | Katya Alexa Ramírez-Lagunas ^b |
Isidro Vargas-Moreno ^c | Socorro Herrera-Meza ^d |
Juan Francisco Rodríguez-Landa ^e | Abraham Puga-Olguín ^f

Recibido: 27 de octubre de 2022.

Aceptado: 7 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: rafael_demeneghi@hotmail.com
| ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7540-6537>

^b Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina, Xalapa, México. Contacto: katya.rl30@gmail.com
| ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8254-4719>

^c Universidad Veracruzana, Instituto de Neuroetología, Xalapa, México. Contacto: isvamo94@hotmail.com | ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-6774-9444>

^d Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones Psicológicas, Xalapa, México. Contacto: soherrera@uv.mx
| ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0838-470X>

^e Universidad Veracruzana, Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes, Xalapa, México. Contacto:
abra_puga@hotmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5968-0210> *Autor para correspondencia.

Resumen: El estrés puede predisponer al desarrollo de trastornos psiquiátricos como la depresión. El consumo de frutos rojos ha sido asociado a un bajo riesgo padecer depresión, debido a su alto contenido de polifenoles y antocianinas. El presente estudio evaluó el efecto del jugo de zarzamora sobre la conducta tipo depresión y el número de neuronas en la región Cg1 de la corteza prefrontal de la rata. Se utilizaron 44 ratas macho Wistar divididas en 5 grupos: vehículo, zarzamora baja y alta, fluoxetina y diazepam. Los efectos se evaluaron en las pruebas de campo abierto y nado forzado. Para el análisis histológico se realizó la tinción de violeta de cresilo. El grupo tratado con la dosis alta de zarzamora produjo efectos tipo antidepresivo y un mayor número de neuronas en la región Cg1. Los resultados sugieren que el jugo de zarzamora pudiera prevenir el desarrollo de trastornos psiquiátricos asociados al estrés.

Palabras clave: Antocianinas, Cg1, desesperanza conductual, neuronas, zarzamora, Rata Wistar.

Abstract: *Stress can predispose to the development of psychiatric disorders such as depression. Berry consumption has been associated with a lower risk of developing depression, due to its high content of polyphenols and anthocyanins. This study evaluated the effect of blackberry juice on depression-like behavior and the number of neurons in the Cg1 region of the prefrontal cortex of rats. Forty-four male Wistar rats were divided into five groups: vehicle, low and high blackberry, fluoxetine and diazepam. The effects were evaluated in the open field and forced swimming tests. The histological analysis was performed using the stain cresyl violet. Groups treated with the high dose of blackberry showed antidepressant-like effects, as well as a greater number of neurons in the Cg1 region. Results suggest that blackberry juice could prevent psychiatric disorders associated with stress.*

Keywords: *Anthocyanins, blackberry, Cg1, depression-like behavior, neurons, Wistar Rat.*

Introducción

El estrés es una respuesta biológica ante estímulos externos o internos, los cuales impactan la homeostasis celular (Quick & Henderson, 2016). Esta respuesta ayuda al organismo a afrontar situaciones que desafían la supervivencia, promoviendo la adaptación (De Kloet *et al.*, 2005; Joëls & Baram, 2009; Lupien *et al.*, 2009). La frecuencia y la intensidad de los factores estresantes pueden producir efectos fisiológicos y psicológicos en el cuerpo (Quick & Henderson, 2016), los cuales se expresan a través de modificaciones conductuales, emocionales y cognitivas. Existe evidencia que sustenta la estrecha asociación entre el estrés y la depresión (Hammen, 2005), debido a que diversos estresores se han asociado a un mayor riesgo de desarrollar psicopatologías como la ansiedad y la depresión (Huremović, 2019). Aproximadamente, el 20-25% de personas que experimentan eventos estresantes de manera crónica, desarrollan depresión (Van Praag *et al.*, 2004; Kendler *et al.*, 1999; De Kloet *et al.*, 2005; Hammen, 2005). Por lo que este desorden psiquiátrico se considera de mayor prevalencia a nivel mundial, afectando a cerca de 300 millones de personas (OMS, 2021).

El tratamiento farmacológico de esta patología se basa en el uso de inhibidores selectivos de la recaptura de serotonina (ISRS), antidepresivos tricíclicos, inhibidores de la enzima monoaminoxidasa y antidepresivos duales (Pérez-Esparza, 2017; Pérez-Esparza *et al.*, 2020), entre otros. Desafortunadamente, algunos de ellos ejercen efectos secundarios no deseados, como

náuseas, dolor abdominal, mareos, agitación, insomnio y en algunas ocasiones, taquicardia y disfunción sexual (Souery *et al.*, 2006; Ravindran & Stein, 2010). Por ello, diversas investigaciones se han enfocado en la búsqueda de nuevas sustancias con potencial efecto antidepresivo y alternativas naturales que sirvan como agentes preventivos o coadyuvantes de la farmacoterapia antidepresiva (Rynn *et al.*, 2011; Rapp *et al.*, 2013; Fernández-Demeneghi *et al.*, 2019).

Recientemente destaca la actividad farmacológica de los fitonutrientes presentes en los frutos rojos, entre los más comúnmente consumidos, se encuentran mora azul, arándano, frambuesa, fresa y zarzamora, debido a su alto contenido de polifenoles y antocianinas (Golovinskaia & Wang, 2021). Las antocianinas son pigmentos naturales, responsables de la coloración característica de los frutos rojos, las cuales ejercen efectos de tipo antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano, y que también desempeñan un papel en la prevención de la diabetes, el cáncer, así como enfermedades cardiometabólicas (Peña-Sanhueza *et al.*, 2017).

Diversos estudios han sugerido que una alta ingesta de frutos rojos se asocia con menor riesgo de desarrollar depresión (Chang *et al.*, 2016; Khalid *et al.*, 2017), debido a que activan diversos sistemas de neurotransmisión a nivel cerebral; por lo que se considera que sus compuestos bioactivos podrían aportar efectos benéficos en la salud mental (Dias *et al.*, 2012; Williams *et al.*, 2016; Khalid *et al.*, 2017). En un estudio anterior, se reportó el efecto tipo ansiolítico del jugo de zarzamora (*Rubus fruticosus L.*) en el modelo de laberinto de brazos elevados (Fernández-Demeneghi *et al.*, 2019), pero queda por explorar sus efectos sobre el estrés generado en modelos experimentales de depresión. La corteza prefrontal es parte fundamental del sistema emocional (Awasthi *et al.*, 2020). Diversos estudios han encontrado alteraciones en la corteza prefrontal, específicamente la corteza cingulada anterior (Cg1) en modelos de desesperanza conductual (Li *et al.*, 2015, Landgraf *et al.*, 2016).

Así, el presente estudio evaluó la respuesta conductual al estrés en la prueba de nado forzado (inmovilidad, escalamiento y buceo), la actividad motora y el número de neuronas en la región Cg1 de la corteza prefrontal en ratas macho Wistar. Bajo la perspectiva de que el jugo de zarzamora, como alimento funcional puede colaborar en la prevención de los síntomas del estrés crónico y, por lo tanto, del desarrollo de depresión.

1. Materiales y métodos

1.1. Ética

Los procedimientos experimentales se realizaron de acuerdo con las recomendaciones éticas nacionales e internacionales, basadas en las Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio NOM-062-ZOO-1999 y la *Guide For The Care and Use of Laboratory Animals of Institute of Laboratory Animal Resources* (2011). Se realizaron todos los esfuerzos para minimizar la incomodidad y las molestias innecesarias de los animales durante el estudio.

1.2. Animales de experimentación

Se utilizaron 44 ratas macho Wistar, con un peso inicial de entre 200-250 g (2 meses de edad). Las ratas fueron alojadas por pares en jaulas de acrílico, con acceso *ad libitum* al agua y a una dieta estándar en el bioterio del Instituto de Investigaciones Psicológicas de la Universidad Veracruzana. Las ratas fueron pesadas semanalmente para ajustar la dosis del tratamiento. Las dosis del jugo se ajustaron de acuerdo con los antecedentes inmediatos (Fernández-Demeneghi *et al.*, 2019). Los sujetos se mantuvieron bajo un ciclo de luz/oscuridad de 12h/12h (la luz se encendía a las 7:00AM) a $25 \pm 1^\circ \text{C}$.

1.3. Grupos experimentales

Las ratas fueron divididas en 5 grupos: un grupo vehículo (Veh n=9), que recibió agua esterilizada (Laboratorio PiSA, Ciudad de México, México), 8.7 mL/kg; un grupo zarzamora dosis baja (ZB, n=9), que recibió 5.7 mg ant/ 26.09 mg polifenoles /kg; grupo zarzamora dosis alta (ZA, n=7), que recibió 10.4 mg ant/37.45 mg polifenoles/kg; grupo fluoxetina (FLX n=10, Prozac, Eli-Lilly Compañía de México S.A. de C.V., Ciudad de México, México, que recibió 1 mg/kg; y finalmente un grupo diazepam (DZP n=9), Relazepam, Laboratorios PiSA, Guadalajara, Jalisco, México, tratado con una dosis de 2 mg/kg. Estos dos últimos grupos fueron considerados como fármacos de referencia antidepresiva y ansiolítica, respectivamente. La administración de los tratamientos se realizó durante 21 días, por vía orogástrica, exceptuando el diazepam, el cual fue administrado intraperitonealmente. Para el análisis de cuantificación neuronal se añadió un grupo vehículo sin estrés (VEH S/E n=3), cuyos sujetos fueron expuestos a las mismas condiciones experimentales exceptuando su evaluación en las pruebas conductuales.

1.4. Pruebas conductuales

1.4.1. Campo Abierto

Para descartar o identificar efectos en la motricidad de las ratas, atribuibles a los tratamientos, que pudieran influenciar la conducta de los sujetos en la prueba de nado forzado, se utilizó la prueba de campo abierto. La caja mide 30 x 44 x 33 cm y está hecha de vidrio con las paredes forradas de papel película azul, con el piso delineado en 12 cuadros de 11 x 11 cm. La prueba de campo abierto tuvo una duración de 5 min. Únicamente se consideró la variable de cuadros cruzados, que corresponde a las veces que una rata cruza de un cuadro a otro con al menos tres cuartas partes de su cuerpo (Fernández-Demeneghi *et al.*, 2017). Al término de cada sesión la caja fue limpiada con una solución de alcohol al 15% (Gutiérrez-García *et al.*, 2007). Todas las sesiones fueron filmadas con una videocámara (Sony, DCR-SR85, 2000x optical zoom), para el posterior análisis de las conductas.

1.4.2. Nado forzado

La prueba consistió en introducir a las ratas de manera individual en un estanque rectangular de vidrio con dimensiones de 30x50 cm de base, por 60 cm de altura. Fue llenado con agua a una altura de 30 cm y temperatura de $25 \pm 1^\circ \text{C}$ y; la altura que no les permite tocar el fondo con sus extremidades inferiores donde, además, la posibilidad de escapar es inexistente. Se realizó la

preprueba (15 min, pero sólo se consideraron los primeros 5 min) al término de los 21 días de tratamiento y 24 h después se realizó la prueba (5 min). Las variables evaluadas fueron a) inmovilidad, que es la suma de los periodos en los cuales la rata permanece realizando mínimos movimientos que le permiten mantenerse a flote, pero sin desplazamientos. b) escalamiento, considerado como el conjunto de movimientos vigorosos de las patas delanteras de los roedores dirigidas hacia arriba. c) buceo, incluye el comportamiento en donde las ratas sumergen cabeza y cuerpo completo bajo el agua, de todas las variables fueron consideradas latencia, frecuencia y tiempo empleado de estas conductas. Todas las sesiones fueron filmadas con una cámara Sony (DCR-SR85, 2000x optical zoom) para posteriormente cuantificar las variables de nuestro interés por dos observadores independientes mediante el programa UVEHAVIOR versión 1.0.0 elaborado para registros conductuales (UVEHAVIOR, 2020), hasta llegar a un porcentaje de concordancia de al menos 95%.

1.5. Análisis histológico

1.5.1. Perfusión

Al terminar las pruebas conductuales, se seleccionaron aleatoriamente 3 ratas de cada grupo experimental y se añadió el grupo vehículo sin estrés (n=3), las cuales recibieron una sobredosis de anestesia con pentobarbital sódico (50 mg/kg, i.p.) y fueron perfundidas por vía intracardiaca con 200 mL de solución salina (0.9%), seguido de 200 mL de paraformaldehído (4%), diluida en buffer de fosfatos 0.1 M con un pH de 7.3 (BF). Los cerebros fueron extraídos de la cavidad craneal y fueron conservados en paraformaldehído (24 h), después se sumergieron en soluciones de sacarosa al 10%, 20% y 30% respectivamente con la intención de crioprotgerlos, cada cambio de solución de sacarosa se realizó hasta que los cerebros tocaron el fondo del recipiente (24 h aproximadamente). Los cerebros fueron deshidratados en soluciones de etanol al 70, 80, 96 y 100%, posteriormente se aclararon con xileno y fueron embebidos en parafina. Posteriormente, cada uno de los cerebros se seccionó de forma coronal con un grosor de 50 μ m en microtomo, al nivel de la corteza prefrontal contempladas entre las coordenadas interaural 13.20-12.24 mm y Bregma 4.20-3.24 mm (Paxinos, 2014).

1.5.2. Tinción y preparación de los cortes cerebrales

Los cortes fueron teñidos con la técnica de violeta de cresilo y secados a temperatura ambiente (Zhu *et al.*, 2015). Posteriormente, los cortes fueron colocados en portaobjetos para el análisis y cuantificación neuronal por microscopía de luz.

1.5.3. Cuantificación de neuronas

La región analizada para la cuantificación neuronal fue la Cg1 de la corteza prefrontal, ubicada entre las coordenadas 4.20 mm 3.24 mm respecto a Bregma (Paxinos, 2014). El conteo neuronal se realizó con el programa ImageJ (v.1.49n, National Institutes of Health, EE.UU.). Una célula neuronal fue considerada sin daño, cuando bajo la luz del microscopio se identificaron células morfológicamente normales teñidas con violeta de cresilo (Rivadeneira-Domínguez *et al.*, 2014; Yamamoto *et al.*, 2018; Snehunsu *et al.*, 2019).

1.6. Análisis estadístico

Los datos de las pruebas conductuales fueron analizados mediante ANOVA de dos vías para muestras repetidas, considerando dos factores: el primero, como factor independiente nombrado grupo (tratamientos administrados citados en la metodología), y el segundo, como factor dependiente nombrado prueba, tomando en cuenta la exposición en el tiempo (preprueba y prueba). Posteriormente y en dado caso de revelar diferencias significativas, se utilizó la prueba *post hoc* Student-Newman-Keuls. En caso de incumplimiento de algunos de los supuestos del ANOVA (normalidad y homogeneidad), se procedió a dividir los datos el factor prueba y se analizó por medio de ANOVA de una vía o en su defecto por la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, tomando como único factor los tratamientos. Para los datos de la cuantificación neuronal, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, y como prueba *post hoc* prueba de rangos. Los datos se presentan con la media \pm error estándar, y en caso de ser no paramétrica con la mediana. Todos los datos fueron sometidos a un valor de $p < 0.05$, para considerarse estadísticamente significativos. Los resultados fueron analizados utilizando el paquete estadístico *SigmaPlot versión 12.0* y *SPSS versión 25* (prueba de rangos alineados). Las gráficas se realizaron en el programa *GraphPad Prism versión 8.0.1*.

2. Resultados

Pruebas conductuales

2.1. Nado forzado

2.1.1. Latencia e inmovilidad

La latencia a la inmovilidad presentó diferencias significativas en el factor grupo (Figura 1). La prueba *post hoc* reveló que los grupos administrados con la dosis baja (107.30 ± 7.99 , $p < 0.001$) y alta de zarzamora (133.16 ± 9.06 , $p < 0.001$), así como, la fluoxetina (131.61 ± 7.58 , $p < 0.001$) y el diazepam (88.83 ± 7.99 , $p < 0.001$) presentaron un mayor tiempo en la latencia a inmovilidad respecto al grupo vehículo (46.39 ± 7.99).

Por otro lado, la interacción de factores mostró diferencias significativas (Figura 1), donde la prueba *post hoc* reveló que, durante ambas sesiones, todos los grupos experimentales fueron diferentes respecto al grupo vehículo con mayores tiempos de latencia a inmovilidad ($p < 0.05$). Así mismo, el grupo vehículo mostró diferencias entre las sesiones ($p < 0.05$). Por otro lado, el grupo diazepam evidenció diferencias entre las sesiones ($p < 0.05$), y a su vez en la sesión de prueba fue diferente contra los grupos administrados con fluoxetina y ambas dosis de zarzamora ($p < 0.05$) (Tabla 1).

Por último, la dosis alta de zarzamora es diferente entre la preprueba y prueba ($p < 0.05$); de igual forma durante la prueba, esta misma dosis fue diferente respecto a la dosis baja de zarzamora ($p < 0.05$) (Tabla 1).

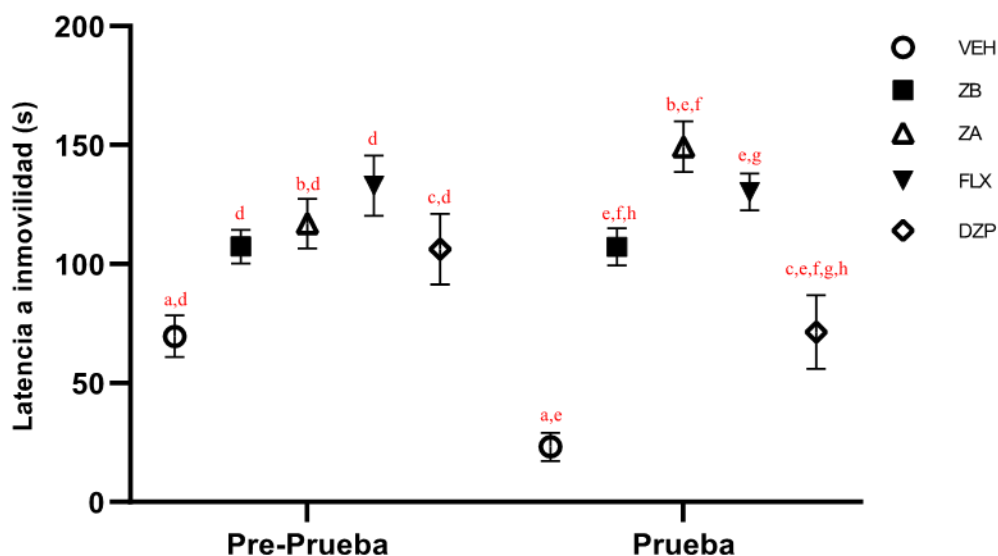
Figura 1

Gráfico de la latencia a inmovilidad (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la media \pm SE, diferencias significativas entre tratamientos con letras iguales)

Factor grupo: $F = 19.605, p < 0.001^*$

Factor prueba: $F = 3.693, p = 0.109$

Interacción: $F = 4.559, p = 0.004^*$



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1

Medias de cada factor e interacción en la variable latencia de inmovilidad

	Pre-prueba	Prueba	Grupo
VEH	69.69 \pm 10.56 ^{a,d}	23.19 \pm 10.56 ^{a,e}	46.39 \pm 7.99
ZB	107.33 \pm 10.56 ^d	107.27 \pm 10.56 ^{e,f,h}	107.30 \pm 7.99*
ZA	117.01 \pm 11.97 ^{b,d}	149.31 \pm 11.97 ^{b,e,f}	133.16 \pm 9.06*
FLX	132.90 \pm 10.02 ^d	130.33 \pm 10.02 ^{e,g}	131.61 \pm 7.58* †
DZP	106.25 \pm 10.56 ^{c,d}	71.42 \pm 10.56 ^{c,e,f,g,h}	88.83 \pm 7.99* †
Prueba	106.62 \pm 4.81	96.30 \pm 4.81	

Nota: (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la media \pm SE, diferencias significativas entre tratamientos con letras iguales, *: $p < 0.05$ vs VEH; †: $p < 0.05$ vs ZA).

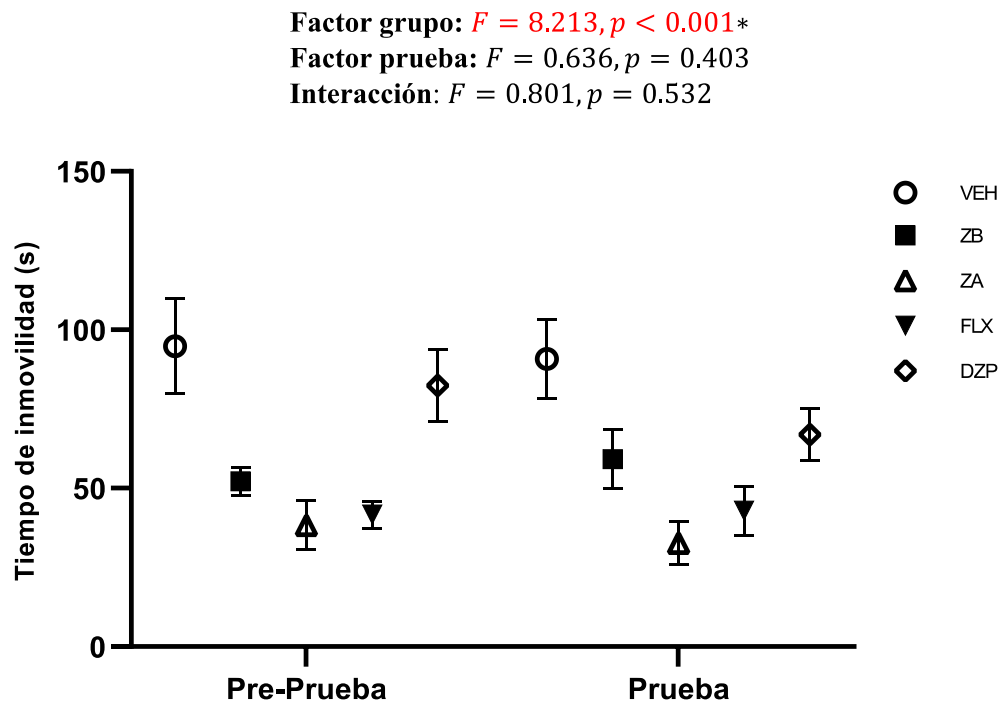
Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. *Tiempo de inmovilidad*

El tiempo de inmovilidad mostró diferencias significativas en el factor grupo (Figura 2), la prueba *post hoc* mostró una disminución en el tiempo total de inmovilidad en los grupos administrados con dosis baja ($p < 0.05$) y alta de zarzamora ($p < 0.001$), así como el de fluoxetina ($p < 0.001$) respecto al grupo vehículo. A su vez, las dosis de zarzamora alta ($p < 0.05$) y fluoxetina ($p < 0.05$) mostraron diferencias contrastadas comparado con el grupo diazepam (Tabla 2).

Figura 2

Gráfico del tiempo de inmovilidad (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la media \pm SE, diferencias en el factor cuando *: $p < 0.05$)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Medias de cada factor e interacción en la variable tiempo de inmovilidad

	Pre-prueba	Prueba	Grupo
VEH	69.69 \pm 10.56 ^{a,d}	23.19 \pm 10.56 ^{a,e}	46.39 \pm 7.99
ZB	107.33 \pm 10.56 ^d	107.27 \pm 10.56 ^{e,f,h}	107.30 \pm 7.99*
ZA	117.01 \pm 11.97 ^{b,d}	149.31 \pm 11.97 ^{b,e,f}	133.16 \pm 9.06*
FLX	132.90 \pm 10.02 ^d	130.33 \pm 10.02 ^{e,g}	131.61 \pm 7.58* †
DZP	106.25 \pm 10.56 ^{c,d}	71.42 \pm 10.56 ^{c,e,f,g,h}	88.83 \pm 7.99* †

Prueba	106.62 ± 4.81	96.30 ± 4.81
--------	---------------	--------------

Nota: (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; *: $p < 0.05$ vs VEH; †: $p < 0.05$ vs DZP).

