

Base de Datos

Scielo Bolivia

Latindex México

Revistas Bolivianas



USFX ®

COMITÉ EDITORIAL

Autoridades Universitarias

Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

Walter Isidro - Arízaga Cervantes Msc.
Rector

Erick Gregorio - Mita Arancibia Ph.D.
Vicerrector

Canedo Ávila – Ximena Alejandra, Msc.
Editora

Ticona Alvino – Miguel Ángel, Lic.
Traducción

Chávez Mamani – Raúl Alejandro, Lic.
Diseño, Maquetación

Indexación Scielo Bolivia

La **Revista Ciencia, Tecnología e Innovación** Volumen 20, Número 26, julio - diciembre 2022, es una revista editada semestralmente por la Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología (DICyT) de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Misión

Somos un instrumento de difusión de información científica transdisciplinar, cuyo propósito es la promoción y transferencia de resultados de investigaciones académicas originales e inéditas de producción local, nacional e internacional para las comunidades científicas de las diversas áreas del conocimiento.

Dirección: Calle Rosendo Villa N°150.

Teléfono/Fax: 591-4-6437640,

Casilla Postal 212,

Web: <http://dicyt.usfx.bo>,

Correo electrónico: revista.cti@usfx.bo

La Revista Ciencia, Tecnología e Innovación está indizada en Latindex México, Revistas Bolivianas y Scielo Bolivia.

Editor: Canedo Ávila – Ximena Alejandra, Msc.

ISSN-Impreso: 2225-8787

ISSN-Virtual: 2708-0315

DOI: 10.56469

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan las de los editores de la publicación.

Con la visión contemporánea que los repositorios institucionales tengan acceso abierto a sus usuarios, para la difusión, transmisión y transferencia del conocimiento, la Revista Ciencia, Tecnología e Innovación, se acoge a la política de derechos de autor de creative commons (C.C.).

COMITÉ CIENTÍFICO

Alonso Peña – José Ramón, PhD.
Universidad de Salamanca
España

Arenas Martínez – René, PhD.
Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
Bolivia

Escanero Marcén – Jesús Fernando, PhD.
Universidad de Zaragoza
España

Fernández Cruz - Manuel, PhD.
Universidad de Granada
España

Pérez de la Cruz – Sagrario, PhD.
Universidad de Almería
España

Arzabe Maure – José Omar, PhD.
Universidad Mayor de San Simón
Bolivia

Santos Asensi - Mari Carmen, PhD.
Universidad de Salamanca
España

Solís Soto –María, PhD.
Universidad de O'Higgins
Chile

Zárate Blades – Carlos, PhD.
National Institutes of Health
Estados Unidos

Delgado Burgoa – José Manuel Freddy, PhD.
Comunidad Plurinacional Andino Amazónico
para la Sustentabilidad
Bolivia

Miranda Durán - Ingrid Melissa, Ph.D.
Universidad Mayor de San Andrés
Bolivia

COMITÉ ARBITRAL:

*Universidad Mayor Real y Pontificia de San
Francisco Xavier de Chuquisaca- Bolivia*

*RFP MSc.
JCPC Ph.D.
CJAMS MSc.
JMT MSc.
MSP MSc.*

Universidad Complutense Madrid- España

HCC Ph.D.

*Universidad La Salle Univ. Nacional Autónoma
de México*

PPM Ph.D.

Universidad de Talca-Chile

NNM MSc.

Universidad Nacional Siglo XX

JMC Ph.D.

PRESENTACIÓN

La Universidad Mayor Real y Pontifica de San Francisco Xavier de Chuquisaca, mediante la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología, presenta a la comunidad universitaria la revista indexada a Scielo-Bolivia del segundo semestre del año 2022, con 9 artículos científicos. Los artículos son contribuciones relevantes de alta calidad científica que permiten la promoción de la internacionalización del conocimiento para crear espacios de discusión académica. A continuación, se mencionan aspectos relevantes de los mismos.

El primer artículo titula: “**Metodologías de enseñanza universitaria: Un reto para el Docente Universitario**” de los autores: María Teresa Vargas la