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Conducta de buceo

Latencia al buceo no mostró diferencias significativas en ninguno de los factores, en el grupo ($F_{(4,78)}=1.216, p=0.311$), en la prueba ($F_{(1,78)}=2.885, p=0.093$) y en la interacción ($F_{(4,78)}=0.336, p=0.832$).

La frecuencia de buceos únicamente presentó diferencias significativas en el factor prueba, donde la prueba *post hoc* reveló una mayor frecuencia de conductas de buceo durante la preprueba (3.109, IC: 2.16 - 4.05) respecto a la prueba (0.874, IC: -0.73 - 1.82).

En cuanto al tiempo empleado en buceo, únicamente se evidenciaron diferencias en el factor: prueba, el cual mostró una disminución en el tiempo de la expresión de dicha conducta durante la sesión de prueba (1.67 ± 1.11), respecto a la sesión preprueba (6.87 ± 1.11) ($p < 0.001$).

2.1.4. Conducta de escalamiento

La latencia al escalamiento no mostró diferencias significativas a ningún nivel de los factores, ya sea en el grupo ($F_{(4,78)}=0.837, p=0.510$), en la prueba ($F_{(1,78)}=0.608, p=0.440$) y en la interacción ($F_{(4,78)}=1.038, p=0.400$).

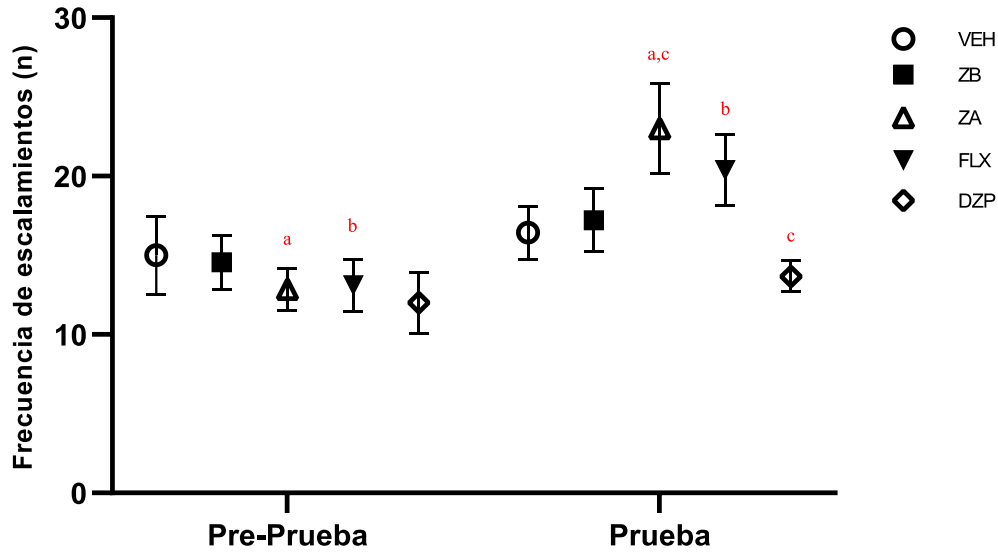
En cuanto a la frecuencia de escalamientos se observaron diferencias significativas en el factor prueba y en la interacción (Figura 3). La prueba *post hoc* reveló que, existe una mayor frecuencia de escalamientos durante la prueba respecto a la preprueba ($p < 0.05$). La interacción de factores fue estadísticamente significativa, donde la prueba *post hoc* mostró que el grupo fluoxetina fue diferente entre las sesiones, con un incremento en el número de escalamientos durante la prueba al compararse con la preprueba ($p < 0.05$). Así mismo, se encontró una mayor frecuencia de escalamientos en la dosis alta de zarzamora durante la prueba comparado contra la sesión de preprueba ($p < 0.001$) y contra la dosis de diazepam durante la prueba ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Figura 3
 Gráfico de la frecuencia de escalamientos

Factor grupo: $F = 1.347, p = 0.270$

Factor prueba: $F = 21.428, p < 0.001^*$

Interacción: $F = 2.792, p = 0.030^*$



Nota: (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la media \pm SE, diferencias significativas entre tratamientos con letras iguales, diferencias en el factor cuando *: $p < 0.05$)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Medias de cada factor e interacción en la variable frecuencia de escalamiento

	Pre-prueba	Prueba	Grupo
VEH	15 \pm 1.92	16.44 \pm 1.92	15.72 \pm 1.57
ZB	14.55 \pm 1.92	17.22 \pm 1.92	15.88 \pm 1.57
ZA	12.85 \pm 2.17 ^a	23 \pm 2.17 ^{a,c}	17.92 \pm 1.78
FLX	13.10 \pm 1.82 ^b	20.40 \pm 1.82 ^b	16.75 \pm 1.49
DZP	12 \pm 1.92	13.67 \pm 1.92 ^c	12.83 \pm 1.57
Prueba	13.50 \pm 0.87*	18.14 \pm 0.87*	

Nota: (VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la media \pm SE, diferencias significativas entre tratamientos con letras iguales). Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el tiempo empleado en escalamientos mostró diferencias en el factor prueba ($F_{(1,78)}=115.79, p < 0.001$). La prueba *post hoc*, identificó un aumento de esta variable en la prueba (52.30 ± 2.37) comparado con la preprueba (20.01 ± 2.37) ($p < 0.001$).

2.2. Campo abierto

2.2.1. Número de cuadros cruzados

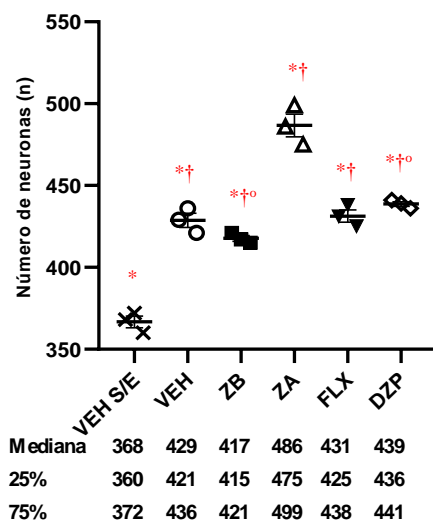
El número de cuadros cruzados presentó diferencias en la interacción de los factores, revelando con la prueba *post hoc* una disminución en el grupo diazepam durante la prueba (47.77 ± 5.26) comparado con la preprueba (63.33 ± 5.26) ($p < 0.05$).

2.3. Cuantificación neuronal

2.3.1. Número neuronas en la región Cg1

Se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de neuronas evaluadas en la región Cg1 de la corteza prefrontal (Figura 4). La prueba *post hoc* identificó un aumento del número de neuronas por parte de todos los grupos con respecto al grupo vehículo sin estrés ($p < 0.05$) (Figura 8). Además, el grupo administrado con la dosis alta de zarzamora presentó una mediana mayor que las dosis de zarzamora baja, de fluoxetina, diazepam y el vehículo ($p < 0.05$). Por último, la dosis de diazepam presenta mayor número de neuronas al compararse con la dosis de zarzamora baja ($p < 0.05$).

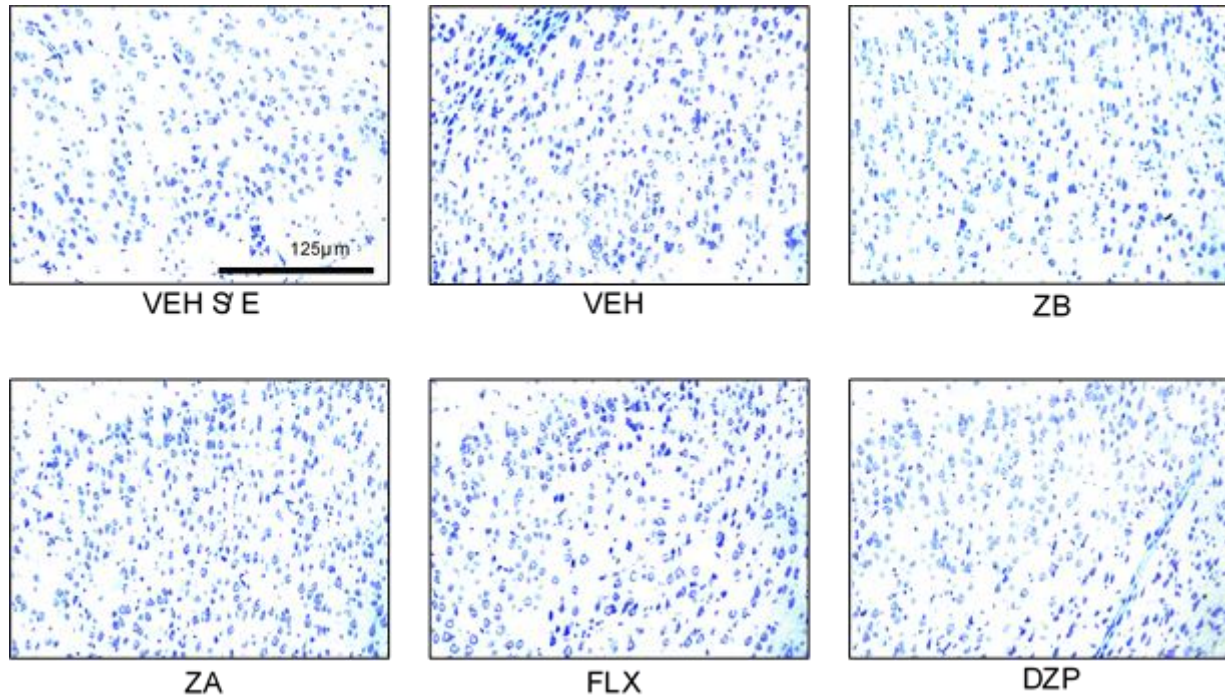
Figura 4
Gráfico del número de neuronas en la región Cg1 de la corteza prefrontal



Nota: (VEH S/E: vehículo sin estrés, VEH: vehículo, ZB: zarzamora baja, ZA: zarzamora alta, FLX: fluoxetina, DZP: diazepam; se reporta la mediana y la distribución de datos al 25 y 75%, diferencias significativas: *, $p < 0.05$ vs VEH S/E; †, $p < 0.05$ vs ZA; †o, $p < 0.05$ vs DZP). Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
 Número de neuronas del área Cg1 de la corteza prefrontal.

Panel



Nota: En las micrografías de las ratas expuestas a estresor se muestra cualitativamente un mayor número a comparación con las ratas vehículo sin estrés.
 Fuente: Elaboración propia.

3. Discusión

El presente estudio evaluó el efecto del pretratamiento con el jugo de zarzamora sobre la desesperanza y los patrones conductuales en la prueba de nado forzado, así como la motricidad y el número de neuronas en la región Cg1 de la corteza prefrontal de ratas macho de la cepa Wistar. Los grupos tratados con jugo de zarzamora aumentaron la latencia a la primera inmovilidad respecto al grupo control y de forma semejante al efecto producido por fluoxetina y diazepam, lo cual sugiere un incremento del primer esfuerzo para escapar de la situación estresante (Contreras *et al.*, 1998; Espejo y Miñano, 1999). Estos datos son consistentes con lo reportado por Contreras y colaboradores (2001), donde la dosis de 1mg de Fluoxetina por 21 días, incrementó la latencia de inmovilidad asociada a un aumento de la motivación, que fue relacionado con el aumento de la actividad neuronal del núcleo septal lateral, una estructura relacionada con la fisiopatología de la depresión (Contreras *et al.*, 2001).

El tiempo total de inmovilidad, es una conducta considerada como un indicador de carencia de motivación para resolver un problema, además es considerada como la principal variable asociada a la desesperanza conductual. En la presente investigación se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, evidenciando una disminución en los grupos administrados con zarzamora y fluoxetina, los cuales previnieron el establecimiento de la desesperanza conductual en la

preprueba. Este hallazgo, puede ser interpretado como un aumento de la motivación para escapar del estresor que representa la prueba de nado forzado (Porsolt *et al.*, 1977).

Nuestros datos son similares a lo reportado por Valcheva-Kuzmanova y colaboradores (2013), con jugo de *Aronia melanocarpa* en la prueba nado forzado en ratas hembra, en un modelo de depresión inducido por alcohol, en este estudio los polifenoles presentes en el jugo disminuyeron el tiempo total de inmovilidad, revelando un efecto de tipo antidepresivo, además ejerció un efecto preventivo contra el daño hepático y el estrés oxidativo. Así mismo, dichos datos concuerdan con lo reportado en ratas macho con el modelo tradicional de Porsolt después de 21 y 30 días de administración de jugo de la misma fruta (Valcheva-Kuzmanova, 2013). Por otro lado, en un estudio similar, Tomić y colaboradores (2016), evaluaron los efectos de la administración de jugo de *Aronia Melanocarpa ad libitum* sobre la ansiedad y la depresión en ratas, reportando una reducción del tiempo total de inmovilidad en el grupo tratado con jugo al compararse con el grupo control, siendo incluso menor que el grupo tratado con imipramina, concluyendo que el consumo de este jugo podría ejercer efectos similares al producido por fármacos antidepresivos. Los autores concluyeron que el consumo de este jugo podría provocar efectos similares al del antidepresivo imipramina (Tomić *et al.*, 2016). De igual manera, nuestros datos son semejantes con lo recientemente reportado por Imran y colaboradores (2021), con la fruta *Grewia asiatica* L., una baya (berry) popular de Pakistán rica en polifenoles y antocianinas, cuya administración en ratas Sprague-Dawley ejerció un efecto de tipo ansiolítico, así como un efecto de tipo antidepresivo en la prueba de nado forzado, además, los sujetos tratados previnieron los efectos amnésicos y mostraron un efecto neuroprotector asociados a su capacidad antioxidante o debido a su participación en la regulación de los sistemas GABAérgico, serotoninérgico y colinérgico del cerebro.

Por otro lado, la prueba de nado forzado también puede revelar diferencias asociadas a los patrones conductuales (Dekte *et al.*, 1997). Por ello, el presente estudio consideró la evaluación de los comportamientos: escalamiento y buceo, en ambas sesiones de exposición. La conducta de buceo únicamente mostró diferencias en cuanto al factor prueba, en promedio todos los grupos disminuyeron la frecuencia y el tiempo empleado en la misma, durante la segunda sesión. Por otro lado, la frecuencia de escalamientos reveló diferencias tanto en el factor prueba como en la interacción; se observó un incremento de esta conducta en la segunda sesión, principalmente en los grupos administrados con zarzamora alta y fluoxetina respecto a su resultado en la preprueba. Adicionalmente, el grupo administrado con fluoxetina mostró incremento de los escalamientos comparado contra el grupo administrado con diazepam. Sin embargo, el tiempo empleado en el escalamiento sólo mostró diferencias en el factor prueba, todos los grupos incrementaron el tiempo empleado en dicha conducta.

De acuerdo con Dekte *et al.* 1997, los inhibidores selectivos de la recaptura de serotonina (ISRS) como la fluoxetina, sertralina, paroxetina disminuyen la inmovilidad e incrementan la conducta de nado (Detke & Lucki, 1995). Contrario a esto, los inhibidores selectivos de la recaptura de noradrenalina (ISRN) como desipramina, disminuyen la inmovilidad e incrementan la conducta de escalamiento. Estas modificaciones conductuales se pueden observar al administrar fármacos antidepresivos, por ejemplo, una reducción en el tiempo de inmovilidad de la rata, relacionándolo con un mayor afrontamiento al estado de desesperanza conductual (De Kloet & Molendiik, 2016). Por ello, el nado forzado permite medir de forma fiable, los efectos de los ISRS y otros fármacos

(Cryan *et al.*, 2005), así como medir la frecuencia de diferentes tipos de comportamientos activos como el nado, que es sensible a compuestos serotoninérgicos como los ISRS y agonistas del receptor 5-HT, como en el estudio de Tomić y colaboradores (2016), al estimular la neurotransmisión de serotonina, aumentó el periodo de natación activa (Tomić *et al.*, 2016), mientras que el aumento de la neurotransmisión de noradrenalina, se relacionó con el escalamiento; por lo que, el escalamiento es sensible a los antidepresivos tricíclicos y fármacos con efectos selectivos en la transmisión de catecolaminas (Detke & Lucki, 1995; Cryan & Lucki, 2000; Cryan *et al.*, 2005; Hemby *et al.*, 1997), este comportamiento junto con el buceo fueron clasificados como comportamientos de escape (Hall *et al.*, 2010). Por otro lado, Jafar-Medina y colaboradores (2020) no observaron cambios la conducta de escalamiento, sin embargo, su estudio evaluó la influencia del ciclo estral y las estaciones del año, en la prueba de nado forzado en ratas hembra Wistar (Jaffar-Medina *et al.*, 2020). Nuestros datos no revelaron cambios importantes en los patrones conductuales, salvo la modificación del tipo de nado entre la primera y la segunda sesión, donde se observa que, independientemente de los tratamientos, las ratas incrementan el escalamiento y disminuyen el buceo, aparentemente como mecanismo conductual de adaptación a la prueba.

Con el objetivo de descartar alteraciones sobre la motricidad de los sujetos, se analizó el número de cuadros cruzados en la prueba de campo abierto. El diazepam fue el único tratamiento que redujo el número de cuadros cruzados durante la prueba. En esta prueba se espera que ningún tratamiento modifique la actividad locomotora, sin embargo, hay estudios donde se ha observado una disminución de dicha actividad al exponer a los sujetos repetidamente a la prueba de campo abierto (Rivadeneira-Domínguez *et al.*, 2017).

La región Cg1 es la corteza cingulada anterior, perteneciente a la corteza prefrontal, esta forma parte del sistema emocional, claramente involucrado en la respuesta conductual al estrés (O'Mahony *et al.*, 2010), y es considerada como una interfaz entre la cognición y las emociones (Vogt, 2016). Algunos estudios utilizando modelos de desesperanza conductual han mostrado alteraciones en la corteza cingulada anterior (Cg1), caracterizados por modificaciones en la plasticidad sináptica (Li *et al.*, 2015; Landgraf *et al.*, 2016). En la presente investigación pudimos observar un aumento del número de neuronas en todos los grupos, en comparación al grupo vehículo sin estrés, el cual no fue sometido a las pruebas conductuales. Además, el grupo zarzamora alta reveló un incremento en el número de neuronas respecto a los grupos zarzamora baja, fluoxetina y diazepam. El hecho de que, el grupo vehículo sin estrés presentara un menor número de neuronas comparado con los grupos restantes, probablemente se debió a que los demás grupos fueron forzados a nadar y con ello se activó esta región promoviendo cambios en la plasticidad neuronal.

De acuerdo con Días y colaboradores (2012) el estrés, la ansiedad y la depresión disminuyen la neurogénesis en el hipocampo (Martirosyan & Singh, 2015), contrario al uso de algunos antidepresivos y alimentos funcionales, como los frutos rojos, que han demostrado favorecer la neurogénesis hipocámpal (Casadesus *et al.*, 2004; Lino de Oliveira *et al.*, 2020). Lo cual pudiera haber favorecido la migración neuronal hacia la corteza prefrontal, por lo que se observó un incremento de neuronas en el grupo tratado con zarzamora y fluoxetina, los cuales tuvieron una mejor respuesta al afrontamiento del estrés, previniendo el establecimiento de la desesperanza conductual.

Finalmente, es posible que estos resultados se deban a la presencia y al efecto antioxidante ya conocido de los polifenoles y antocianinas presentes en el jugo de zarzamora. El efecto de antocianinas en la respuesta conductual al estrés y la depresión puede ser atribuido al aumento del contenido de neurotransmisores monoamínicos al inhibir la enzima monoaminooxidasa y favorecer la neurogénesis en el hipocampo (Fang et al., 2020).

Una de las limitantes de la presente investigación es que no se exploró el mecanismo de acción de los efectos aquí encontrados. Tampoco se utilizó un marcador de actividad neuronal. Será importante dilucidar los compuestos del jugo de zarzamora que producen las modificaciones en el comportamiento y sobre las neuronas corticales observadas en el presente trabajo.

4. Conclusión

Bajo estas condiciones, el jugo de zarzamora ejerció un efecto protector contra los cambios conductuales inducidos por el estrés en la prueba de nado forzado, de forma similar a la fluoxetina, evitando el establecimiento de la desesperanza conductual, probablemente por el contenido de polifenoles contenidos en el jugo de zarzamora. Lo anterior, sustenta un potencial efecto terapéutico preventivo contra los trastornos asociados al estrés.

Referencias

- Awasthi, S., Pan, H., LeDoux, J. E., Cloitre, M., Altemus, M., McEwen, B., Silbersweig, D., & Stern, E.** (2020). The bed nucleus of the stria terminalis and functionally linked neurocircuitry modulate emotion processing and HPA axis dysfunction in posttraumatic stress disorder. *NeuroImage: Clinical*, 28(September), 102442. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102442>
- Casadesus, G., Shukitt-Hale, B., Stellwagen, H. M., Zhu, X., Lee, H. G., Smith, M. A., & Joseph, J. A.** (2004). Modulation of hippocampal plasticity and cognitive behavior by short-term blueberry supplementation in aged rats. *Nutritional Neuroscience*, 7(5-6), 309-316. <https://doi.org/10.1080/10284150400020482>
- Chang, S. C., Cassidy, A., Willett, W. C., Rimm, E. B., O'Reilly, E. J., & Okereke, O. I.** (2016). Dietary flavonoid intake and risk of incident depression in midlife and older women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 104(3), 704-714. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.124545>
- Contreras, C. M., Rodríguez-Landa, J. F., Gutiérrez-García, A. G., & Bernal-Morales, B.** (2001). The lowest effective dose of fluoxetine in the forced swim test significantly affects the firing rate of lateral septal nucleus neurones in the rat. *Journal of Psychopharmacology*, 15(4), 231-236. <https://doi.org/10.1177/026988110101500401>
- Contreras, C. M., Martínez-Mota, L., & Saavedra, M.** (1998). Desipramine restricts estral cycle oscillations in swimming. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 22(7), 1121-1128.
- Cryan, J. F., Page, M. E., & Lucki, I.** (2005). Differential behavioral effects of the antidepressants reboxetine, fluoxetine, and moclobemide in a modified forced swim test following chronic treatment. *Psychopharmacology*, 182(3), 335-344. <https://doi.org/10.1007/s00213-005-0093-5>

- Cryan, J. F., & Lucki, I. (2000).** Antidepressant-like behavioral effects mediated by 5-hydroxytryptamine_{2C} receptors. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 295(3), 1120-1126.
- De Kloet, E. R., & Molendijk, M. L. (2016).** Coping with the Forced Swim Stressor: Towards Understanding an Adaptive Mechanism. *Neural Plasticity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6503162>
- De Kloet, E. Ron, Joëls, M., & Holsboer, F. (2005).** Stress and the brain: From adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(6), 463–475. <https://doi.org/10.1038/nrn1683>
- Detke, M. J., Johnson, J., & Lucki, I. (1997).** Acute and chronic antidepressant drug treatment in the rat forced swimming test model of depression. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 5(2), 107–112. <https://doi.org/10.1037/1064-1297.5.2.107>
- Detke, M. J., & Lucki, I. (1995).** Detection of serotonergic and noradrenergic antidepressants in the rat forced swimming test: the effects of water depth. *Behavioural Brain Research*, 73(1–2), 43–46. [https://doi.org/10.1016/0166-4328\(96\)00067-8](https://doi.org/10.1016/0166-4328(96)00067-8)
- Dias, G. P., Cavegn, N., Nix, A., Do Nascimento Bevilaqua, M. C., Stangl, D., Zainuddin, M. S. A., Nardi, A. E., Gardino, P. F., & Thuret, S. (2012).** The role of dietary polyphenols on adult hippocampal neurogenesis: Molecular mechanisms and behavioural effects on depression and anxiety. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/541971>
- Espejo, E. F., & Miñano, F. J. (1999).** Prefrontocortical dopamine depletion induces antidepressant-like effects in rats and alters the profile of desipramine during Porsolt's test. *Neuroscience*, 88(2), 609–615. [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(98\)00258-9](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(98)00258-9)
- Fang, J. L., Luo, Y., Jin, S. H., Yuan, K., & Guo, Y. (2020).** Ameliorative effect of anthocyanin on depression mice by increasing monoamine neurotransmitter and up-regulating BDNF expression. *Journal of Functional Foods*, 66, 103757. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2019.103757>
- Fernández-Demeneghi, R., Rodríguez-Landa, J. F., Guzmán-Gerónimo, R. I., Acosta-Mesa, H. G., Meza-Alvarado, E., Vargas-Moreno, I., & Herrera-Meza, S. (2019).** Effect of blackberry juice (*Rubus fruticosus* L.) on anxiety-like behaviour in Wistar rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(7), 856–867. <https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1580680>
- Fernández-Demeneghi, R. (2017).** Evaluación del efecto del jugo de zarzamora (*Rubus fruticosus*) sobre la ansiedad experimental en la rata Wistar. Universidad Veracruzana. Instituto de Neuroetología. Xalapa. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/48374>
- Gutiérrez-García, A. G., Contreras, C. M., Mendoza-López, M. R., García-Barradas, O., & Cruz-Sánchez, J. S. (2007).** Urine from stressed rats increases immobility in receptor rats forced to swim: Role of 2-heptanone. *Physiology and Behavior*, 91(1), 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.006>
- Hall, B. J., Pearson, L. S., & Buccafusco, J. J. (2010).** Effect of the use-dependent, nicotinic receptor antagonist BTMPS in the forced swim test and elevated plus maze after cocaine discontinuation in rats. *Neuroscience Letters*, 474(2), 84–87. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.03.011>
- Hammen, C. (2005).** Stress and depression. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 293–319. <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.1.102803.143938>
- Hemby, S. E., Lucki, I., Gatto, G., Singh, A., Thornley, C., Matasi, J., ... & Dworkin, S. I. (1997).** Potential antidepressant effects of novel tropane compounds, selective for serotonin or dopamine transporters. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 282(2), 727-733.
- Huremović, D. (2019).** Brief history of pandemics (pandemics throughout history). In *Psychiatry of pandemics* (pp. 7-35). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15346-5>

- Imran, I., Javaid, S., Waheed, A., Rasool, M. F., Majeed, A., Samad, N., Saeed, H., Alqahtani, F., Ahmed, M. M., & Alaqil, F. A. (2021).** Grewia asiatica Berry Juice Diminishes Anxiety, Depression, and Scopolamine-Induced Learning and Memory Impairment in Behavioral Experimental Animal Models. *Frontiers in Nutrition*, 7(January), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.587367>
- Jaffar-Medina, V., Rosado-Pérez, A. L., Flores-Serrano, A. G., Torres-Escalante, J. L., & Pineda, J. C. (2020).** Los índices depresivos y antidepresivos durante la prueba de nado forzado se asocian diferencialmente con la estación del año y el ciclo estral en ratas Wistar hembras. *Revista Biomédica*, 31(2), 69-75.
- Joëls, M., & Baram, T. Z. (2009).** The neuro-symphony of stress. *Nature reviews neuroscience*, 10(6), 459-466.
- Kendler, K. S., Karkowski, L. M., & Prescott, C. A. (1999).** Causal relationship between stressful life events and the onset of major depression. *American Journal of Psychiatry*, 156(6), 837–841. <https://doi.org/10.1176/ajp.156.6.837>
- Khalid, S., Barfoot, K. L., May, G., Lamport, D. J., Reynolds, S. A., & Williams, C. M. (2017).** Effects of acute blueberry flavonoids on mood in children and young adults. *Nutrients*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/nu9020158>
- Landgraf, D., Long, J. E., & Welsh, D. K. (2016).** Depression-like behaviour in mice is associated with disrupted circadian rhythms in nucleus accumbens and periaqueductal grey. *European Journal of Neuroscience*, 43(10), 1309–1320. <https://doi.org/10.1111/ejn.13085>
- Li, X. L., Yuan, Y. G., Xu, H., Wu, D., Gong, W. G., Geng, L. Y., Wu, F. F., Tang, H., Xu, L., & Zhang, Z. J. (2015).** Changed synaptic plasticity in neural circuits of depressive-like and escitalopram-treated rats. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 18(10), 1–12. <https://doi.org/10.1093/ijnp/pyv046>
- Lino de Oliveira, C., Bolzan, J. A., Surget, A., & Belzung, C. (2020).** Do antidepressants promote neurogenesis in adult hippocampus? A systematic review and meta-analysis on naive rodents. *Pharmacology and Therapeutics*, 210, 107515. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107515>
- Lupien, S. J., McEwen, B. S., Gunnar, M. R., & Heim, C. (2009).** Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 434–445. <https://doi.org/10.1038/nrn2639>
- Martirosyan, D. M., & Singh, J. (2015).** A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6), 209–223. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v5i6.183>
- National Research Council, & National Research Council. (2011).** Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. *Guide for the care and use of laboratory animals*, 327(3), 963-965.
- NOM-062-ZOO-1999,** Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
- O'Mahony, C. M., Sweeney, F. F., Daly, E., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2010).** Restraint stress-induced brain activation patterns in two strains of mice differing in their anxiety behaviour. *Behavioural Brain Research*, 213(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.04.038>
- Organización Mundial de la Salud. (2021).** Depresión. Recuperado 5 de junio de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>
- Paxinos, G. (2014).** The rat brain in stereotaxic coordinates: Hard cover edition (6a ed.). Academic Press.

- Pérez-Esparza, R.** (2017). Tratamiento farmacológico de la depresión: actualidades y futuras direcciones. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 60(5), 7-16.
- Pérez-Esparza, R., Kobayashi-Romero, L. F., García Mendoza, A. M., Lamas-Aguilar, R. M., Vargas Sosa, M., Encarnación-Martínez, M., González-Manríquez, L. A., Eternod-Rodríguez, S. A., Maltos-Gómez, F., Vargas-Valencia, K. M., & Fonseca Pérez-Amador, A.** (2020). Ketamina, un nuevo agente terapéutico para la depresión. *Revista de La Facultad de Medicina*, 63(1), 6–13. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2020.63.1.02>
- Porsolt, R. D., Le Pichon, M., & Jalfre, M. L.** (1977). Depression: a new animal model sensitive to antidepressant treatments. *Nature*, 266(5604), 730-732.
- Quick, J. C., & Henderson, D. F.** (2016). Occupational stress: Preventing suffering, enhancing wellbeing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph13050459>
- Rapp, A., Dodds, A., Walkup, J. T., & Rynn, M.** (2013). Treatment of pediatric anxiety disorders. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1304(1), 52–61. <https://doi.org/10.1111/nyas.12318>
- Ravindran, L. N., & Stein, M. B.** (2010). The pharmacologic treatment of anxiety disorders: a review of progress. *The Journal of clinical psychiatry*, 71(7).
- Rivadeneira-Domínguez, E., Vázquez-Luna, A., Rodríguez-Landa, J. F., Mérida-Portilla, C. V., & Díaz-Sobac, R.** (2017). The protective effect of two commercial formats of Ginkgo biloba on motor alterations induced by cassava juice (*Manihot esculenta* Crantz) in Wistar rats. *Neurología (English Edition)*, 32(8), 516–522. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2016.02.010>
- Rivadeneira-Domínguez, E., Vázquez-Luna, A., Rodríguez-Landa, J. F., & Díaz-Sobac, R.** (2014). A standardized extract of Ginkgo biloba prevents locomotion impairment induced by cassava juice in Wistar rats. *Frontiers in Pharmacology*, 5(SEP), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fphar.2014.00213>
- Rynn, M., Puliafico, A., Heleniak, C., Rikhi, P., Ghalib, K., & Vidair, H.** (2011). Advances in pharmacotherapy for pediatric anxiety disorders. *Focus*, 9(3), 299-310.
- Snehunsu, A., Nayak, S. B., Kandwal, M., Piyali, A., Adiga, M., Sahoo, P., Medabala, T., Rao, K. R., & Joseph, A.** (2019). 1-triacontanol cerotate isolated from *Marsilea quadrifolia* Linn. Safeguards hippocampal CA3 neurons and augments special memory deficit in chronic epileptic rats. *International Journal of Morphology*, 37(1), 265–272. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000100265>
- Souery, D., Papakostas, G. I., & Trivedi, M. H.** (2006). Treatment-resistant depression. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67, 16.
- Tomić, M., Ignjatović, D. D., Tovilović-Kovačević, G., Krstić-Milošević, D., Ranković, S., Popović, T., & Glibetić, M.** (2016). Reduction of anxiety-like and depression-like behaviors in rats after one month of drinking: Aronia melanocarpa berry juice. *Food and Function*, 7(7), 3111–3120. <https://doi.org/10.1039/c6fo00321d>
- UVEHAVIOR**, (2020). UVEHAVIOR, link: <https://github.com/Manolomon/uvehavior-desktop/releases>
- Valcheva-Kuzmanova, S., Eftimov, M., Denev, P., Krachanova, M., & Belcheva, A.** (2013). Effect of aronia melanocarpa fruit juice on alcohol-induced depressive-like behavior in rats. *Scripta Scientifica Medica*, 45, 7-13.
- Van Praag, H. M., de Kloet, E. R., & Van Os, J.** (2004). *Stress, the brain and depression*. Cambridge University Press.
- Vogt, B. A.** (2016). Midcingulate cortex: Structure, connections, homologies, functions and diseases. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 74, 28–46. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2016.01.010>

- Williams, R. J., Mohanakumar, K. P., & Beart, P. M. (2016).** Neuro-nutraceuticals: Further insights into their promise for brain health. *Neurochemistry International*, 95, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2016.03.016>
- Yamamoto, T., Iwamoto, T., Kimura, S., & Nakao, S. (2018).** Persistent isoflurane-induced hypotension causes hippocampal neuronal damage in a rat model of chronic cerebral hypoperfusion. *Journal of Anesthesia*, 32(2), 182–188. <https://doi.org/10.1007/s00540-018-2458-z>
- Zhu, Y., Liu, F., Zou, X., & Torbey, M. (2015).** Comparison of unbiased estimation of neuronal number in the rat hippocampus with different staining methods. *Journal of Neuroscience Methods*, 254, 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2015.07.022>

Resiliencia e inseguridad alimentaria en población beneficiaria de un comedor comunitario

Resilience And Food Insecurity in Beneficiaries of a Community Kitchen

Krystal Dennicé González-Fajardo^a | Alma Nayeli Ortega-Muñoz^b
Edith Yolanda Romero Hernández^c | Susana Sánchez Viveros^d

Recibido: 22 de diciembre de 2022.

Aceptado: 23 de marzo de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: krgonzalez@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2034-5535>

^b Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: zs17013602@estudiantes.uv.mx

^c Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: edromero@uv.mx

^d Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Cuerpo Académico UV-C4-437 Estilos de vida saludable. Contacto susanchez@uv.mx

Resumen: La inseguridad alimentaria es la carencia de acceso regular a suficientes alimentos nutritivos. La resiliencia es la capacidad de un sistema expuesto a una amenaza para resistir, adaptarse y recuperarse de sus efectos oportuna y eficientemente. El índice de resiliencia alimentaria (RIMA) estima la resiliencia del hogar a la InSAN con enfoque cuantitativo. Objetivo. Estudiar la relación entre InSAN y RIMA en una población vulnerable. Métodos. Estudio transversal. Se aplicó la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA) y el RIMA a 17 familias beneficiarias de un comedor comunitario. Se analizó la correlación con el programa SPSS. Resultados. La ELCSA no se correlacionó con el RIMA total ($r=-0.06$, $p=0.41$), pero sí con algunos de sus componentes: porcentaje de salario utilizado para comprar alimentos ($r=-0.527$, $p=0.018$) y préstamos recibidos ($r=-0.532$, $p=0.017$). Conclusiones. Es relevante identificar estrategias de afrontamiento eficientes para fortalecer la resiliencia alimentaria en la población.

Palabras clave: seguridad alimentaria; estrategias de afrontamiento, ayuda alimentaria.

Abstract: Food insecurity is the lack of regular access to sufficient nutritious food. Resilience is the ability of a system exposed to a threat to resist, adapt, and recover from its effects in a timely and efficient manner. The Resilience Index Measurement and Analysis (RIMA) estimates household resilience to InSAN with a quantitative approach. Objective. Study the relationship between InSAN and RIMA in a vulnerable population. Methods. Cross sectional study. The Latin American and Caribbean Food Security Scale (ELCSA) and the RIMA were applied to 17 beneficiary families of a community kitchen. The correlation with the SPSS program was analyzed. Results. The ELCSA did not correlate with the total RIMA ($r = -0.06$, $p = 0.41$), but it did with some of its components: percentage of salary used to buy food ($r = -0.527$, $p = 0.018$) and loans received ($r = -0.532$, $p = 0.017$). Conclusions. It is relevant to identify efficient coping strategies to strengthen food resilience in the population.

Keywords: food security; coping strategies; food aid.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) define a la seguridad alimentaria como la situación en la cual “toda la población en todo momento tiene acceso físico y económico a una alimentación suficiente, inocua y nutritiva para cubrir las necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable” (FAO, 2011; FAO. s.f.). Las estrategias orientadas a la seguridad alimentaria tienen como propósito asegurar la producción alimentaria adecuada; obtener la máxima estabilidad en el flujo de tales alimentos y garantizar el acceso a los alimentos disponibles a los que necesitan.

La inseguridad alimentaria, en contraparte, se define como la falta de acceso de todas las personas en todo momento a tener suficientes alimentos para una vida activa y saludable (FAO, 2011). De acuerdo con la Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA), la inseguridad se clasifica en los siguientes niveles: *leve*, que se presenta cuando se ha experimentado una disminución en la calidad de la alimentación; *moderada*, cuando hay una disminución de la cantidad de alimentos y *severa*, cuando un adulto o niño no ingiere alimento en todo un día. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (Comité Científico de la ELCSA, 2012).

Por otra parte, la resiliencia es la capacidad de un sistema expuesto a una amenaza para resistir, adaptarse y recuperarse de sus efectos oportuna y eficientemente (FAO & PMA. 2018). Esta adaptación y ajuste se realiza a través de la combinación y/o interacción entre los atributos del individuo (internos) y su ambiente familiar, social y cultural (externos), que lo posibilitan para superar el riesgo y la adversidad de forma constructiva (González, 2011). En particular, la resiliencia alimentaria requiere un enfoque de medición sistémico o multinivel. Esto incluye la medición de indicadores de seguridad alimentaria en diferentes niveles de agregación (individual, hogar y comunidad) y entre diferentes grupos (socioeconómico, étnico y diferencia de género), así como una comprensión de las interacciones entre estas características (Béné et al., 2016).

La resiliencia alimentaria se fundamenta en estrategias de afrontamiento, es decir, respuestas a corto plazo a una disminución inmediata e inhabitual al acceso a los alimentos (Davies, 1996). Múltiples estrategias de afrontamiento permiten equilibrar los recursos propios de las personas y las familias para afrontar la inseguridad alimentaria y las precariedades de obtención, elaboración y consumo de alimentos.

Algunas estrategias de afrontamiento documentadas en poblaciones de recursos bajos incluyen las siguientes: cambios en la calidad y cantidad de la comida; préstamo de dinero por parientes, comerciantes o prestamistas; venta de bienes domésticos; disminución del tamaño de la ración de comida; reducción del número de comidas; equilibrio entre la demanda de productos alimentarios y no alimentarios que compiten. En países con recursos altos, se han descrito las siguientes estrategias utilizadas por la población para afrontar la inseguridad alimentaria: consumo de alimentos caducos o por caducar; reducción de la cantidad, diversidad y frecuencia de las comidas; optar por alimentos más baratos; cocinar cantidades de alimento que puedan hacer rendir por varios días; ser encarcelado intencionalmente para garantizarse el alimento; entre otras (Egbe & Monserrat-Mas, 2014).

Particularmente en México, se ha reportado el uso de estrategias de afrontamiento como el “pedir fiado”; empeñar bienes personales; utilizar recursos silvestres para la alimentación y; reducir las porciones de adultos, o dejar de comer, para que los menores no se queden sin comida (Quizán-Plata et al., 2013).

Conocer el nivel de resiliencia en una población vulnerable y cómo este se relaciona con el nivel de inseguridad alimentaria permite conocer las estrategias de afrontamiento más usadas por esta población y evaluar su utilidad en el aseguramiento de una alimentación nutritiva, suficiente y permanente. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue estudiar la relación entre inseguridad alimentaria y el índice de resiliencia en una población vulnerable de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México.

1. Metodología

Se realizó un estudio transversal y analítico en familias de escasos recursos, beneficiarias del comedor comunitario de la fundación “Cáritas de Xalapa, A.C.”, entre septiembre y diciembre de 2020. Las familias recibían ayuda alimentaria en forma de una ración alimentaria diaria al medio

día; es decir, un tiempo de comida completa compuesta por sopa, guisado, tortilla y agua, que consumían en las instalaciones de la fundación. La selección de la muestra fue por conveniencia, integrando al estudio a aquellas familias beneficiarias que aceptaron participar mediante su consentimiento informado verbal.

Se estudió la relación entre las variables inseguridad alimentaria e índice de resiliencia mediante el programa estadístico SPSS versión 24. Se utilizaron correlaciones de Pearson cuando las variables se ajustaron a una distribución normal y de Spearman cuando se trató de distribuciones no paramétricas. Se estableció el nivel de significancia estadística con un valor de $p < 0.05$.

1.1. Medición de la inseguridad alimentaria

La ELCSA mide la experiencia de los hogares sobre su propia seguridad alimentaria. Está compuesta por 15 preguntas con opción de respuestas dicotómicas. De éstas, ocho son referentes únicamente a los integrantes adultos del hogar y siete a los menores de 18 años; de modo que en los hogares sin menores de edad el cuestionario solo consta de 8 preguntas. Las preguntas se refieren a situaciones que las personas enfrentan durante un período de tres meses previos a la aplicación, relacionadas con la cantidad y calidad de los alimentos disponibles y con las estrategias que utilizan para aliviar las carencias alimentarias. La escala considera al hogar con inseguridad alimentaria leve si se obtienen 1 a 3 respuestas afirmativas en el cuestionario para hogares integrados solo por adultos, o bien, 1 a 5 respuestas afirmativas en el cuestionario para hogares con menores. La inseguridad alimentaria se presenta con puntuaciones afirmativas de 4 a 6 en el primer caso, o bien, 6 a 10 en el segundo. Finalmente, la inseguridad alimentaria severa se presenta en un hogar cuando se responden afirmativamente 7 a 8 preguntas en el hogar conformado por adultos y 11 a 15 en el hogar que incluye menores (Comité Científico de la ELCSA, 2012).

1.2. Medición del índice de resiliencia

Se midió el índice de resiliencia alimentaria (Resilience Index Measurement and Analysis, RIMA) desarrollado por la FAO, que estima la resiliencia del hogar a la inseguridad alimentaria con un enfoque cuantitativo. El instrumento, en su versión abreviada, contiene 29 preguntas obligatorias, organizadas en módulos sobre acceso a servicios básicos (cuatro ítems dicotómicos más uno politómico con respuesta abierta cuantificable), activos productivos y no productivos (cuatro ítems politómicos con respuesta abierta cuantificable y uno dicotómico), redes de seguridad social (cuatro ítems con respuesta abierta cuantificable), capacidad de adaptación (cuatro ítems con respuesta abierta cuantificable, uno dicotómico y uno con respuesta abierta no cuantificable), seguridad alimentaria (cinco ítems con respuesta abierta cuantificable y dos dicotómicos), perturbaciones (dos ítems con respuesta abierta no cuantificable). Además, cuenta con un módulo de seis preguntas sobre características demográficas del hogar (FAO, 2019).

En esta investigación se aplicaron los 29 ítems del índice, correspondientes a sus siete módulos. Sin embargo, debido a las características de la población, se eliminaron las preguntas que no aplicaron al contexto. Por ejemplo, ninguna familia declaró tener producción agrícola o pecuaria, por lo que se suprimieron del análisis cinco preguntas relativas a este tema.

Por otra parte, las preguntas planteadas por el índice no tienen una escala homogénea. Por ejemplo, las preguntas dicotómicas otorgan un punto cuando la respuesta es afirmativa y 0 puntos cuando es negativa; mientras que hay preguntas cuyas respuestas se cuantifican como minutos, unidades, valor monetario, etc., e incluso hay preguntas abiertas. En ese sentido, el propio índice sugiere un análisis que utilice herramientas de modelaje estadístico para conocer la relación entre la resiliencia y sus determinantes, según el contexto.

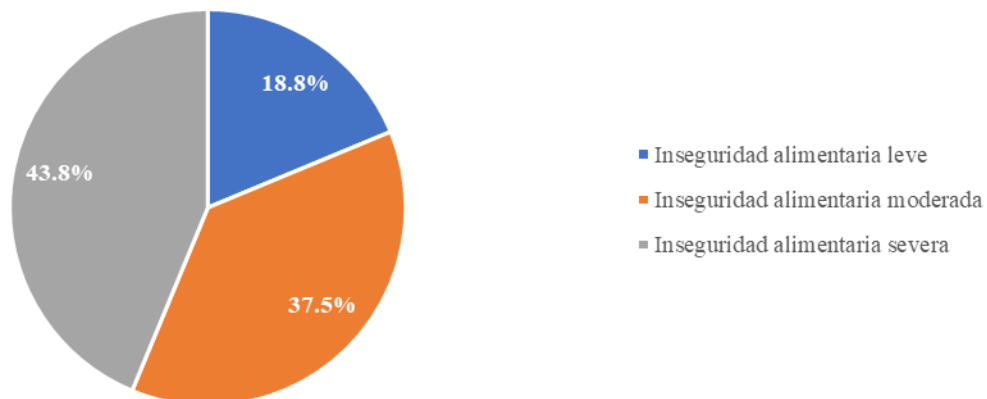
2. Resultados

La población del estudio se integró por 17 familias beneficiarias del comedor comunitario. Los análisis se realizaron con datos de 16 familias, ya que un respondiente decidió retirar su consentimiento durante la aplicación de los cuestionarios.

De acuerdo con la ELCSA, ninguno de los hogares fue clasificado con seguridad alimentaria. En la figura 1 se puntualiza la prevalencia de la inseguridad alimentaria leve, moderada y severa.

Figura 1

Prevalencia de inseguridad alimentaria en las familias beneficiarias del comedor comunitario. Xalapa, 2020

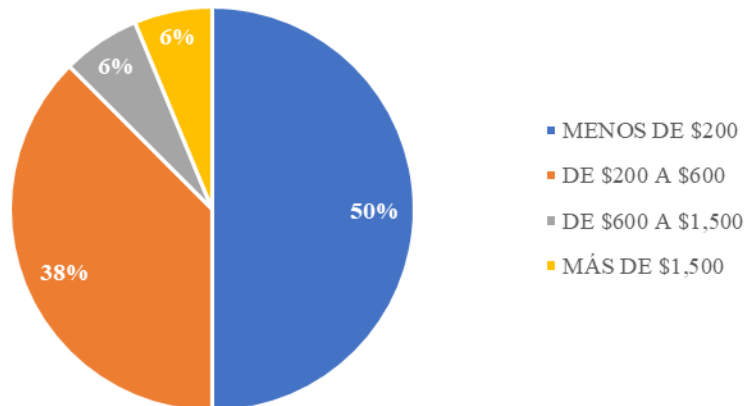


Fuente: Directa, aplicación de la ELCSA.

En la figura 2 se detalla la cantidad de dinero gastada en alimentos por parte de las familias beneficiarias del comedor comunitario. La mitad de estos hogares gastan menos de 200 pesos mexicanos en un periodo de 7 días. Además, el porcentaje de salario utilizado por estas familias para la compra de alimentos fue superior al 70% en más de la mitad de la población estudiada (figura 3).

Figura 2

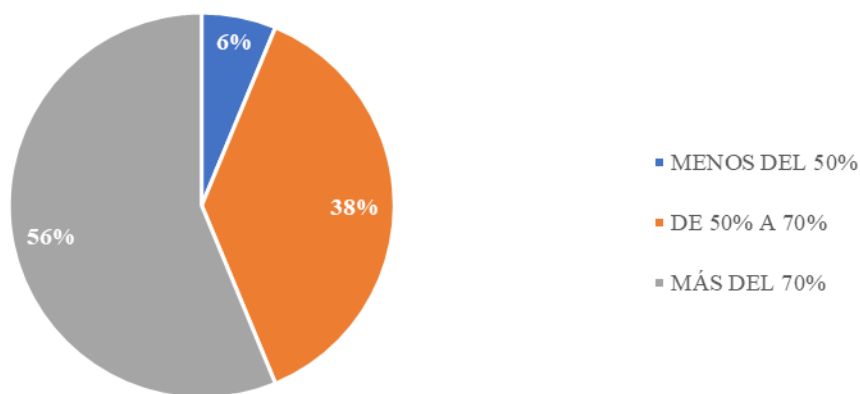
Monto económico invertido en alimentos consumidos por las familias beneficiarias. Xalapa, 2020.



Fuente: Directa, aplicación del RIMA

Figura 3

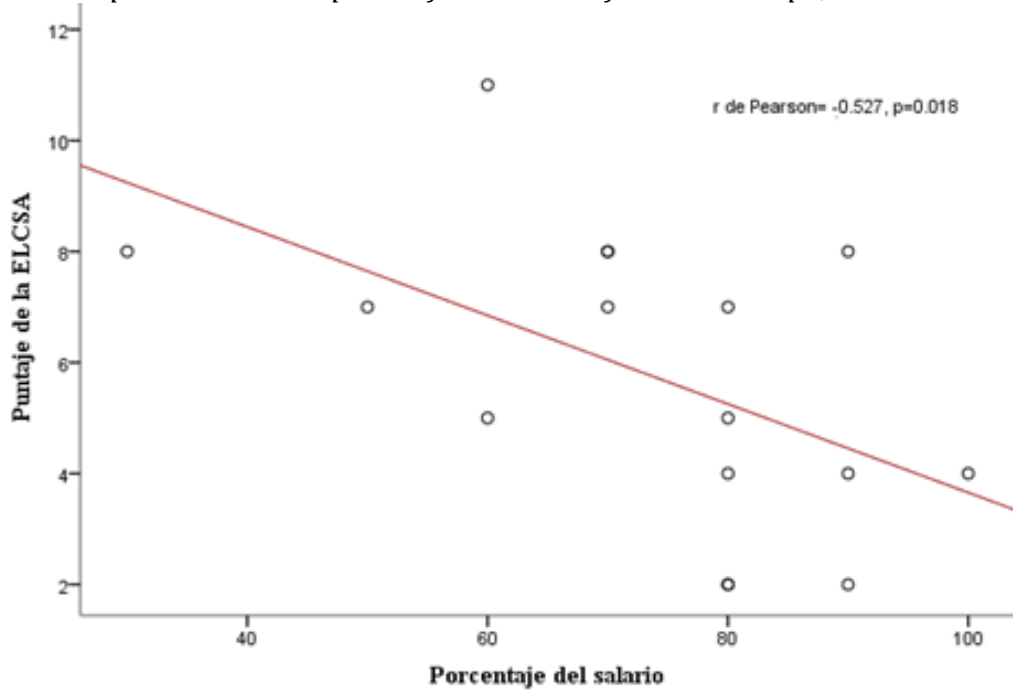
Porcentaje del salario utilizado para la compra de alimentos por las familias beneficiarias. Xalapa, 2020.



Fuente: Directa, aplicación del RIMA

Se presentó una correlación negativa ($r= -0.527$; $p=0.018$), entre el porcentaje de salario utilizado para comprar alimentos y el nivel de inseguridad alimentaria en estos hogares, es decir, se identificó que entre mayor sea el porcentaje destinado a la compra de alimentos, la inseguridad alimentaria es menor (figura 4).

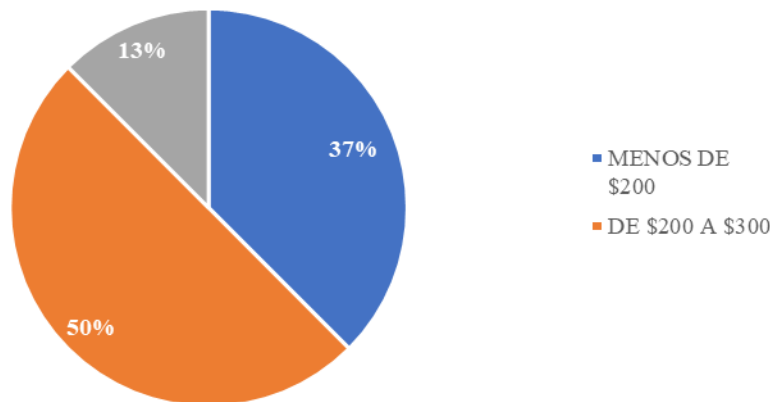
Figura 4
 Correlación entre inseguridad alimentaria y el porcentaje de salario utilizado para comprar alimentos por las familias beneficiarias. Xalapa, 2020.



Fuente: Directa con los datos de la ELCSA y el RIMA

En relación con la adquisición de alimentos a través de créditos; por ejemplo, la estrategia de “pedir fiado”, se observó que la mitad de las familias solicitaron créditos por un monto de 200 a 300 pesos mexicanos en el lapso de los 7 días previos a la encuesta (figura 5).

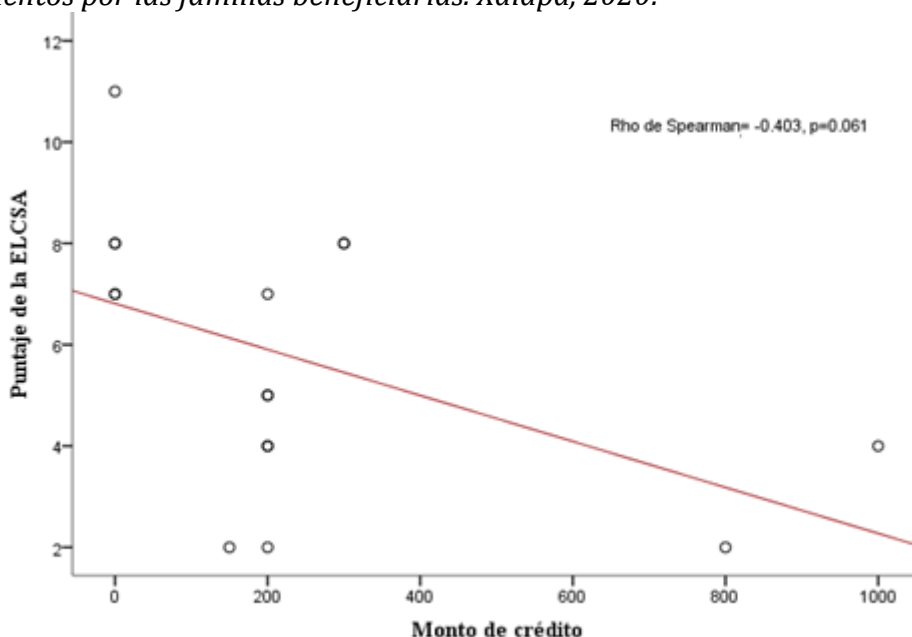
Figura 5
 Monto del crédito para consumo alimentario de las familias beneficiarias. Xalapa, 2020.



Fuente: Directa, aplicación del RIMA.

Asimismo, esta variable se correlacionó de manera marginalmente significativa ($r = -0.40$ $p = 0.061$), en sentido negativo con la escala la condición de inseguridad alimentaria (**Figura 6**).

Figura 6
Correlación entre inseguridad alimentaria y monto de crédito para comprar alimentos por las familias beneficiarias. Xalapa, 2020.



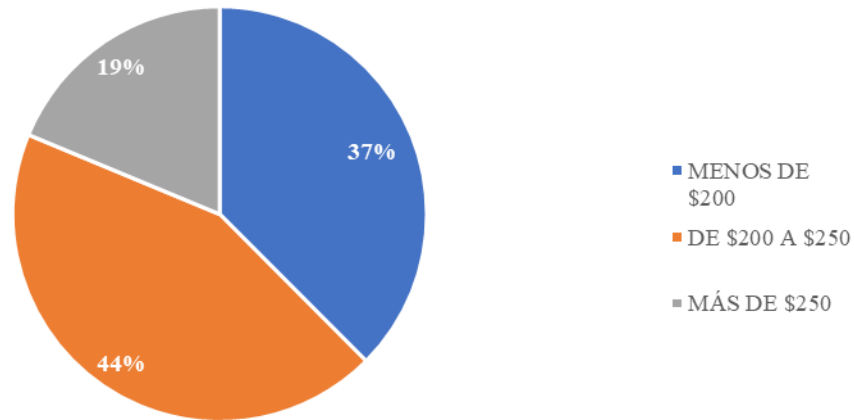
Fuente: Directa con los datos de la ELCSA y el RIMA.

Otra estrategia de afrontamiento relevante para esta población fue la recepción de préstamos en dinero o transferencias de alimentos, alimentos donados, asistencia o ayuda alimentaria y regalos, entre otros. Estas ayudas representaron, en su mayoría, montos superiores a 200 pesos mexicanos (**Figura 7**). Esta variable también mostró una correlación significativa ($r = -0.532$; $p = 0.017$) con la inseguridad alimentaria (**Figura 8**).

Finalmente, a pesar de que se evidenció la relación entre algunos componentes del índice de resiliencia RIMA y la condición de inseguridad alimentaria, medida con la ELCSA (**Tabla 1**), al analizar la correlación entre ambas escalas completas ($r = -0.06$, $p = 0.41$), no se encontró una correlación significativa (**Figura 9**).

Figura 7

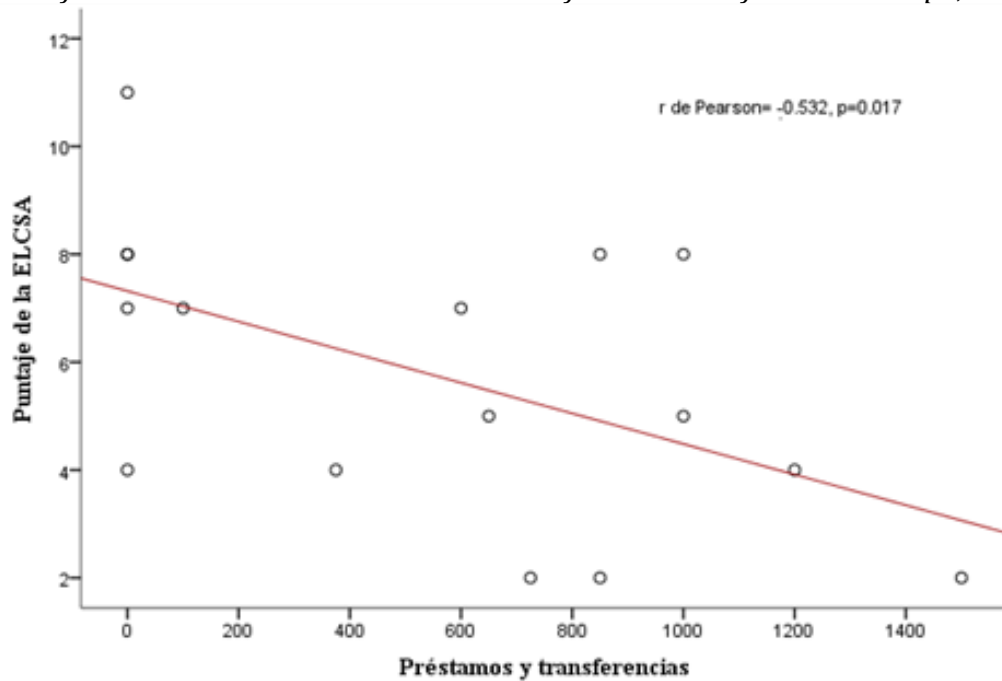
Monto por recepción de préstamos y transferencias de dinero o alimentos en las familias beneficiarias. Xalapa, 2020



Fuente: Directa, aplicación del RIMA.

Figura 8

Correlación entre inseguridad alimentaria y monto por préstamos o transferencias de dinero o alimentos en las familias beneficiarias. Xalapa, 2020



Fuente: Directa con los datos de la ELCSA y el RIMA

Finalmente, a pesar de que se evidenció la relación entre algunos componentes del índice de resiliencia RIMA y la condición de inseguridad alimentaria, medida con la ELCSA (tabla 1), al analizar la correlación entre ambas escalas completas ($r = -0.06$, $p = 0.41$), no se encontró una correlación significativa (Figura 9).

Tabla 1

Correlaciones entre la inseguridad alimentaria, medida con la ELCSA y el índice RIMA, total y sus componentes. Xalapa, 2020.

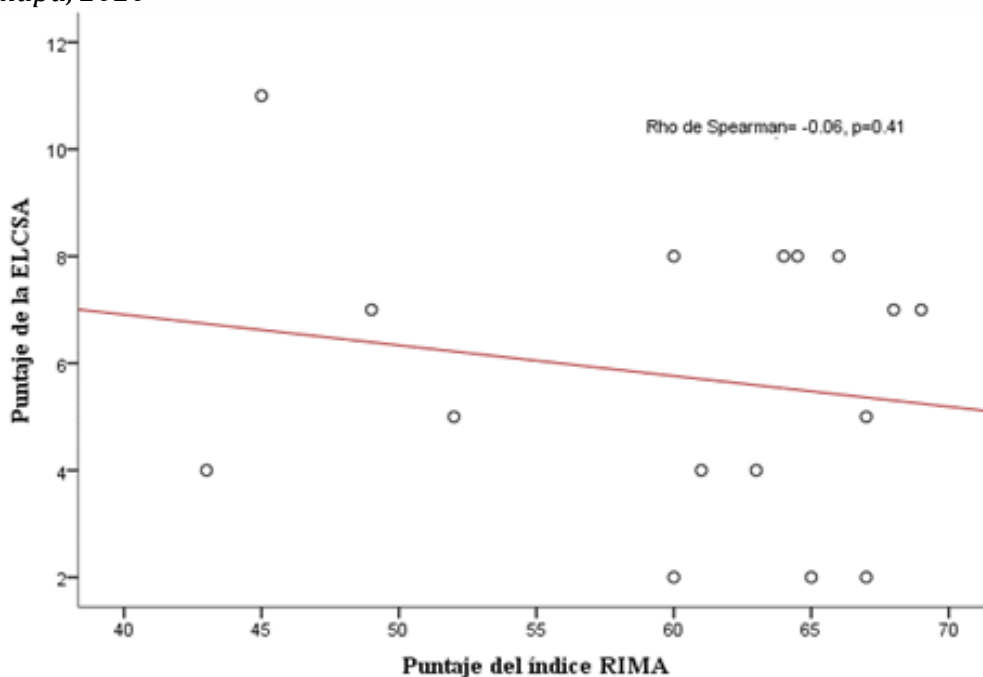
Variable	Coefficiente de correlación	Valor de p
Índice de resiliencia (RIMA)	-0.06 [†]	0.41
Componente RIMA de servicios básicos	0.008 [†]	0.488
Componente RIMA de bienes o activos	0.210 ^{††}	0.217
Subcomponente RIMA de préstamos y transferencias recibidas	-0.532 ^{††}	0.017
Subcomponente RIMA de redes de protección social	-0.293 [†]	0.135
Subcomponente RIMA de capacidad de adaptación	-0.149	0.291
Porcentaje del salario usado para comprar alimentos	-0.527 ^{††}	0.018
Monto de crédito por incapacidad de pago	-0.403 ^{††}	0.061

Nota: [†] Prueba no paramétrica Rho de Spearman. ^{††} Prueba paramétrica R de Pearson. Correlación significativa con un valor de $p < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

Correlación entre inseguridad alimentaria e índice de resiliencia alimentaria. Xalapa, 2020



Fuente: Directa con los datos de la ELCSA y el RIMA

3. Discusión

El estudio mostró que la capacidad de adaptación ante la inseguridad alimentaria de los hogares beneficiarios de la fundación Cáritas de Xalapa A.C., podría estar relacionada mayoritariamente con la utilización de estrategias que reflejen su nivel de ingresos económicos, ya sean propios o por préstamos o ayudas, limitando así la diversificación de estrategias de afrontamiento.

Esto coincide con un estudio que realizado en Malasia por Shariff & Khor (2008), donde se identificó que, en los hogares participantes, los mayores gastos fueron en alimentos, préstamos y transporte. Así mismo, una de las principales estrategias de afrontamiento que aplicaron los hogares, la cual se relaciona con la presente investigación, fue el pedir dinero prestado para comprar alimentos, siendo esta la más significativa e influyendo en el nivel de inseguridad alimentaria en el que transita dicho hogar.

Otro estudio, realizado en Ghana, África, por Saaka et al. (2017), en una población de mujeres embarazadas de áreas rurales, también mostró coincidencia en las estrategias de afrontamiento utilizadas para mitigar la inseguridad alimentaria. En este grupo de mujeres, la principal estrategia utilizada fue la pedir dinero prestado para comprar alimentos, la cual fue más utilizada en los hogares clasificados con hambre moderada y severa. La siguiente estrategia más utilizada fue la de recibir alimentos regalados de parientes y amigos.

En contraste, en un estudio realizado por Sani & Kemaw (2019) en Etiopía, particularmente en una zona rural y con producción local de granos y tenencia de animales de granja, se encontró que las estrategias de afrontamiento contra la inseguridad alimentaria más utilizadas por la población fueron reducir el tamaño y la frecuencia de las comidas, trabajar como jornalero, así como la venta de sus animales de granja. A diferencia de la población incluida en nuestro estudio, esta población etíope contaba con medios de vida como áreas para cultivar y tener animales de crianza, lo que les permitió afrontar su condición de inseguridad alimentaria. Nuestra población de estudio no contaba con espacios para sembrar alimentos ni poseía animales de crianza. De hecho, aunque estas estrategias se incluyen en el índice RIMA, fueron descartadas en la muestra de familias incluidas en nuestra investigación, dado que ninguna de las familias declaró contar con este tipo de medios de vida.

Consideramos que la limitación principal de este estudio fue el tamaño de muestra, debido a la situación de emergencia epidemiológica por COVID-19 que se enfrentaba en el momento de la investigación; así como por la recolección de datos sensibles de los participantes, que resultó en una baja tasa de respuesta. Esto pudo haber repercutido en la falta de significancia estadística de algunas correlaciones estudiadas. Por otra parte, consideramos que quienes accedieron a participar en el estudio, podrían haber reportado mayores o menores ingresos de los que realmente tuvieron, originando un error de información, lo cual también podría modificar el nivel de correlación y la significancia estadística de nuestros resultados.

Finalmente, algunas estrategias incluidas en el instrumento para medir la resiliencia alimentaria (RIMA) no fueron utilizadas por esta población, por ejemplo, aquellas relacionadas con la producción de alimentos a partir de la posesión de algún pequeño espacio para cultivar, la

adquisición de semillas o la tenencia de pequeños animales de crianza. El aprovisionamiento de este tipo de insumos por parte de programas estatales y federales de ayuda alimentaria para el combate a la inseguridad alimentaria, acompañadas de una capacitación para implementarlas, deberían ser privilegiados, ya que proveen a estas familias vulnerables herramientas que pueden otorgar un mayor grado de certeza a mediano o largo plazo.

4. Conclusiones

En esta investigación se encontró que todas las familias estudiadas se encontraban en condición de inseguridad alimentaria. Una elevada proporción de ellos se ubicó en la categoría de inseguridad alimentaria severa. Aunque no se encontró que la inseguridad alimentaria, medida a través de la ELCSA, estuviera relacionada con el índice completo de resiliencia alimentaria (RIMA), se presentó una correlación entre los componentes de porcentaje de salario utilizado para comprar alimentos y préstamos. Esto indica que la capacidad de adaptación ante la inseguridad alimentaria estas familias se relacionan con la utilización de estrategias que reflejan su nivel de ingresos económicos, ya sean propios o por préstamos o ayudas, limitando así la diversificación de estrategias de afrontamiento.

Por lo anterior, es necesario es necesario identificar estrategias de afrontamiento adicionales que contribuyan a la resiliencia ante la inseguridad alimentaria, sin la dependencia de ingresos económicos. Por ejemplo, en relación con las estrategias de producción de alimentos, sería factible fomentar la producción de alimentos en pequeña escala mediante cultivos en macetas o cajones, lo cuales no requieren poseer un área de terreno para realizarse. Otra posibilidad que alberga esta estrategia sería colaborar en un huerto comunitario, a fin de obtener en reciprocidad una cantidad de alimentos para consumo familiar.

Referencias

- Béné, C., Headey, D., Haddad, L., & von Grebmer, K.** (2016). Is resilience a useful concept in the context of food security and nutrition programmes? Some conceptual and practical considerations. *Food Security*, 8(1), 123-138. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0526-x>
- Comité Científico de la ELCSA.** (2012). *Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA)*. Manual de uso y aplicaciones. FAO. <https://www.fao.org/3/i3065s/i3065s.pdf>
- Davies, S.** (1996). *Adaptable livelihoods: coping with food insecurity in the Malian Sahel* (p 55). Macmillan Press. <https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-1-349-24409-6%2F1.pdf>
- Egbe, M. E., & Monserrat-Mas, M. A.** (2014). Hacer frente a la precarización alimentaria en la provincia de Tarragona; estrategias, fronteras y diálogos. En Actas del XIII Congreso de Antropología de la FAAEE, Tarragona, Universitat de Rovira i Virgili (pp. 1698-1722). <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2071.3761>
- FAO.** (2011). *Programa Especial para la Seguridad alimentaria (PESA) Centroamérica. Conceptos básicos*. Recuperado Octubre 29, 2021, de <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>
- FAO.** (s.f.). *Hambre e inseguridad alimentaria*. Recuperado Octubre 29, 2021, de <http://www.fao.org/hunger/es/>

- FAO & PMA.** (2018). Buenas prácticas para la resiliencia de los medios de vida rurales en el ámbito de la seguridad alimentaria y nutricional. Recuperado septiembre 29, 2021, de <http://www.fao.org/documents/card/en/c/CA0825B>
- FAO.** (2019). Medición y análisis del índice de resiliencia. Cuestionario abreviado. Recuperado Octubre 29, 2021, de <http://www.fao.org/publications/card/es/c/CB2348ES/>
- González, L. F. N. I., Valdez, J. L., & González E. S.** (2011). Investigación en Resiliencia: ¿Qué hemos aprendido? En: Moral de la Rubia, J., Valdez Medina, J. L., & González Arratia, L. F. N. I. (2011). Psicología y Salud. Editorial: Consorcio de Universidades Mexicanas. 157-172.
- Quizán-Plata, T., Acosta, M. L. C., Paniagua, A. D. C., Saucedo, S., & Vélez, M. I. O.** (2013). Inseguridad alimentaria: Experiencias en familias de bajos recursos del noroeste de México. *Biotecnia*, 15(2), 3-9. <https://doi.org/10.18633/bt.v15i2.142>
- Saaka, M., Oladele, J., Larbi, A., & Hoeschle-Zeledon, I.** (2017). Household food insecurity, coping strategies, and nutritional status of pregnant women in rural areas of Northern Ghana. *Food science & nutrition*, 5(6), 1154-1162. <https://dx.doi.org/10.1002/2Ffsn3.506>
- Sani, S., & Kemaw, B.** (2019). Analysis of households food insecurity and its coping mechanisms in Western Ethiopia. *Agricultural and food economics*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40100-019-0124-x>
- Shariff, Z. M., & Khor, G. L.** (2008). Household food insecurity and coping strategies in a poor rural community in Malaysia. *Nutrition research and practice*, 2(1), 26-34. <https://dx.doi.org/10.4162/2Fnrp.2008.2.1.26z>

Consumo de alimentos ultraprocesados y su relación con sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios

Relationship between ultra-processed food consumption and overweight or obesity in university students

Susana Sánchez Viveros^a | Edith Yolanda Romero Hernández^b |
Krystal Dennicé González Fajardo^c | Susana Janeth Avelino Soto^d |
Zuribi Nayánith Hernández Ollivier^e.

Recibido: 6 de enero de 2022.

Aceptado: 24 de marzo de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: susanchez@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8602-3841>

^b Universidad Veracruzana, Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: edromero@uv.mx

^c Universidad Veracruzana, Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: krgonzalez@uv.mx | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2034-5535>

^d Universidad Veracruzana, Estudiante de la Facultad de Nutrición, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: susy.jant26@gmail.com

^e Universidad Veracruzana, Estudiante de la Facultad de Nutrición, Facultad de Nutrición, Xalapa, México. Contacto: zuribi_ollivier@hotmail.com

Resumen: La obesidad se ha incrementado drásticamente en el mundo. La población universitaria presenta una ingestión elevada de alimentos ultraprocesados (AUP) por su fácil acceso. Estudios han mostrado evidencia de la relación entre la ingesta de AUP con la presencia de enfermedades crónicas no transmisibles, especialmente en adultos jóvenes. Estudio transversal, se incluyeron 187 estudiantes de la licenciatura en Nutrición, se les aplicó una encuesta en línea de frecuencia del consumo de AUP. Se obtuvieron datos de peso y talla para calcular el IMC. El análisis estadístico consistió en una regresión lineal entre la frecuencia del consumo de AUP y el IMC, utilizando el programa estadístico SPSS. El 100% de la población presentó consumo bajo de AUP. El 19% de los estudiantes tenía sobrepeso y el 3% obesidad. El consumo general de AUP no se relacionó con sobrepeso y la obesidad, pero sí lo hicieron el consumo de refresco y alcohol.

Palabras clave: alimentación; ultraprocesados; obesidad; universitarios

Abstract: *Obesity has increased dramatically in the World. The university population present a high ingestion of ultra-processed foods due to is easy Access. Studies have shown evidence of the relationship between the ingestion of ultra-processed foods and the chronic non-communicable diseases, particularly in young adults. Cross-sectional study, 187 students of Nutrition were included, an online food frequency questionnaire (FFQ) of ultra-processed food was applied to them. Self-reported weight and height data were obtained to calculate BMI. A linear regression was made between the ultra-processed food consumption and the BMI, using the SPSS statistical program. The entire population presented low ultra-processed food consumption, only 19% were overweight and 3% obese. Overall food consumption was not associated with being overweight and obese, but soda and alcohol consumption were.*

Keywords: *feeding; ultra-processed food; obesity; university students.*

Introducción

El sobrepeso y la obesidad se reconocen como uno de los problemas más importantes para la salud pública debido a su magnitud, su rápido incremento, el efecto negativo que ejercen sobre la población, la tasa de mortalidad, los costosos recursos que se utilizan para prevenir y tratar enfermedades relacionadas directa o indirectamente con éstas (Herrera, 2020). Desde hace poco más de cuatro décadas la obesidad se ha triplicado en todo el mundo. En 2016, el 39% de los adultos de 18 años o más tenían sobrepeso, y el 13% obesidad. Si bien se consideraba un problema de países de ingresos altos, actualmente aumenta en países de ingresos bajos y medios, con mayor prevalencia en las zonas urbanas. La mayoría de la población mundial vive en países donde el sobrepeso y la obesidad cobran más vidas de personas que la insuficiencia ponderal (OMS, 2021).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 (ENSANUT), en México el porcentaje de adultos de 20 años y más con sobrepeso y obesidad es de 75.2% (39.1% sobrepeso y 36.1% obesidad) (Shamah-Levy et al., 2020). La causa más común del sobrepeso y la obesidad es el aumento de consumo de alimentos altos en calorías, ricos en grasa y azúcar aunado a una disminución de la actividad física, propios de los estilos de vida actual (OMS, 2021).

Los productos ultraprocesados suelen contener pocos o ningún alimento entero. Son formulaciones industriales principalmente a base de sustancias extraídas o derivadas de alimentos, además de aditivos. Incluyen bebidas azucaradas como jugos o refrescos, botanas dulces o saladas, panes, galletas, pasteles, postres, cereales de caja, carnes procesadas entre otros (OPS, 2019).

Las ventas de alimentos y bebidas ultraprocesados crecieron en 8.3% de 2009 a 2014, y se estima que han aumentado otro 9.2% en 2019. México ocupa el segundo lugar de América Latina con más ventas de alimentos ultraprocesados. Este aumento se asoció con el incremento en las prevalencias de sobrepeso y obesidad. En la América Latina, casi el 60% de los habitantes, unos 360 millones de personas, vive con sobrepeso (OPS, 2019).

La ENSANUT 2018 reportó que el 33.2% de la población adulta consume cotidianamente alimentos no recomendables entre los que se encuentran alimentos procesados. Estos productos están nutricionalmente desequilibrados: tienen un elevado contenido de azúcares libres, grasa total, grasas saturadas y sodio, y un bajo contenido de proteína, fibra alimentaria, minerales y vitaminas.

Los estudiantes universitarios presentan comportamientos de ingesta poco saludables, debido a sus horarios, la carga académica, y además la oferta de alimentos saludables es escasa y de alto costo, por lo cual los AUP son una opción rápida, económica y atractiva para esta población. Existe evidencia de la relación entre la ingesta de alimentos rápidos, la obesidad y el riesgo cardiovascular, especialmente en adultos jóvenes (Aguilar-Zavala, 2019).

El objetivo general de este estudio fue relacionar el consumo de AUP con el sobrepeso y la obesidad en estudiantes de la Facultad de Nutrición Xalapa de la Universidad Veracruzana para posteriormente establecer estrategias de prevención y control de estos padecimientos.

1. Metodología

Estudio transversal analítico, realizado en mayo de 2020. La población del estudio correspondió a mujeres y hombres entre 18 y 25 años, estudiantes de la Licenciatura en Nutrición región Xalapa, de la Universidad Veracruzana en el estado de Veracruz, México. Se invitó a todos los estudiantes de la Facultad de Nutrición región Xalapa, aceptando participar 187 estudiantes, ninguno presentó alguna enfermedad crónica no transmisible y las mujeres no estaban embarazadas. Se les pidió contestar una encuesta en línea, debido a las actividades académicas realizadas a distancia como consecuencia de la pandemia de COVID-19.

La encuesta constó de 15 ítems, que consideraron variables como sexo, edad, semestre cursado, peso y talla autorreportados debido a la pandemia por COVID-19 y con éstos se calculó el IMC y se clasificó de acuerdo a lo establecido por la OMS. Se aplicó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos ultraprocesados adaptada del instrumento de Suverza y Haua (2010) distribuidos en 7 categorías: lácteos, carnes, cereales, leguminosas, frutas, verduras, y otros productos (refrescos; frituras; pastelillos; dulces; chocolates; comida rápida, como pizzas y hamburguesas; café instantáneo; aderezos y alcohol) con un total de 38 alimentos.

Cada pregunta presentó nueve opciones de frecuencia de consumo: nunca, < 1 vez al mes, 1-3 veces al mes, 1 vez a la semana, 2-4 veces a la semana, 5-6 veces a la semana, 1 vez al día, 2-3 veces al día y 4-5 veces al día. Para facilitar su interpretación, se agruparon quedando de la siguiente forma: consumo alto: 5-6 veces a la semana o más; consumo medio: 2-4 veces a la semana; consumo bajo: 1 vez por semana o menos.

El análisis estadístico consistió en la descripción de las variables y se llevó a cabo una regresión lineal entre la frecuencia del consumo de AUP y el índice de masa corporal (IMC). Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22.

2. Resultados

El 32% de la población estudiada fue de sexo masculino y el 68% femenino. La edad promedio de los estudiantes fue de 21 años. El 100% de la población presentó consumo bajo de AUP (<1 vez por semana). El 4% de los estudiantes presentó bajo peso, el 72% tenían un IMC normal, el 19% sobrepeso y únicamente el 3% presentó obesidad. En la tabla 1 se muestran los promedios de peso e IMC por sexo.

Tabla 1
Promedio de peso e IMC en hombres y mujeres

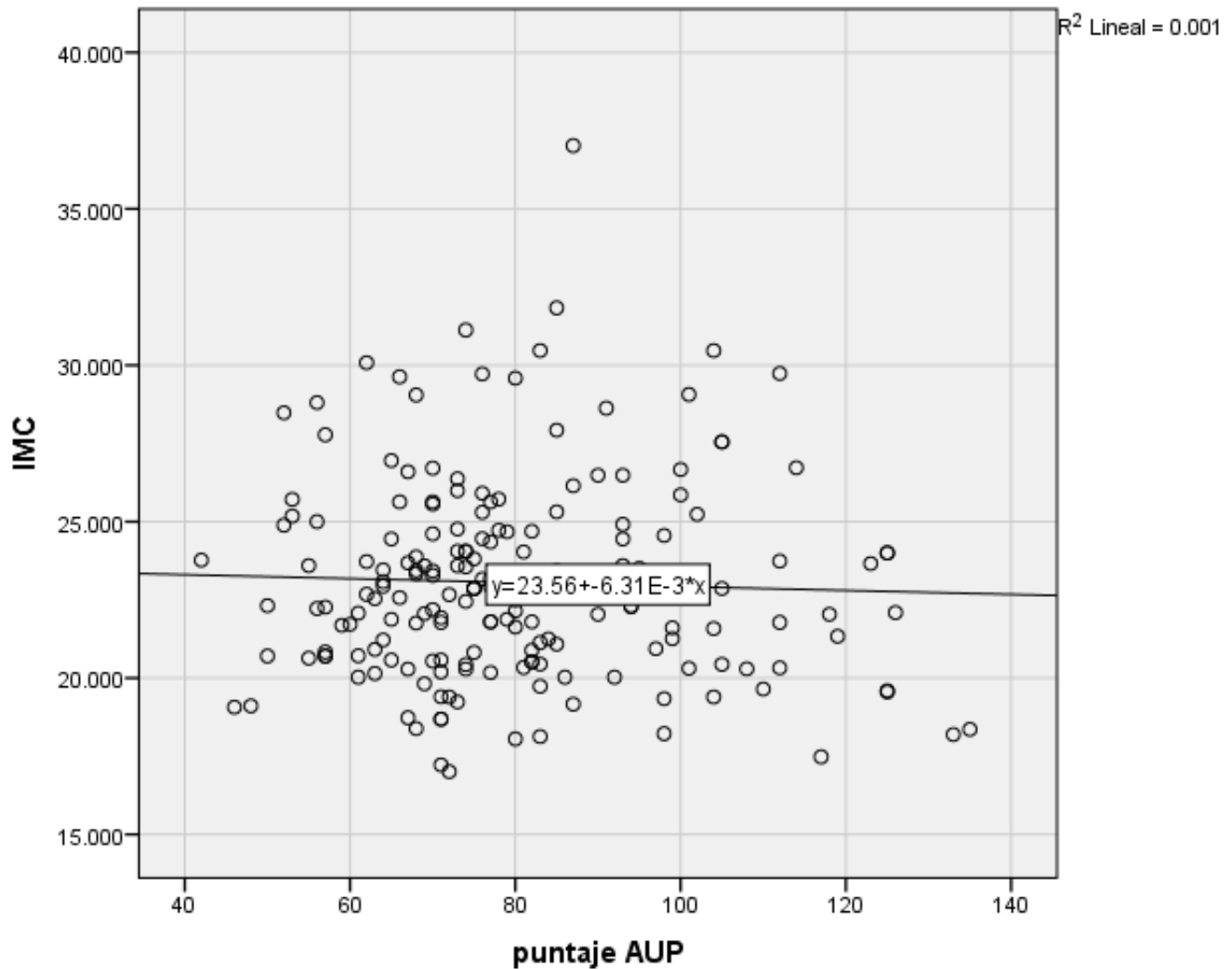
	Hombres	Mujeres
Peso (kg)	70.7	57.2
IMC	24	23

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de alimentos ultraprocesados.

En cuanto a la frecuencia de consumo de alimentos, un 10% de los estudiantes reportaron consumo medio o alto de refrescos, frituras en bolsa, dulces, café instantáneo y cubos de pollo. El 12% reportó consumo medio o alto de avena instantánea, el 14% declaró un consumo medio o alto de yogurt, mientras que el 20% dijo tener un consumo medio o alto del frijol de bolsa, quesos y pan de caja. En la figura 1, se observa que el IMC no tuvo relación con el consumo de alimentos ultraprocesados ($\beta = -0.037$, $p = 0.615$)

Figura 1

Relación entre IMC y consumo de alimentos ultraprocesados en estudiantes de la Facultad de Nutrición Xalapa. 2020

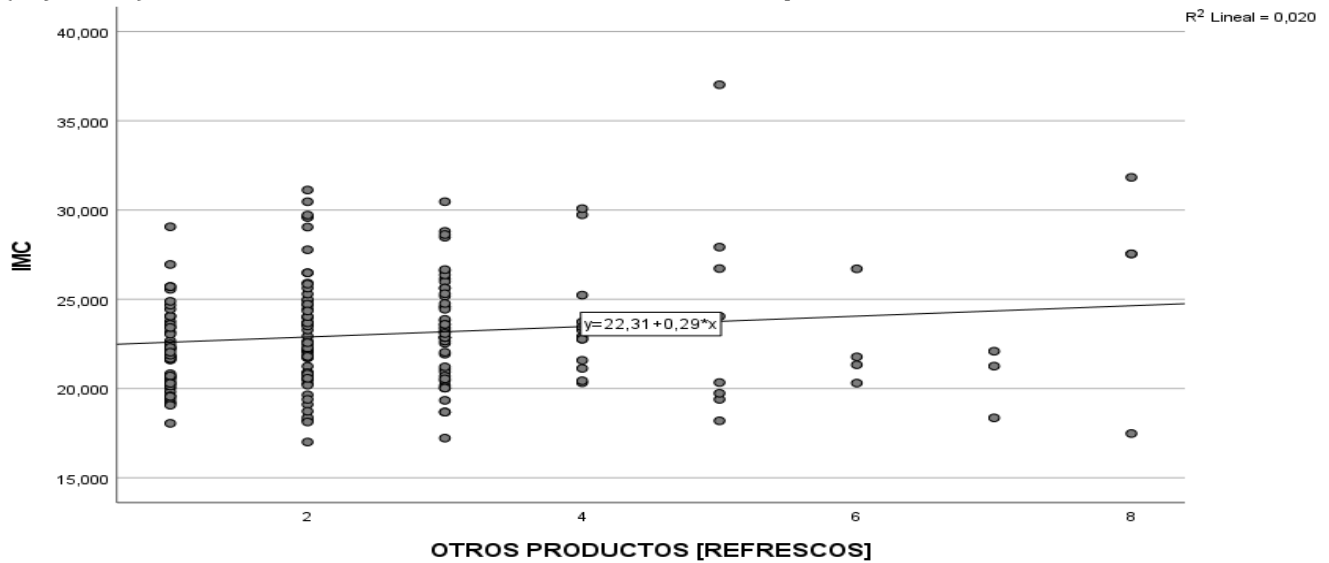


Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de alimentos ultraprocesados.

Se observa, en la **Figura 2**, que el IMC se asoció positivamente, con el consumo de refrescos ($\beta=0.141$, $p= 0.054$).

Figura 2

Relación entre IMC y consumo de alimentos ultraprocesados, en la categoría de otros productos (Refrescos) en estudiantes de la Facultad de Nutrición Xalapa. 2020



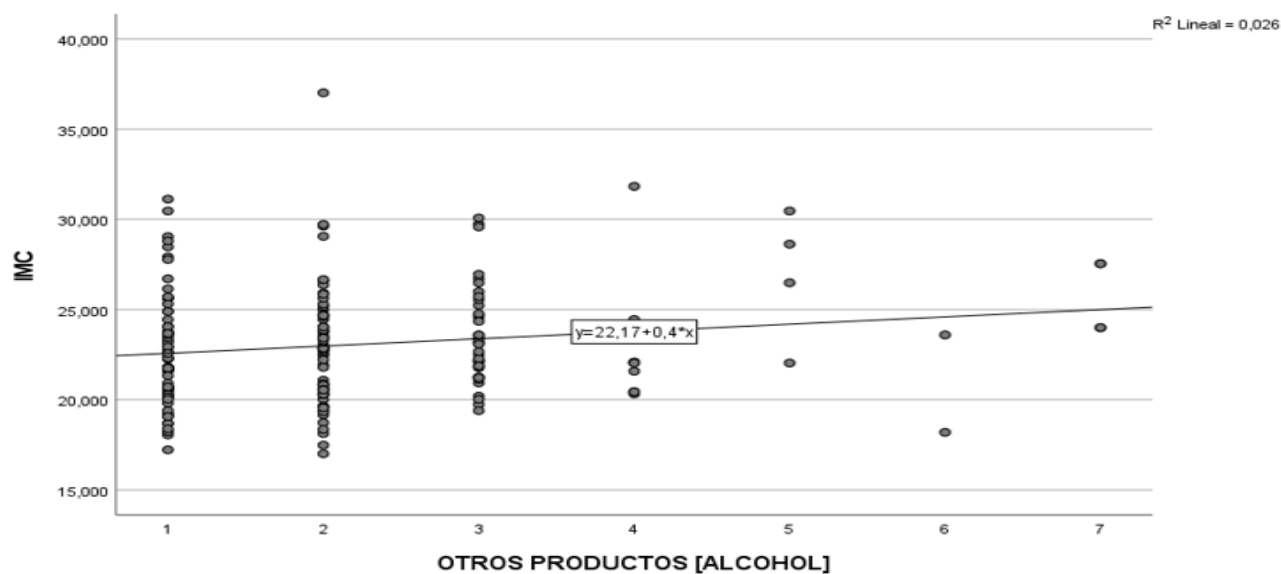
$\beta = .141$ $p = 0.05$ $R^2 = 0.020$

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de consumo de alimentos ultraprocesados.

La figura 3, se puede apreciar que el IMC se asoció positivamente con el consumo de alcohol ($\beta = 0.162$, $p = 0.02$).

Figura 3

Relación entre IMC y consumo de alimentos ultraprocesados, en la categoría de otros productos (Alcohol) en estudiantes de la Facultad de Nutrición Xalapa. 2020



$$\beta = .162 \quad p = 0.02 \quad R^2 = 0.026$$

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de consumo de alimentos ultraprocesados.

3. Discusión

Diversos estudios han analizado la relación entre el consumo de alimentos ultraprocesados en la población universitaria, sin embargo, en la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana no se había realizado. Al analizar la distribución de IMC en los estudiantes de la Facultad de Nutrición se encontró que el 4% presentaron bajo peso, el 72% tenían un IMC normal, el 19% sobrepeso y únicamente un 3% resultó tener obesidad; lo cual difiere con el estudio realizado por Aguilar-Zavala y colaboradores (2019), en donde evaluaron la relación entre el consumo de AUP y las características antropométricas de estudiantes universitarios, encontrando prevalencias de 25% para sobrepeso y 12% para obesidad.

Los datos obtenidos en esta investigación muestran que el consumo de alimentos ultraprocesados por los estudiantes de la Facultad de Nutrición fue bajo (< 1 vez por semana), a diferencia de los estudios realizados en Chile por Courbis & Rocabado (2020), donde encontraron un alto consumo de estos alimentos; y en Perú por García-Huamani (2016), donde el 86.6% de los escolares evidenció un nivel de consumo alto de alimentos ultraprocesados.

En este estudio no se encontró relación entre el consumo de AUP y el IMC, lo anterior puede deberse a que al ser estudiantes de la licenciatura en Nutrición tienen mayor conocimiento sobre las consecuencias del consumo de alimentos altos en grasa, sal y azúcar; lo cual coincide con los resultados publicados por Courbis & Rocabado (2020), pese a que el 45.8% de calorías en su dieta

son provenientes de dichos alimentos, ya que el impacto de los programas educativos sobre la alimentación en la población de Chile no ha sido suficiente para reducir el consumo de AUP. También hay coincidencia con un estudio británico en población adulta (Adams, 2015), donde no se relacionó el consumo de AUP con cambios en el peso. Se debe hacer hincapié en que las características de nuestros sujetos de estudio no son comparables con el resto de la población mexicana, quienes sí presentan altos índices de sobrepeso y obesidad.

Los resultados de esta investigación difieren con la de García Huamani (2016) pues encontraron una asociación estadísticamente significativa entre el consumo de alimentos ultraprocesados y el IMC ($p=0.02$). Una limitación en el estudio fueron los datos antropométricos auto reportados, ya que podría ocasionar un sesgo de información. Es importante mencionar que tampoco se recolectaron datos sobre actividad física, lo cual podría explicar la baja prevalencia de sobrepeso y obesidad en esta población.

Por último, se encontró que el aumento del IMC en los estudiantes que participaron en esta investigación se asoció significativamente con el consumo de bebidas azucaradas, como refrescos, lo cual coincide con el estudio realizado en Colombia por Ramírez (2017), donde se reportó que la prevalencia de obesidad abdominal fue mayor en los alumnos que respondieron consumir diariamente bebidas azucaradas.

4. Conclusiones

Se concluye que la ingesta de alimentos ultraprocesados no está relacionada con el sobrepeso y la obesidad en los estudiantes de la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana, ya que únicamente el consumo de las bebidas con alcohol y refrescos presentó una asociación positiva con el IMC.

La población estudiada mostró un bajo consumo de alimentos ultraprocesados, menor a una vez por semana, y sólo un pequeño porcentaje reportó un consumo medio y alto en alimentos como el pan de caja y frijoles de bolsa.

Se considera que debido a que la población pertenece mayormente a estudiantes del sexto semestre de la licenciatura en nutrición, cuenta con mayor conocimiento sobre la importancia de consumir alimentos saludables.

Referencias

- Adams J., White M.** (2015) Characterisation of UK diets according to degree of food processing and associations with socio-demographics and obesity: cross-sectional analysis of UK National Diet and Nutrition Survey (2008-12). National Library of Medicine. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26684833/>
- Aguiar-Zavala, H., Tovar-Vega, A. R., Quintero-Hernández, Y., Calixto Olalde, M. G., y Negrete-Díaz, J. V.** (2019). Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad en estudiantes universitarios, *Revista Nthe*, 26, 33-39.

- Courbis-Moyano, J., y Rocabado-Alvear, A.** (2020) Consumo de alimentos ultraprocesados en estudiantes universitarios de primer año del área de la salud del año 2019 Santiago, Chile (Tesis de pregrado). Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.
- García-Huamani, M.** (2016). Relación entre consumo de alimentos ultra procesados del quiosco escolar e índice de masa corporal en estudiantes de nivel primaria de una institución educativa del Cercado de Lima (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Organización Mundial de la Salud.** (2021). Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Organización Panamericana de la Salud.** (2019). Alimentos ultraprocesados ganan más espacio en la mesa de las familias latinoamericanas. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15530:ultra-processed-foods-gain-ground-among-latin-american-and-caribbean-families&Itemid=1926&lang=es
- Ramírez-Vélez, R.** (2017, abril). Prevalencia y factores asociados al consumo de bebidas azucaradas en escolares de 9 a 17 años de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. Nutrición Hospitalaria versión On-line. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.250>
- Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Romero-Martínez M, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasu L, Santaella-Castell JA, Rivera-Dommarco J.** (2020) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales [Conjunto de datos]. Instituto Nacional de Salud Pública. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_informe_final.pdf
- Suverza, A., & Hua, K.** (2010). El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill Education.

Relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios.

Prevalence relationship of overweight and obesity in university students.

Sebastián Cervera-Pereyra^a | Blanca Estela Trejo-Sánchez^b
Adelma Escobar-Ramírez^c | Carlos Javier López-Victorio^d
José Arnold González-Garrido^e

Recibido: 18 de marzo de 2022.

Aceptado: 23 de marzo de 2022.

^a Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Estudiante de la División Académica de Ciencias Básicas, Facultad de Químico Farmacéutica Biológica, Cunduacán, Tabasco, México. Contacto: 162A20036@egresados.ujat.mx

^b Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Laboratorio Clínico de Ciencias Básicas, Cunduacán, Tabasco, México. Contacto: blanca.trejo@ujat.mx

^c Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular, Cunduacán, Tabasco, México. Contacto: adelma.escobar@ujat.mx

^d Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular, Cunduacán, Tabasco, México. Contacto: Javier.lopez@ujat.mx

^e Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular, Cunduacán, Tabasco, México. Contacto: arnold.gonzalez@ujat.mx

Resumen: La acumulación anormal o excesiva de grasa desencadena sobrepeso u obesidad, situación alarmante de Salud Pública que afecta a gran parte de la población mundial. En este estudio se determinó la relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos en universitarios de la Chontalpa. Los datos fueron de universitarios (N = 4775) de 18 a 23 años de los años 2015, 2016 y 2017. La prevalencia general de sobrepeso y obesidad de los tres años fue de 43.5%, (hombres= 45.8% y mujeres= 39.2%) observándose un incremento notable en 2017 (hombres= 48.9%, mujeres= 44%) con respecto al 2015 (hombres= 45%, mujeres= 37%) y 2016 (hombres= 43.8%, mujeres= 37.1%). Se encontraron factores de riesgo metabólicos en los jóvenes y con ello el riesgo de Enfermedades Crónicas No Transmisibles.

Palabras clave: Universitarios, Sobrepeso; Obesidad, Parámetros bioquímicos.

Abstract: *The abnormal or excessive accumulation of fat triggers overweight or obesity, an alarming public health situation that affects a large part of the world's population. In this study, the relationship of prevalence of overweight and obesity with biochemical parameters in university students of Chontalpa was determined. The data were from university students (N = 4775) aged 18 to 23 years in 2015, 2016 and 2017. The overall prevalence of overweight and obesity over the three years was 43.5%, (men= 45.8% and women= 39.2%) with a notable increase in 2017 (men= 48.9%, women= 44%) compared to 2015 (men = 45%, women = 37%) and 2016 (men = 43.8%, women = 37.1%). Metabolic risk factors were found in young people and with it the risk of Chronic Noncommunicable Diseases.*

Keywords: *University students, Overweight, Obesity, Biochemical parameters.*

Introducción

La acumulación anormal o excesiva de grasa desencadena sobrepeso u obesidad, situación que en la actualidad está afectando la salud de gran parte de la población mundial. Al año 2015, según el reporte Obesity Update 2017 uno de cada dos adultos es obeso y uno de cada seis niños tienen sobrepeso u obesidad en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2017). La prevalencia de sobrepeso y obesidad se reportó en adultos jóvenes (18-25 años) con un 29 % en población chilena (Martínez S et al., 2012), 25 % en población brasileña (Zemdegs et al., 2011) en población mexicana con un 32.7% (González Sandoval, Díaz Burke, Mendizabal-Ruiz, Medina Díaz, & Alejandro Morales, 2014), sin embargo, los reportes en este grupo de adultos son limitados. Como consecuencia del desequilibrio energético entre las calorías consumidas y las gastadas se desarrollan sobrepeso y obesidad, incrementando también el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), además de los costos para cubrir estas enfermedades y la mortalidad prematura. El riesgo de padecer sobrepeso y obesidad desencadenan ECNT como cardiopatía, accidentes cerebrovasculares, diabetes, osteoartritis y algunos tipos de cánceres (endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colón) incrementando también el número de muertes (Sarwar, Pierce, & Koppe, 2018a). Debido a tal situación, la magnitud de este problema lo convierte en uno de los retos más importantes de la Salud Pública (Dávila-Torres, Gonzalez-Izquierdo, & Barrera-Cruz, 2015). Según la OMS (Organización

Mundial de la Salud), hasta octubre de 2016, se tiene registro de más de 1.9 billones de adultos de 18 o más años con sobrepeso, de los cuales más de 650 millones fueron obesos.

Estas cifras indican que el 39% de esta población (39% de hombres y 40% de mujeres) tenían sobrepeso (índice de masa corporal (IMC) > 25 < 30). Con respecto a la obesidad (IMC > 30), se tienen datos de que un 13% de la población mundial (11% de hombres y 15% de mujeres) eran obesos. Se reporta también que entre 1975 y 2016 ha habido un incremento, más de tres veces, en la prevalencia de obesidad (OMS, 2021). Los datos indican que en los últimos años la epidemia de obesidad se ha incrementado y se estima que para el 2030 las tasas sigan en aumento, particularmente en Estados Unidos (47%), México (39%) e Inglaterra (35%) (Chooi, Ding, & Magkos, 2019). En México aproximadamente 70% de la población mexicana presentan sobrepeso y obesidad, lo que lo enlista en el segundo lugar de obesidad en adultos a nivel mundial (OECDiLibrary, 2020). En la población de la región sursureste los reportes descritos son insuficientes, particularmente el estado de Tabasco, por lo que en este trabajo se determinó relación de prevalencia de sobrepeso y obesidad con parámetros bioquímicos.

1. Metodología

Se realizó un estudio de la asociación de prevalencia de sobrepeso/obesidad en 4755 universitarios de los años 2015, 2016 y 2017. Este trabajo se realizó de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 1983, y fue congruente con las guías de buena práctica clínica. A cada participante se le explicó el proceso de participación y el consentimiento informado fue obtenido. La edad de los participantes fue de 18–23 años, todos universitarios de nuevo ingreso a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la subregión Chontalpa y Centro del estado de Tabasco. A los participantes se les determinaron sus datos antropométricos (edad e índice de masa corporal (IMC)); posteriormente, se obtuvo una muestra sanguínea por punción venosa con ayuno de 12 horas para la determinación de los mensurados bioquímicos. La prevalencia de obesidad y sobrepeso se calcularon con base en el IMC propuesto por la OMS Sobrepeso (IMC > 25 y < 30) y obesidad (IMC > 30). Los parámetros bioquímicos fueron determinados en el equipo automatizado BS-120 Mindray, con precisión de 0.1%, mediante reacciones colorimétricas-enzimáticas con los kits de Wiener Lab (glucosa: GOD-POD; colesterol: CHOD-POD y triglicéridos: GPO-POD). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo en el programa SPSS Statistics 20.

2. Resultados

En este estudio se incluyeron 4755 estudiantes, de los cuales 35.7% fueron mujeres y 64.3% hombres, con edad promedio 18.7 años. El valor promedio del IMC de la población estudiada fue de 25.1 kg/m². En la Tabla 1 se observa que la prevalencia para hombres y mujeres con sobrepeso y obesidad durante los 3 años fue de 43.5% (n = 2068), también se aprecia que para los hombres la prevalencia fue mayor (45.8%) que para las mujeres (39.2%). En el año 2017 (F = 44%, M = 48.9%) se observa un incremento notorio de prevalencia con respecto a los años 2015 (F = 37%, M = 45%) y 2016 (F = 37.1%, M = 43.8%).

Con respecto a los universitarios con obesidad, la prevalencia durante los tres años fue de 15.9% (n = 757), de los cuales 14.3% (n = 243) fueron mujeres y 16.8% (n = 514) fueron hombres, con incremento notable en 2017 (18.3%) para ambos géneros a diferencia de los años 2015 y 2016 (14.8% y 15.7%).

Tabla 1

IMC de estudiantes de nuevo ingreso campus Chontalpa, 2015, 2016 y 2017

GÉNERO	AÑO	IMC					Total (N = 4755)
		Bajo Peso (n=220, 4.6%)	Normo Peso (n=2467, 51.9%)	SP* (n=1311, 27.6%)	O** (n= 757, 15.9%)	SP & O (n=2068, 43.5%)	
F** (n=1696)	2015	21 (4.8%)	257 (58.3%)	107 (24.3%)	56 (12.7%)	163 (37.0%)	441 (100.0%)
	2016	50 (7.1%)	394 (55.9%)	171 (24.3%)	90 (12.8%)	261 (37.1%)	705 (100.0%)
	2017	40 (7.3%)	268 (48.7%)	145 (26.4%)	97 (17.6%)	242 (44.0%)	550 (100.0%)
	Total	111 (6.5%)	919 (54.2%)	423 (24.9%)	243 (14.3%)	666 (39.2%)	1696 (100.0%)
M*** (n=3059)	2015	32 (3.8%)	430 (51.3%)	244 (29.1%)	133 (15.9%)	377 (45.0%)	839 (100.0%)
	2016	41 (3.5%)	626 (52.7%)	331 (27.9%)	189 (15.9%)	520 (43.8%)	1187 (100.0%)
	2017	36 (3.5%)	492 (47.6%)	313 (30.3%)	192 (18.6%)	505 (48.9%)	1033 (100.0%)
	Total	109 (3.6%)	1548 (50.6%)	888 (29.0%)	514 (16.8%)	1402 (45.8%)	3059 (100.0%)

*Clasificación según la OMS, F** = Femenino, M*** = Masculino, SP* = Sobrepeso, O** = Obesidad.

Fuente: los datos fueron obtenidos del Laboratorio Clínico de Ciencias Básicas, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

En la Tabla 2 se muestran los niveles de los parámetros bioquímicos. 982 participantes (20.7%) presentaron valores ≥ 100 mg/dL de glucosa, de los cuales 20.6% corresponde a mujeres y 20.7% a hombres; para los que presentaron sobre peso 24.8% fueron hombres y 23.2% mujeres. Con respecto a los niveles de colesterol 554 (11.7%) tuvieron valores ≥ 200 mg/dL, el 12.1% fueron mujeres y el 11.4% hombres, de los cuales 6.2% corresponde a mujeres obesas y 4.9% a hombres obesos. En cuanto a triglicéridos 1019 (21.4%) presentaron niveles ≥ 150 mg/dL, 20.5% fueron hombres y 23.1% mujeres, correspondiendo 17.7% a mujeres obesas y 14.4% hombres.

Tabla 2

Prevalencia de Factores de Riesgo en parámetros Bioquímicos con base en IMC de estudiantes del campus Chontalpa, Tabasco, 2015, 2016 y 2017.

Parámetro (mg/dL)	Bajo Peso		Normo Peso		Sobrepeso		Obesidad	
	F n=111	M n=109	F n=919	M n=1548	F n=423	M n=888	F n=243	M n=514
Glucosa*								
≥ 100 (n=982)	33 (29.7%)	33 (30.3%)	202 (22.0%)	338 (21.8%)	98 (23.2%)	220 (24.8)	17 (7.0%)	41 (8.0%)
< 100 (n=3773)	78 (70.3%)	76 (69.7%)	717 (78.0%)	1210 (78.2%)	325 (76.8%)	668 (75.2%)	226 (93.0%)	473 (92.0%)
Colesterol**								
≥ 200 (n=554)	15 (13.5%)	14 (12.8%)	128 (13.9%)	218 (14.1%)	48 (11.3%)	91 (10.2%)	15 (6.2%)	25 (4.9%)
< 200 (n=4201)	96 (86.5%)	95 (87.2%)	791 (86.1%)	1330 (85.9%)	375 (88.7%)	797 (89.8%)	228 (93.8%)	489 (95.1%)
Triglicéridos*								
≥ 150 (n=1019)	22 (19.8%)	26 (23.9%)	219 (23.8%)	351 (22.7%)	108 (25.5%)	176 (19.8%)	43 (17.7%)	74 (14.4%)
< 150 (n=3736)	89 (80.2%)	83 (76.1%)	700 (76.2%)	1197 (77.3%)	315 (74.5%)	712 (80.2%)	200 (82.3%)	440 (85.6%)

* Niveles óptimos descritos por la Asociación Americana de la diabetes (ADA, 2022); glucosa en ayuno < 100 mg/dL, Triglicéridos < 150 mg/dL. F = Femenino, M = Masculino.

** Niveles óptimos Colesterol < 200 mg/dL, (NOM-037-SSA2-2012, 2012).

En la **Tabla 3** se muestran las correlaciones de Spearman del IMC de sobrepeso y obesidad con los parámetros bioquímicos (glucosa, colesterol y triglicéridos), se observa una correlación ($p < 0.01$) entre el IMC con triglicéridos ($R = 0,1539$) en el grupo de sobrepeso.

Tabla 3

Correlación de Spearman del IMC de SP y O con parámetros bioquímicos en estudiantes del Campus Chontalpa, Tabasco, 2015, 2016 y 2017.

		Glucosa	Colesterol	Triglicéridos
IMC SP (n = 1311)	Correlación de Spearman	0.04245	0.1036	0.1539
	Sig. (bilateral)	0.1255	0.0108	<0.0001**
IMC O (n = 757)	Correlación de Spearman	0.002942	0.05687	0.08037
	Sig. (bilateral)	0.42	0.12	0.0281

SP* = sobrepeso, O* = obesidad, **La correlación es significativa al 0.0001 (bilateral).

3. Discusión de los resultados

El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad relacionados con parámetros bioquímicos (glucosa, colesterol y triglicéridos) en jóvenes universitarios. El promedio del IMC de la población estudiada fue de 25.1 Kg/m², lo que indica que esta población presenta sobrepeso (según la clasificación de la OMS), y con ello la predisposición del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Independientemente del IMC los individuos normo peso (IMC 18.5–24.9 kg/m²) no están excluidos del riesgo de ECNT (Archibald, Dolinsky, & Azad, 2018) (Schulze, 2019), por otro lado, está reportado que también hay personas obesas que no presentan alteraciones metabólicas llamándoles obesos metabólicamente sanos (Bala, Craciun, & Hancu, 2016). Otros reportes mencionan que al sobrepeso y la obesidad son un factor de riesgo de padecer cáncer (Arnold et al., 2016).

Los resultados de prevalencia en jóvenes con sobrepeso y obesidad de este trabajo durante los tres años fueron de 43.5%, 7.4% más que lo reportado en edades de 12-19 de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT, 2016) (Shamah-Levy et al., 2018). También, en 2012 ENSANUT reportó que 34.95% de adolescentes tenían sobrepeso y obesidad (Hernández-Cordero et al., 2017). En los resultados de este estudio en el año 2017, para ambos géneros, la prevalencia se incrementó (46.45%) con respecto del 2015 y 2016 (41% y 40.45, respectivamente). Hasta 2016, la OMS estimó que 39% de los adultos de 18 años o más tenían sobrepeso y 13% eran obesos; y se menciona que del total de las personas con sobrepeso el 39% correspondía a hombres y el 40% a las mujeres (IMC > 25 < 30). Con respecto al porcentaje de obesos (13%, IMC > 30) se ha reportado mayor obesidad en las mujeres (15%) que en los hombres (11%) (OMS, 2021). También se ha reportado que entre 1975 y 2016 hubo un aumento de más de tres veces en la prevalencia de obesidad. En la región sursureste, los informes descritos de prevalencia de sobrepeso y obesidad son insuficientes para describir acertadamente el estado de nuestra población.

En los resultados de prevalencia de sobrepeso y obesidad, obtenidos con los datos de los universitarios de nuevo ingreso a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco del Campus Chontalpa, los varones son los que presentan mayor prevalencia sobrepeso y obesidad que las mujeres (45.8% y 39.2%, respectivamente) y tienen una relación significativa con los niveles de glucosa y colesterol en ambos géneros. En los reportes de la OMS se hace mención de que en 2016 la población de personas con edades entre 10 y 19 años tenía sobrepeso u obesidad y que 39% de adultos de 18 y más años tenían sobrepeso y que el 13% presentaban obesidad, sin embargo, lo más alarmante es que este grupo representa la sexta parte de la población mundial, lo que indica que los jóvenes son una población vulnerable y con mayor riesgo de padecer ECNT (OMS, 2021). En adición a esto, se ha reportado que también los factores genéticos están fuertemente relacionados con las enfermedades metabólicas (Mizuno, 2018). En otro reporte se menciona que presentar obesidad antes de los 18 años tiene consecuencias en la salud física y mental (Smith & Smith, 2016). También, en un meta estudio en un grupo de militares se reporta una prevalencia de obesidad de 13%, lo que indica que es necesaria la implementación de programas selectivos de prevención (Salimi, Taghdir, Sepandi, & Karimi Zarchi, 2019). Algunos reportes mencionan que la prevalencia de obesidad es mayor en hombres debido a que el metabolismo es diferente para ambos sexos (Zore, Palafox, & Reue, 2018), en personas caucásicas está estimado que es a causa de factores hereditarios la

distribución de la grasa y es mayor en mujeres que en hombres (Pulit, Karaderi, & Lindgren, 2017). A causa del incremento en la prevalencia de obesidad, la enfermedad del hígado graso no alcohólico está siendo la causa más común de enfermedades hepáticas (Sarwar, Pierce, & Koppe, 2018b).

En los parámetros bioquímicos de los individuos con sobrepeso y obesidad, 18.1% resultaron con glucosa ≥ 100 mg/dL, 8.18% con colesterol ≥ 200 mg/dL y 19.35% con triglicéridos ≥ 150 mg/dL (Tabla 2). De la evaluación de los medidos bioquímicos solo se encontró correlación positiva débil entre el IMC y triglicéridos en el grupo de sobrepeso ($R= 0.1423$) (Tabla 3), esta correlación es similar a la reportada en universitarios en Guadalajara ($R=0.3481$) (González Sandoval et al., 2014).

Por otra parte, el grupo con obesidad presenta una frecuencia menor en los factores de riesgo metabólico comparado con los demás grupos, resultados que concuerdan con la detección de personas obesas con un metabolismo sano (Vecchié et al., 2018). Sin embargo, también se ha reportado que la condición de obesos con metabolismo sano es temporal puesto que a largo plazo se pueden desencadenar trastornos metabólicos (Schröder et al., 2014). En este sentido, el padecer sobrepeso y obesidad es un indicativo de un mayor riesgo de sufrir ataques cardíacos y cerebrales.

Como consecuencia de la globalidad de la epidemia de obesidad y sobrepeso, se necesitan un continuo seguimiento que pueda ayudar a entender y a resolver tal situación, debido a que no solo se trata de la obesidad y sobrepeso, sino de la tendencia de riesgo que tienen los jóvenes de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas que comúnmente son crónicas y pueden ser fatales, además de que disminuyen la calidad de vida, el costo social y el costo monetario con respecto a salud (Witkos, Uttaburanont, Lang, & Arora, 2008).

Referencias

- ADA.** (2022). American Diabetes Association | Research, Education, Advocacy. Retrieved March 22, 2022, from American Diabetes Association website: <https://www.diabetes.org/>
- Archibald, A. J., Dolinsky, V. W., & Azad, M. B.** (2018). Early-life exposure to non-nutritive sweeteners and the developmental origins of childhood obesity: Global evidence from human and rodent studies. *Nutrients*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/nu10020194>
- Arnold, M., Leitzmann, M., Freisling, H., Bray, F., Romieu, I., Renehan, A., & Soerjomataram, I.** (2016). Obesity and cancer: An update of the global impact. *Cancer Epidemiology*, 41, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2016.01.003>
- Bala, C., Craciun, A. E., & Hancu, N.** (2016, April). Updating the concept of metabolically healthy obesity. *Acta Endocrinologica*, 12(2), 197–205. <https://doi.org/10.4183/aeb.2016.197>
- Choi, Y. C., Ding, C., & Magkos, F.** (2019). *The epidemiology of obesity. Metabolism: Clinical and Experimental*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>
- Dávila-Torres, J., Gonzalez-Izquierdo, J. de J., & Barrera-Cruz, A.** (2015). Panorama de la obesidad en México. *Rev Med Ins Mex Seguro Soc*, 53 (2), 1–12.
- ENSANUT.** (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino. *Instituto Nacional de Salud Pública, 2016*(Ensanut), 200. Retrieved from: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>

- González Sandoval**, C. E., Díaz Burke, Y., Mendizabal-Ruiz, A. P., Medina Díaz, E., & Alejandro Morales, J. (2014). Prevalencia de obesidad y perfil lipídico alterado en jóvenes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 29(2), 315–321. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.2.7054>
- Hernández-Cordero**, S., Cuevas-Nasu, L., Morán-Ruán, M. C., Méndez-Gómez Humarán, I., Ávila-Arcos, M. A., & Rivera-Dommarco, J. A. (2017). Overweight and obesity in Mexican children and adolescents during the last 25 years. *Nutrition and Diabetes*, 7(3). <https://doi.org/10.1038/nutd.2016.52>
- Martínez S**, M. A., Leiva O, A. M., Sotomayor C, C., Victoriano R, T., Von Chrismar P, A. M., & Pineda B, S. (2012). Factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad Austral de Chile. *Revista Médica de Chile*, 140(4), 426–435. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872012000400002>
- Mizuno**, T. M. (2018, November 1). Fat mass and obesity associated (FTO) gene and hepatic glucose and lipid metabolism. *Nutrients*, Vol. 10. <https://doi.org/10.3390/nu10111600>
- NOM-037-SSA2-2012**. (2012). Norma Oficial Mexicana NOM-037-SSA2-2012, Para la prevención, tratamiento y control de dislipidemias. Retrieved March 22, 2022, from Diario Oficial de la Federación website: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5259329&fecha=13/07/2012
- OECD**. (2017). Obesity Update 2017. In *ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS*. Retrieved from www.oecd.org/health/obesity-update.htm
- OECDiLibrary**. (2020). Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe 2020. *Panorama de La Salud: Latinoamérica y El Caribe 2020*. <https://doi.org/10.1787/740F9640-ES>
- OMS**. (2021). Obesidad y sobrepeso. Retrieved March 15, 2022, from Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Pulit**, S. L., Karaderi, T., & Lindgren, C. M. (2017). Sexual dimorphisms in genetic loci linked to body fat distribution. *Bioscience Reports*, 37(1). <https://doi.org/10.1042/BSR20160184>
- Salimi**, Y., Taghdir, M., Sepandi, M., & Karimi Zarchi, A.-A. (2019). The prevalence of overweight and obesity among Iranian military personnel: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 19(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6484-z>
- Sarwar**, R., Pierce, N., & Koppe, S. (2018a). Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: current perspectives. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, Volume 11*, 533–542. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S146339>
- Sarwar**, R., Pierce, N., & Koppe, S. (2018b). Obesity and nonalcoholic fatty liver disease: current perspectives. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 11*, 533–542. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S146339>
- Schröder**, H., Ramos, R., Baena-Díez, J. M., Mendez, M. A., Canal, D. J., Fíto, M.,... Elosua, R. (2014). Determinants of the transition from a cardiometabolic normal to abnormal overweight/obese phenotype in a Spanish population. *European Journal of Nutrition*, 53(6), 1345–1353. <https://doi.org/10.1007/S00394-013-0635-2>
- Schulze**, M. B. (2019). Metabolic health in normal-weight and obese individuals. *Diabetologia*, 62(4), 558–566. <https://doi.org/10.1007/s00125-018-4787-8>
- Shamah-Levy**, T. T., Cuevas-Nasu, L., Gaona-Pineda, E. B., Gómez-Acosta, L. M., Morales-Ruán, M. del C., Hernández-ávila, M., & Rivera-Dommarco, J. Á. (2018). Overweight and obesity in children and adolescents, 2016 Halfway National Health and Nutrition Survey update. *Salud Publica de Mexico*, 60(3), 244–253. <https://doi.org/10.21149/8815>

- Smith, K. B., & Smith, M. S.** (2016). Obesity Statistics. *Primary Care*, 43(1), 121–135, ix. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2015.10.001>
- Vecchié, A., Dallegrì, F., Carbone, F., Bonaventura, A., Liberale, L., Portincasa, P.,... Montecucco, F.** (2018). Obesity phenotypes and their paradoxical association with cardiovascular diseases. *European Journal of Internal Medicine*, 48, 6–17. <https://doi.org/10.1016/j.EJIM.2017.10.020>
- Witkos, M., Uttaburanont, M., Lang, C. D., & Arora, R.** (2008). Costs of and reasons for obesity. *Journal of the Cardiometabolic Syndrome*, 3(3), 173–176. <https://doi.org/10.1111/J.1559-4572.2008.00012.X>
- Zemdegs, J., Corsi, L., Castro, L., Pimentel, G., Hirai, A., & Sachs, A.** (2011). Perfil lipídico y factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios brasileños de primer año de Sao Paulo. *Nutrición Hospitalaria*, 26(3), 553–559. <https://doi.org/https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.3.466000>
- Zore, T., Palafox, M., & Reue, K.** (2018). Sex differences in obesity, lipid metabolism, and inflammation—A role for the sex chromosomes? *Molecular Metabolism*, 15, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2018.04.003>

Estado de nutrición y su relación con depresión en estudiantes de la Universidad Veracruzana

*Nutrition status and its relationship with depression in students of the
Veracruz University*

María Graciela Sánchez-Montiel ^a Gabriela Páez-Huerta ^b
Guadalupe Jacqueline Olalde-Libreros ^c | Omar Lagunes-Merino ^d
Montserrat Sánchez Barroso ^e

Recibido: 26 de enero de 2022.

Aceptado: 4 de abril de 2022.

^a Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Contacto: grsanchez@uv.mx

^b Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Contacto: gpaez@uv.mx

^c Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Contacto: golalde@uv.mx

^d Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Contacto: omerino@uv.mx

^e Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición, Xalapa, Ver., México. Contacto: zS17021949@estudiantes.uv.mx

Resumen: Investigaciones recientes reportan que la depresión y ansiedad van en aumento, 3 de cada 5 jóvenes mexicanos experimentan síntomas depresivos y 62% declaran tener algún tipo de ansiedad, estos padecimientos se relacionan con obesidad y sobrepeso, situación observada en otro estudio con estudiantes de licenciatura en nutrición de la Universidad Veracruzana. Objetivo: Diagnosticar estado de nutrición y su relación con depresión en estudiantes de Nutrición, inscritos en el periodo febrero-julio 2020. Tipo de estudio: observacional, trasversal, analítico, se recolectaron datos a través de encuesta digital. Resultados: Se encontró depresión tanto en estudiantes con desnutrición, sobrepeso, obesidad y estudiantes con estado de nutrición normal de acuerdo con Índice de Masa Corporal (IMC), siendo los sujetos con obesidad los que presentaron depresión severa. Conclusiones: El síndrome depresivo estuvo presente en la mayoría de los estudiantes de diferente clasificación de estado nutricional, con mayor prevalencia en mujeres.

Palabras clave: Estado de nutrición, depresión, obesidad, jóvenes.

Abstract: Recent research reports that depression and anxiety are on the rise, 3 out of 5 young Mexicans experience depressive symptoms and 62% declare they have some type of anxiety, these conditions are related to obesity and overweight, a situation observed in another study with undergraduate students in nutrition of the Veracruzana University. Objective: To diagnose nutritional status and its relationship with depression in Nutrition students, enrolled in the period February/July 2020. Type of study: observational, cross-sectional, analytical, data was collected through a digital survey. Results: Depression was found both in students with malnutrition, overweight, obesity and students with normal nutritional status according to Body Mass Index (BMI), being the subjects with obesity those who presented severe depression. Conclusions: Depressive syndrome was present in most of students with different nutritional status classification, with a higher prevalence in women.

Keywords: Nutrition status, depression, obesity, young people.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad se consideran un problema de salud pública y en México van al alza y al momento no hay nada que logre controlar o disminuir su prevalencia, de acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018, se reporta un aumento del 3% aproximadamente comparado con los datos encontrados en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2012).

Por su alta prevalencia se consideran una pandemia presente en gran parte de los países del mundo, además por su relación con la génesis de otras enfermedades y se asocia a mayor gasto para su control y tratamiento tanto al país como a la familia. Se sabe que en su etiología intervienen factores biológicos, sociales y psicológicos, lo más aceptado es la relacionada a estilo de vida y sobrealimentación; a su vez son los factores que determinan la magnitud del problema. Asimismo, se sabe que el multitarea producto de la modernidad ocasiona estrés, ansiedad y depresión, factores que se suman a esta enfermedad. Incluso algunos autores mencionan la importancia del manejo psicológico del paciente con obesidad, sobre todo por la presencia latente de depresión (Candelaria, 2016; Sánchez y Pontes, 2012).

En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Medio Camino (ENSANUT MC) realizada en 2016, se incluyó un cuestionario de percepción sobre obesidad y comportamiento alimentario, en el reporte final mencionan que el 93.6% de los encuestados relacionó a la baja autoestima y depresión con la presencia de obesidad (ENSANUT MC, 2016).

Y bien, para conocer el estado de nutrición de un individuo es necesario hacer una valoración completa que permita identificar como se encuentra nutricionalmente el individuo, y poder diagnosticar el estado de nutrición normal, con desnutrición o con sobrepeso y obesidad. Lo anterior se logra con ayuda de la aplicación sistemática y ordenada de ciertas valoraciones y mediciones antropométricas como el peso corporal y la estatura que son fáciles de reproducir mismos que cuando se correlacionan con el total del peso y la talla en metros cuadrados, se obtiene el Índice de Masa Corporal (IMC) con el cual se diagnostica el estado de nutrición y es uno de los métodos más sencillos que siguen teniendo vigencia y es un indicador de las reservas energéticas del individuo y el aumento de peso corporal está directamente relacionado con la cantidad de alimentos consumidos y con estilo de vida sedentario, en la Tabla 1 se observan los parámetros para diagnosticar estado de nutrición de acuerdo al IMC.

Tabla 1

Medias de cada factor e interacción en la variable latencia de inmovilidad.

IMC (Kg/m ²)	Diagnóstico Nutricio
<18.5	Delgadez
18.5 – 24.9	Normalidad
25.0 – 29.9	Sobrepeso
30.0 – 34.9	Obesidad leve o clase I

Fuente: Organización Mundial de la Salud, (2018)

Los criterios anteriores ayudan a detectar si existe normalidad, obesidad o bien desnutrición en los individuos evaluados, estas variables son las más utilizadas para la medición antropométrica y actualmente se consideran el estándar de oro para hacer diagnóstico de nutrición.

Con respecto a depresión, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2021, menciona que actualmente afecta a más de 264 millones de personas convirtiéndola en la primera causa mundial en discapacidad, siendo las mujeres quienes presentan con mayor frecuencia síntomas depresivos, que afectan no solo el estado mental del individuo, sino también su estado nutricional, ya que puede haber cambios en la selección de alimentos, forma de comer con un consecuente exceso en consumo de alimentos, que da lugar a padecer sobrepeso y obesidad (OMS,2021).

1. Antecedentes

Por el aumento en la prevalencia de depresión en las últimas décadas a nivel mundial la OMS en el marco de la Celebración Mundial de la Salud en el año 2017 decidió concientizar a la población sobre el problema, su lema en ese año fue “*Depresión: hablemos*” debido a que cada vez hay más personas que padecen esta enfermedad en todo el mundo, por lo que es necesario que la gente afectada busque y obtenga ayuda. En dicho documento se menciona que la depresión es una enfermedad que llega a ser incapacitante en la cual el individuo pierde el interés por las cosas cotidianas “durante al menos dos semanas”, y entre los síntomas adicionales que describen destacan: la pérdida de energía, cambios en el apetito que pueden ser tendencia a disminuir o aumentar la cantidad de comida que se ingiere. Datos que resultan importantes y que justifican la investigación y el estudio del nivel de depresión que podrían tener los estudiantes de licenciatura en nutrición con sobrepeso y obesidad (Organización Mundial de la salud [OMS], 2017).

Actualmente por la emergencia sanitaria por COVID-19, la depresión ha encendido un foco rojo en todas las regiones del mundo, se cataloga como uno de los principales trastornos mentales más frecuentes, de acuerdo con la OMS (2021), afecta a una gran cantidad de personas en el planeta y es resultado de diferentes factores, que pueden ser: sociales, psicológicos o biológicos, generalmente comienza en edades tempranas, aunque también se ha descrito prevalencia en adultos mayores, este padecimiento se ha descrito como uno de los problemas que más sufrimiento causa en las personas y que en distintos grados afecta a un porcentaje muy alto de la población sin diferencia de género, edad o nivel socioeconómico, convirtiéndola en uno de los principales motivos de consulta clínica.

Y para comprender mejor la magnitud del problema de la depresión, en la ficha técnica de la enfermedad descrita por la OMS (2021), enfatizan que la depresión afecta más a mujeres que a hombres. Adicionalmente mencionan que, aunque existen tratamientos eficaces para contrarrestarla, más de la mitad de los afectados no reciben esos tratamientos, lo cual resulta preocupante para la gran cantidad de personas que la padecen, y dentro de las limitaciones para lograr que la atención sea eficaz se encuentra la falta de recursos y de personal capacitado y los diagnósticos que llegan a ser inexactos.

De acuerdo a los datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para México (2021), reportan que la pandemia triplicó los problemas de ansiedad y depresión en la población, previo a la emergencia sanitaria el 15 % de la población tenía ansiedad y el dato aumentó al 50% un año después, con respecto a depresión mencionan que antes de la pandemia afectaba al 3% de la población y la cifra se disparó a 27.6% durante la pandemia lo que originó que México ascendiera del lugar 13 al número 3 de los países que forman parte de la OCDE (Hernández, G. 2021).

Con el objetivo de conocer el comportamiento de la depresión en México se realizó en abril del 2020, la Encuesta Nacional COVID-19 en la cual reportan los autores un incremento en la prevalencia de depresión en la población (27.3%), comparado con los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018, con un incremento de trece puntos porcentuales de acuerdo con los datos reportados que era de 13.6% en dicha encuesta. En la ENCOVID-19 se menciona que el aumento

mayor fue en el mes de abril del 2020 y disminuyó seis meses después en promedio siete puntos porcentuales para octubre del 2020, aún así se encontraba seis puntos arriba del dato reportado en 2018, con la prevalencia mayor en las mujeres siempre por arriba (Teruel et al., 2021).

A nivel mundial se han realizado infinidad de estudios donde se estudia la relación entre depresión y obesidad, para el caso de los jóvenes destaca el realizado por Rudolph y Flynn quienes encontraron que los jóvenes de su muestra y quienes tenían más de 14 años, presentaron trastorno depresivo dos veces más en mujeres que en hombres, también comentan que podría deberse a los cambios hormonales que se presentan las mujeres en esa etapa (Rudolph y Flynn 2007).

Tibisay, Darwing, y Mariela (2019) concluyen en su investigación que hay “una asociación significativa entre la presencia de obesidad y depresión”, mayor en mujeres y con mayor grado de adiposidad, por lo cual sugieren que este hallazgo se debe considerar al evaluar a pacientes con obesidad.

De igual forma, Garipey, Nitka y Schmitz, (2010) hicieron una revisión sistemática y metaanálisis sobre la relación entre trastornos de depresión y obesidad; después de analizar 16 investigaciones en las que se investigaron los problemas mencionados, concluyen que existe una asociación positiva entre obesidad y depresión.

Calderón, Forns y Varea (2010) documentaron que jóvenes con obesidad severa mostraron mayor presencia de síntomas de ansiedad y depresión y concluyen que los programas de prevención de obesidad deberían incluir en los protocolos de evaluación y tratamiento a la ansiedad. Ríos et al. (2008) investigaron a 296 pacientes con obesidad que acudían a una clínica de control de peso con la finalidad de observar los niveles de ansiedad, depresión y calidad de vida que percibían y concluyeron que los pacientes con obesidad presentaban niveles de ansiedad y depresión significativos, siendo mayor la sintomatología en mujeres que en hombres.

En Colombia, se reportó un estudio que tuvo como objetivo determinar la relación entre depresión y estado de nutrición de universitarios colombianos, los autores reportaron que el grupo con Obesidad tipo I fue el que mostró una mayor tendencia en los niveles de depresión (Cabas et. ál., 2018).

En el ámbito nacional, en el 2016 se publicó un estudio cuyo objetivo fue determinar asociación entre trastornos afectivos (ansiedad, depresión), la actividad física y la prevalencia combinada de sobrepeso/obesidad en estudiantes universitarios de dos universidades mexicanas y concluyeron que hubo evidencia de síntomas de ansiedad y depresión en los sujetos de la muestra, asociados a una ingesta alimentaria excesiva y a estilo de vida sedentario lo cual predispone al sobrepeso y obesidad (Salazar et. ál., 2016).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su encuesta del 2017, citaron que el 29% de los integrantes de los hogares mexicanos que tenían 12 años y más afirmaron que se habían sentido deprimidos, para el estado de Veracruz se reportó que un 43% de integrantes del hogar de 14 años y más habían tenido depresión.

Y el mismo INEGI en el 2021, en los resultados publicados de la Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado mencionan que los jóvenes de México presentan síntomas de depresión moderada que asciende a 15.4% de los adultos y del sexo femenino representa el 19.5 %, y encontraron que el 19.3% de la población adulta tiene síntomas de ansiedad severa. Como se puede observar ésta es una entidad patológica que afecta a los jóvenes (Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado [ENBIARE], 2021).

Las anteriores son investigaciones que han reportado que existe relación entre estado de nutrición y depresión, sin embargo, hay otros autores que en sus estudios no han encontrado que exista dicha relación, tal es el caso de Moreno et ál. (2018) y Aguilar (2021) quienes en su investigación que tuvieron como objetivo identificar la asociación entre depresión y sobrepeso y obesidad en su muestra, el primero estudiantes de bachillerato y el segundo en adultos de 20 a 59 años de edad, concluyen que no encontraron asociación estadísticamente significativa entre depresión y sobrepeso y obesidad (Moreno et al., 2018; Aguilar, 2021).

Por otro lado, Vega (2021) menciona que “el Instituto Mexicano de la Juventud (IMJUVE), en colaboración con el Centro Nacional de Equidad de Género y Salud Reproductiva (CNEGSR) de la Secretaría de Salud y el Population Council de México, reportaron que en el confinamiento, el 62% de jóvenes entre 15 y 24 años de edad declararon tener ansiedad y 70% presentaron algún grado de depresión, 11.5% tenía depresión severa, 28.7% tuvieron depresión leve y 16.5% mostraban depresión moderada (Vega, 2021).

2. Metodología

2.1. Objetivo general

Diagnosticar el estado de nutrición y su relación con depresión en estudiantes de la Facultad de Nutrición, de la Universidad Veracruzana, inscritos en el periodo de febrero-julio 20.

2.2. Tipo de estudio y universo

Observacional, transversal y analítico, con un universo de 69 estudiantes que aceptaron responder la encuesta que se hizo mediante un cuestionario en google forms, por estar en pandemia y evitar contagios entre los participantes e investigadores.

2.3. Criterios: Inclusión, exclusión y de eliminación

Como criterio de inclusión se consideró a los estudiantes que aceptaron participar previa aceptación del consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron aquellos estudiantes que cursaran con embarazo en el momento del estudio y el criterio de eliminación fueron estudiantes con cuestionarios incompletos o erróneos en datos antropométricos y resultados incompletos en la escala de depresión.

2.4. Variables

Estado nutricional mismo que se midió con el IMC (Tabla 1), la edad, sexo, peso corporal y talla, mientras que la depresión se midió con la escala de depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos (CES-D, 1977) a través de la suma de los reactivos: puntajes de 0 -15 indica individuos sin depresión, puntaje de 16 – 20 depresión leve; puntajes de 21 – 25 depresión moderada y puntajes de 26 – 60 indican depresión severa.

2.5. Procedimiento de recolección de datos, instrumentos y método de control de calidad

Esta investigación fue planeada en el periodo escolar de agosto 2019- enero 2020 para aplicarse a estudiantes de manera presencial en el periodo febrero-julio 2020, sin embargo debido a la situación que presentaba el país por la pandemia ocasionada por COVID-19 y por seguridad de los estudiantes y que la indicación fue estar en confinamiento, se modificó la metodología de tal forma que para recolectar los datos se planeó la elaboración de una encuesta digital, con la herramienta de Google Forms, que incluyó la carta de consentimiento informado, un aviso de privacidad para manejo de datos personales, datos de los participantes como: semestre que cursaban, edad, talla, peso y los 20 ítems de la escala CES-D.

Dicha escala, es un instrumento de tamizaje que tiene como objetivo la detección de casos de depresión con base a sintomatología durante la última semana antes de responder el instrumento, ha demostrado ser una herramienta útil y económica en formato autoaplicable en virtud de que no requiere personal especializado para su calificación. Reconocida la importancia de la depresión, el interés por su investigación ha sido consistente en México durante las últimas décadas y es uno de los instrumentos más empleados, por lo mismo es la que se consideró para este estudio.

Una vez elaborada la encuesta digital, se localizó a los estudiantes inscritos en el ciclo escolar febrero-julio 2020 por medio de los jefes de grupo, a quien se les compartió el link de dicha encuesta y ellos a su vez a su grupo. Esto se consideró para todos los estudiantes inscritos en la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana, de los cuatro semestres. Se les explicó que era voluntario y que debían leer y firmar una carta de consentimiento informado y quienes aceptaron a participar en este estudio respondieron la encuesta digital.

Para la toma de estas medidas se incluyó una explicación sencilla para cada una de las mediciones antropométricas para que en caso de no tener equipo, lo pudieran hacer en casa considerando la técnica correcta y con equipo casero, siempre y cuando el reporte de peso siempre se hiciera con ropa ligera, sin zapatos y vejija vacía.

Con los datos recabados se analizaron los datos antropométricos y de la escala de depresión, posteriormente se elaboró el análisis de resultados para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación.

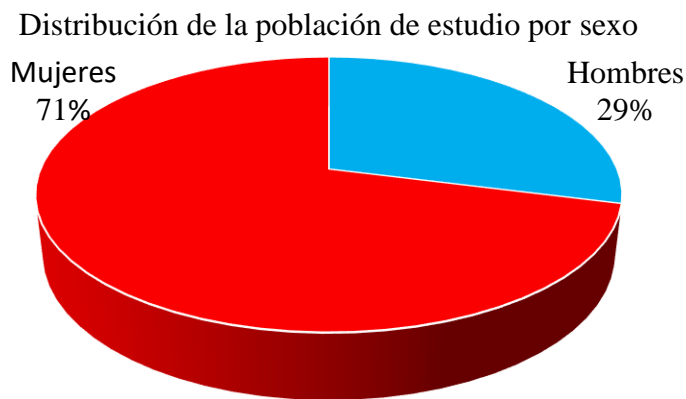
2.6. Plan de análisis de los resultados

Se describieron las características sociodemográficas (sexo, edad y procedencia) del grupo de estudio mediante frecuencias absolutas y relativas, los datos antropométricos (peso, talla e índice de masa corporal) se resumieron mediante gráficos ilustrativos y medidas numéricas de resumen como rango, media y desviación estándar, de manera general y estratificada por sexo, de acuerdo a los puntajes de la escala de depresión se clasificó al grupo de estudio por nivel de depresión, general y por sexo de manera porcentual. Se observó, mediante tablas de cruzadas la posible relación entre nivel de depresión y estado nutricional, aplicando la prueba Chi Cuadrada de Asociación de manera general y estratificada por sexo; se realizó un diagrama de dispersión a fin de observar la relación entre puntaje de índice de masa corporal y nivel de depresión, calculando el coeficiente de correlación de Pearson, general y por sexo. Se consideró que existía asociación si los valores de significancia eran menores a $p \leq 0.05$. Se utilizó una hoja electrónica de Excel para la captura de datos y un software estadístico para la aplicación de las pruebas.

3. Resultados

Figura 1

Distribución de la población de estudio por sexo. Fuente: Elaboración propia, 2020

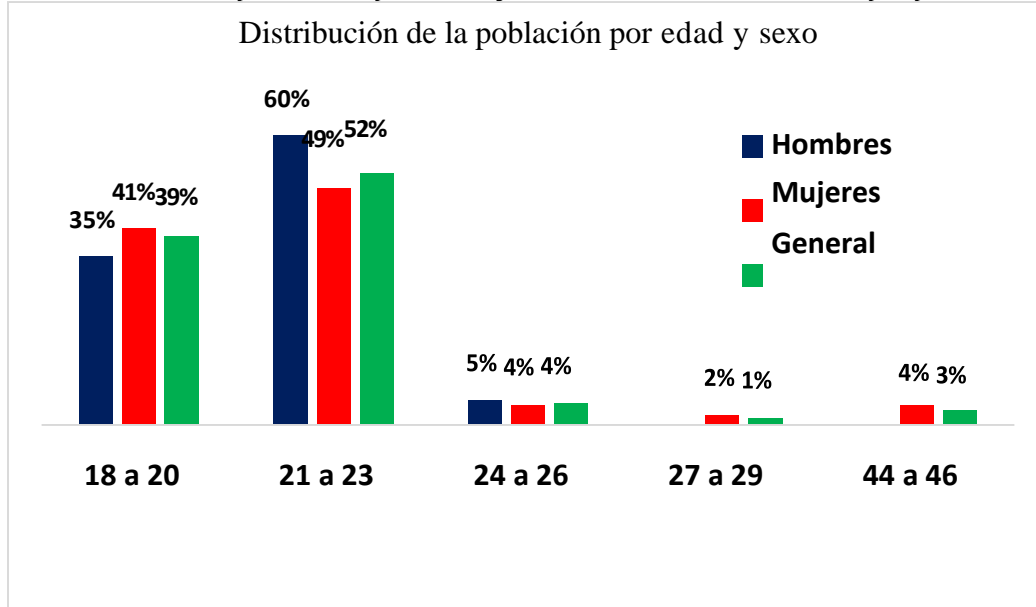


Fuente: Elaboración propia 2020.

El grupo de estudio estuvo conformado por 69 estudiantes de la Facultad de Nutrición región Xalapa inscritos en el periodo septiembre 2020 – enero 2021. La mayoría de los participantes fueron alumnas mujeres (n=49) y hombres (n=20) (Figura 1).

Figura 2

Distribución de la población por edad y sexo. Fuente: Elaboración propia, 2020

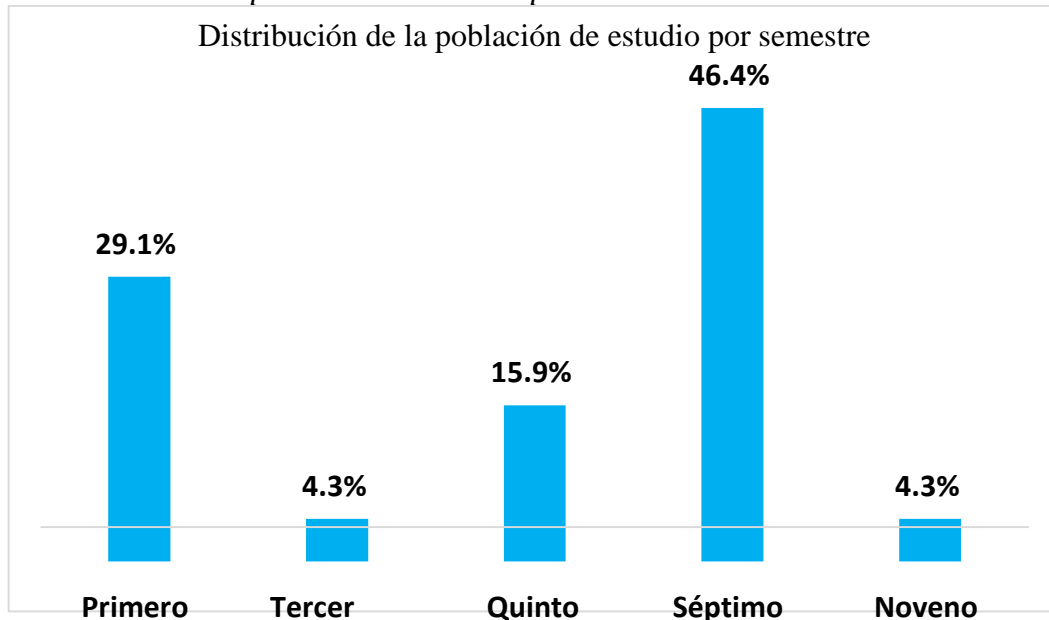


Fuente: Elaboración propia 2020.

En la figura 2, se observa que la media de edad general fue de 21.4 ± 4.6 años, con un rango que fluctuó entre los 18 a 46 años, en el grupo de hombres este rango fue de 18 a 25 años y en el grupo de mujeres de 18 a 46 años

Figura 3

Distribución de la población de estudio por semestre.

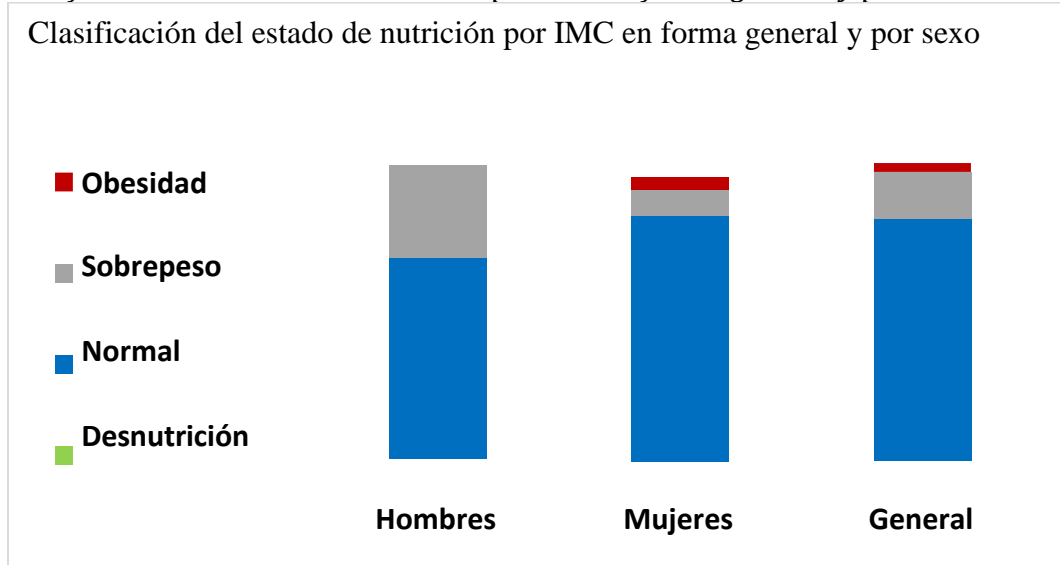


Fuente: Elaboración propia 2020.

En la figura 3, se muestra a los estudiantes que participaron por semestres representado en el grupo de estudio, casi la mitad pertenecían al séptimo semestre.

Figura 4

Clasificación del estado de nutrición por IMC en forma general y por sexo.

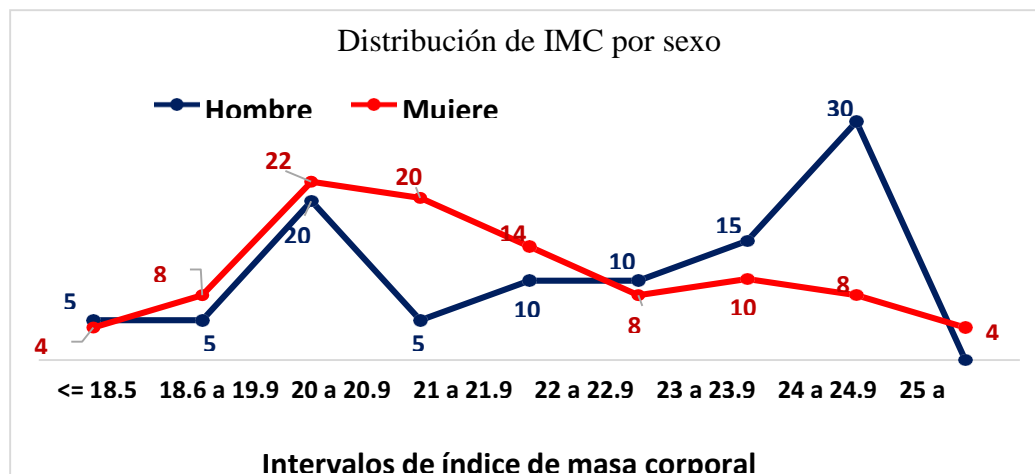


Fuente: Elaboración propia 2020.

En la figura anterior se encuentran ubicados a los participantes de acuerdo con el índice de masa corporal, se observa que a nivel general 78% se encontraban con normalidad, 4% desnutridos, 15% con sobrepeso y 3% con obesidad, asimismo se observa que este último grupo fueron mujeres, no obstante el porcentaje normal fue de 80%, en contraste con el grupo de hombres que fueron 65% normales, esta diferencia no resultó significativa ($p= 0.3329$), cabe resaltar que 30% del grupo de hombres presentaron sobrepeso (**Figura 4**).

Figura 5

Distribución de IMC por sexo.

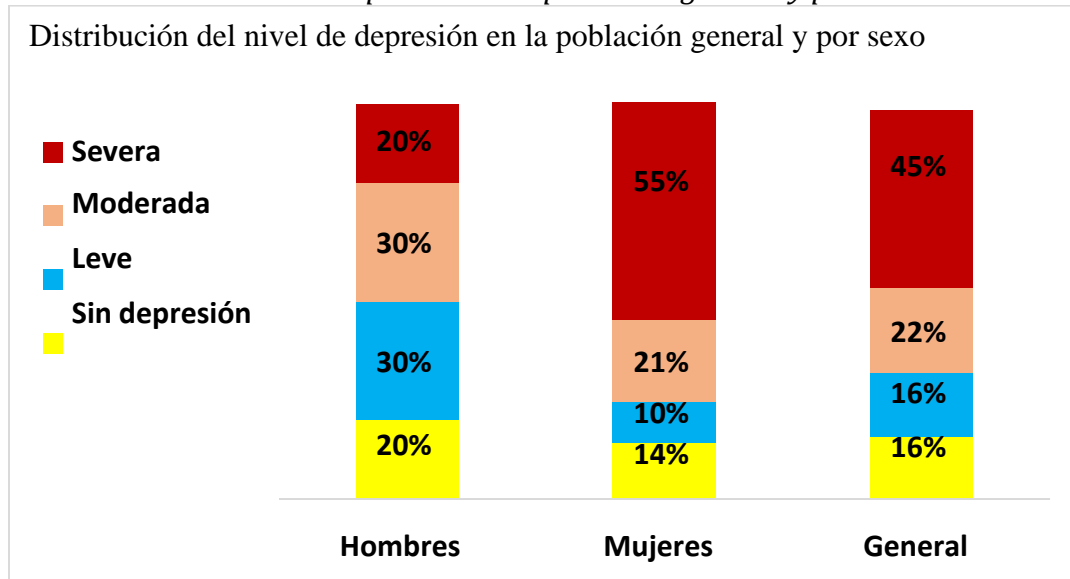


Fuente: Elaboración propia 2020.

En la **Figura 5** se muestra la distribución del índice de masa corporal comparado por sexo, en el grupo de mujeres 42% están entre valores de 20 a 21.9 kg/m², mientras que los hombres el 30% se encuentra entre 25 a 29.5 kg/m².

Figura 6

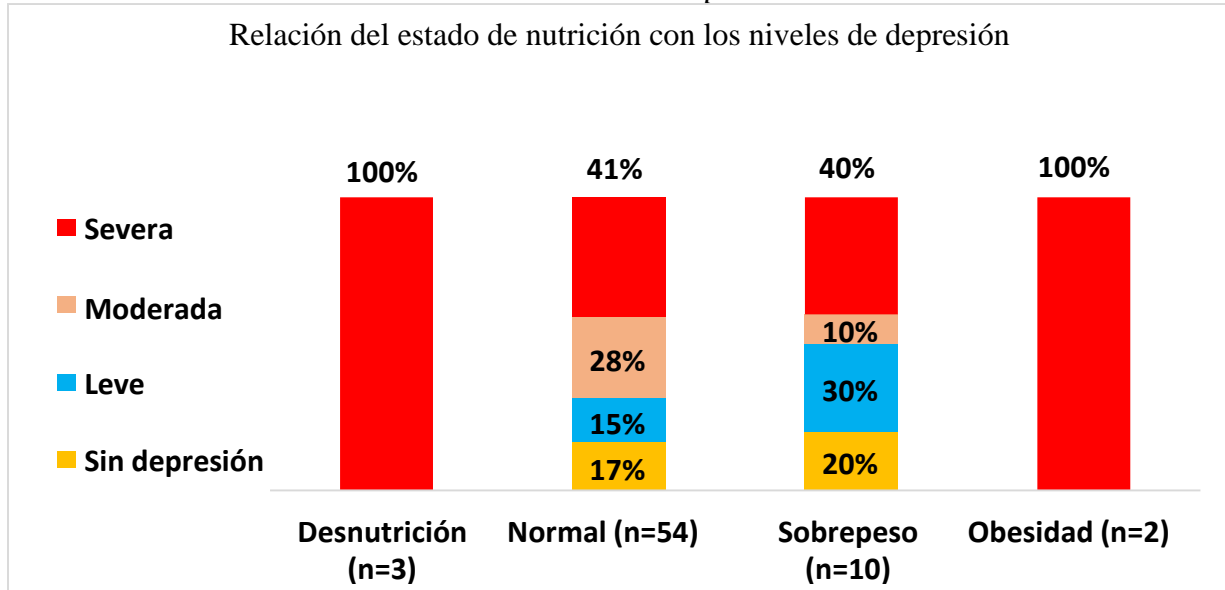
Distribución del nivel de depresión en la población general y por sexo.



Fuente: Elaboración propia.

En la anterior **figura (6)** se muestran los resultados de la aplicación de la escala de depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos: CES-D (Center for Epidemiologic Studies, Depression), donde se encontró que a nivel general 45% de los participantes presentaron depresión severa, 22% moderada, 16% leve y 16% sin depresión, en el grupo de hombres 20% presentaron depresión severa y en el grupo de mujeres fue de 55%, con una diferencia significativa ($p= 0.0167$) (Figura 6).

Figura 7
Relación del estado de nutrición con los niveles de depresión.

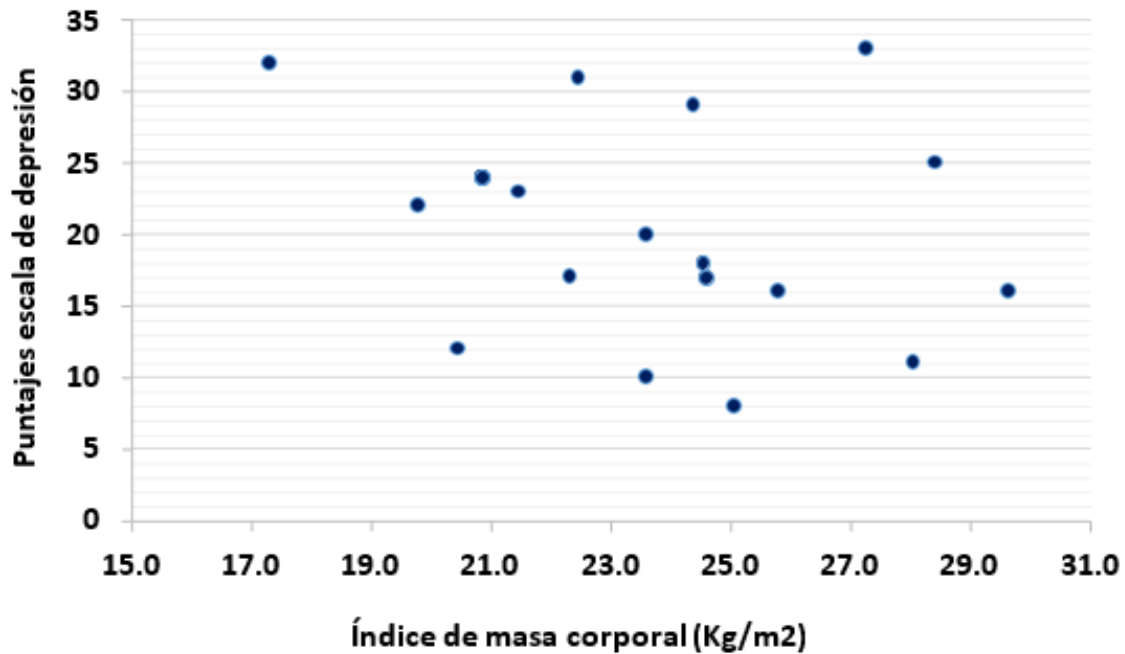


Fuente: Elaboración propia 2020.

En la **Figura 7** cuando se relaciona el estado de nutrición con el nivel de depresión, se observa que los 3 alumnos que presentaron desnutrición (2 mujeres y un hombre) fueron clasificados con depresión severa y las dos alumnas con obesidad también se clasificaron con depresión severa, pero también presentaron depresión severa algunos con sobrepeso y con estado nutricional normal, no hubo correlación estadística.

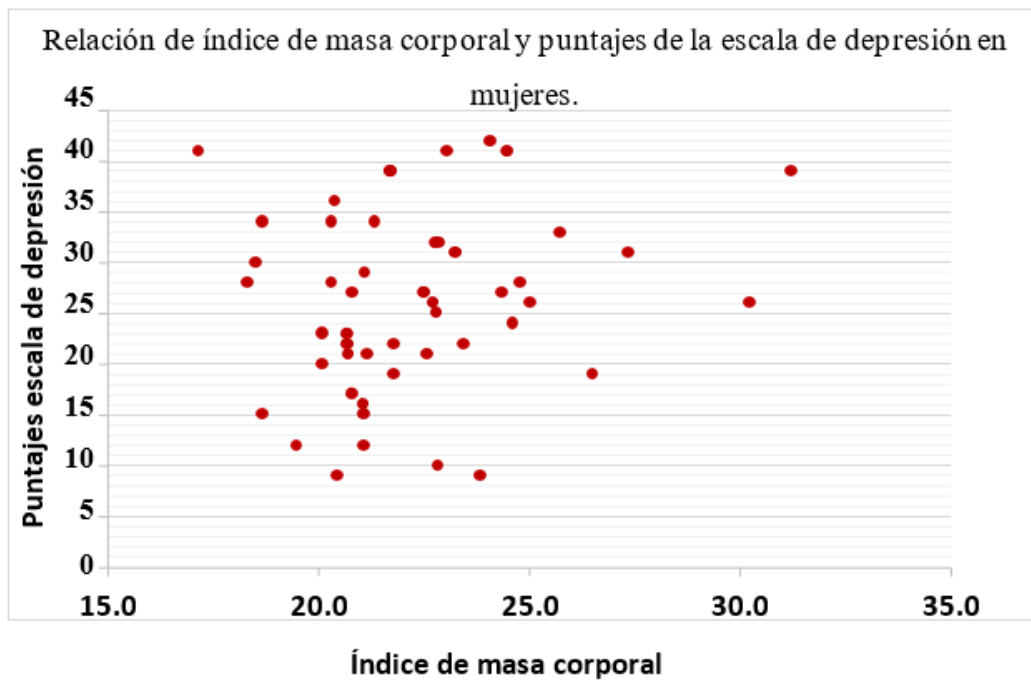
En la **Figura 8**, se observa que, en el grupo de hombres, el alumno con IMC de 17 kg/m² presenta un alto puntaje de depresión (severa), no obstante, se observa una dispersión general debido a que en los diferentes valores de IMC se encuentran tanto puntajes bajos como altos de la escala de depresión, por lo que no se detecta una tendencia clara.

Figura 8
Relación de IMC y puntajes de la escala de depresión en hombres.



Fuente: Elaboración propia 2020.

Figura 9
Relación de IMC y puntajes de la escala de depresión en mujeres



Fuente: Elaboración propia 2020.

En la figura anterior se presenta el grupo de mujeres, donde tampoco se observa una tendencia, sino una dispersión de manera general, una observación puntual sería el menor IMC con un alto valor de la escala de depresión, asimismo los valores de IMC mayores de 30 kg/m² con altos puntajes de depresión (Figura 9).

4. Discusión

En los resultados de esta investigación, se observa que de acuerdo con el objetivo no hubo una relación significativa entre estado de nutrición y depresión, ya que se encontró que tanto estudiantes con desnutrición, sobrepeso, obesidad como estudiantes con estado de nutrición normal, en el momento del estudio tenían algún grado de depresión.

Con relación al estado nutricional y nivel de depresión los datos encontrados no tuvieron el mismo comportamiento que lo reportado por Salazar et ál (2016), por Gariepy, Nitka y Schmitz, (2010) y por Calderón, Forns y Varea (2010) quienes concluyeron que los síntomas de ansiedad y depresión se asociaban a sobrepeso y obesidad, en cambio, en esta investigación se encontró depresión en estudiantes tanto desnutridos, con peso normal, así como también en aquellos que tienen sobrepeso y obesidad.

Sin embargo, se observó que los estudiantes que presentaron obesidad cursaban con depresión severa en el momento de la investigación, dato que se puede comparar con lo reportado por Simon et ál (2008). Lo que llamó la atención es que también los estudiantes que cursaban con desnutrición presentaban el mismo tipo de depresión que los que tenían obesidad, o sea, no importa el estado de nutrición de los estudiantes para padecer depresión, tanto desnutridos, con peso normal, con obesidad o sobrepeso, tenían algún grado de depresión.

Es importante resaltar que los datos hallados en esta investigación de depresión en estudiantes coinciden con los reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017) para el estado de Veracruz (43% vs 41%).

De la misma forma, los resultados encontrados en esta investigación coinciden con lo reportado por Tibisay, Darwing, y Mariela (2019) y por Rudolph y Flynn (2008) quienes hallaron en su estudio que las personas con mayor síndrome depresivo fueron las mujeres.

5. Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue analizar si existía relación entre el estado de nutrición y depresión en universitarios de la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana, esto se logró analizando los datos antropométricos que los participantes reportaron y datos de la escala de depresión.

Al analizar el estado nutricional y depresión, se encontró que la depresión estuvo presente tanto en las personas con un IMC normal, así como desnutridos, con sobrepeso u obesidad, al hacer análisis estadístico no se presentó una relación significativa entre obesidad y depresión. Por lo tanto, los datos sugieren que por la alta prevalencia de estudiantes que cursan con depresión, independientemente de su diagnóstico de nutrición o estado nutricional es importante que se

atiendan y se planeen intervenciones que ayuden a mejorar el estado mental de los estudiantes y que esto impacte en que logren sus metas personales y profesionales.

Si existe diferencia cuando se comparó la depresión entre el sexo masculino y femenino, teniendo mayor prevalencia en mujeres, como se reporta en otras investigaciones.

Se sugiere hacer más investigación con mayor control de las variables, ya que los datos encontrados con relación a depresión y obesidad pueden tener sesgo, debido a que fueron los participantes quienes reportaron los datos de peso actual, sin embargo, se desconoce si era el peso real al momento de responder la encuesta.

Por otro lado, las condiciones hasta cierto punto atípicas, ocasionada por el aislamiento social por pandemia pudo haber sido un factor importante para que se presentaran datos diferentes a los que se han publicado de otras investigaciones antes de la emergencia sanitaria por COVID-19, sin embargo, los datos fueron semejantes a lo publicado en investigaciones que se hicieron durante la pandemia, que reflejan un aumento en casos de depresión.

Referencias

- Aguilar Guerrero.** Y. J. (2021) *Depresión y su asociación con el sobrepeso y la obesidad en pacientes de 20 a 59 años de edad, adscritos a la Unidad de Medicina Familiar No. 1, Delegación Aguascalientes*, (Tesis para obtener el grado de Medicina Familiar, Universidad Autónoma de Aguascalientes: Centro de Ciencias de la Salud, Hospital General de Zona No. 1.). Repositorio Bibliográfico. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2110>
- Cabas Hoyos K.,** González Bracamontes Y., Mendoza Álvarez CH. (2018). Funcionamiento ejecutivo y depresión en universitarios con normopeso, sobrepeso y obesidad tipo I. *Informes Psicológicos*, 18 (1) pp. 133-144. <http://dx.doi.org/10.18566/infpsic.v18n1a07>
- Calderón,** C., Forns, M., y Varea, V. (2010). Implicación de la ansiedad y la depresión en los trastornos de alimentación de jóvenes con obesidad. *Nutrición hospitalaria* 25(4), 641-647. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112010000400017
- Candelaria** Martínez M., García Cedillo I., y Estrada Aranda. B. (2016). Adherencia al tratamiento nutricional: intervención basada en entrevista motivacional y terapia breve centrada en soluciones. *Revista mexicana de trastornos alimentarios*, 7(1), 32-39. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-15232016000100032
- Garipey,** G., Nitka, D. y Schmitz, N. (2010). The association between obesity and anxiety disorders in the population: a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes.*, 3(34), 407-419. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19997072/>
- Hernández G.** (2021, 8 octubre). Pandemia triplicó las afectaciones a la salud mental, ansiedad y depresión al alza. *El economista*. <https://www.economista.com.mx/capitalhumano/Pandemia-triplico-las-afectaciones-a-la-salud-mental-ansiedad-y-depresion-a-la-alza-20211007-0109.html>
- Instituto** Nacional de Estadística, Geografía e Historia (INEGI, 2017). Encuesta Nacional de los hogares 2017. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enh/2017/doc/enh2017_resultados.pdf

- Instituto** Nacional de Estadística, Geografía e Historia (2021, 14 de diciembre). *Presenta INEGI Resultados de la Primera Encuesta Nacional de Bienestar Autorreportado (ENBIARE), 2021 [Comunicado de Prensa. Número 772/2021]*
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf
- Instituto** Nacional de Salud Pública (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados nacionales0.
https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/doctos/otros/ENSANUT2012_Sint_Ejec-24oct.pdf
- Instituto** Nacional de Salud Pública (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Medio camino. Informe final de resultados.
<https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2016/doctos/informes/ENSANUT2016ResultadosNacionales.pdf>
- Instituto** Nacional de Salud Pública (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados nacionales.
https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- Moreno** Martínez, M.A., Martínez Aguilar, M.L., Avila Alpirez, H., Felix Aleman, A., Gutiérrez Sánchez, G. y Duran Badillo, T. (2018). Relación entre obesidad y depresión en adolescentes. *Revista de Enfermería y Humanidades. Cultura de los Cuidados*. Universidad de Alicante. 22(51) pp 150-159. <http://dx.doi.org/10.14198/cuid.2018.51.17>
- Organización** Mundial de la Salud (2021) Sinopsis de depresión, diciembre 2021.
https://www.who.int/es/health-topics/depression#tab=tab_1
- Organización** Mundial de la Salud (2021) Definición de Sobrepeso y obesidad, Índice de Masa corporal. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Radloff**, L. (1977) The CES-D Scale: a self-report depression scale for research in the general population. *Appl Psychol Meas* 1:385-401.
- Ríos** Martínez B.P., Rangel Rodríguez G.A., Álvarez Cordero R., Castillo González F.A., Ramírez Wiella G., Pantoja Millán J.P., Yáñez Macías-Valadez B., Arrieta Maturino E.M., y Ruiz Ochoa K. (2008). Ansiedad, depresión y calidad de vida en el paciente obeso. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 6(4), 37-40. <https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2008/am084a.pdf>
- Salazar** Blandón D.A., Castillo León T., Pastor Durango M.P., Tejada-Tayabas L.M., Palos Lucio A.G. (2016). Ansiedad, depresión y actividad física asociados a sobrepeso/obesidad en estudiantes de dos universidades mexicanas. *Hacia promoc. salud*. 2016; 21(2): 99-113. DOI: 10.17151/hpsal.2016.21.2.8
- Sánchez** Benito, J.L. y Pontes Torrado, Y. (2012). Influencia de las emociones en la ingesta y control de peso. *Nutrición Hospitalaria*, 27(6), 2148-2150:
<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6061.pdf>
- Teruel** Belismelis. G., Gaitan Rossi. P., Leyva Parra G. y Pérez Hernández, V.H., (2021). Depresión en México en tiempos de pandemia. No. 20. Julio/Diciembre 2021. *Coyuntura demográfica. Revista sobre los procesos demográficos hoy*.
<http://coyunturademografica.somede.org/depresion-en-mexico-en-tiempos-de-pandemia/>
- Vega**, A. (2021, 11 de octubre). 62% de los jóvenes padece algún tipo de ansiedad y 70 tiene síntomas de depresión, revela encuesta. *Animal Político*.
<https://www.animalpolitico.com/2021/10/jovenes-depresion-ansiedad-pandemia->

Directorio

Dr. Martín Gerardo Aguilar Sánchez

Rector

Dra. Elena Rustrián Portilla

Secretaria Académica

Mtra. Lizbeth Margarita Viveros Cancino

Secretaria de Administración y Finanzas

Dra. Rebeca Hernández Arámburo

Secretaria de Desarrollo Institucional

Dra. Marisol Luna Leal

Oficina de la Abogada General

Mtro. Agustín del Moral Tejeda

Dirección General Editorial

Mtro. José Othón Flores Consejo

Coordinador de Observatorios Universitarios UV

Aline Román Morales

Fotografía de portada

David Iván Vicente García

Editor responsable

Bernabé Ramírez Vázquez

Formación

Jazmín Josefina García Méndez

Administradora página web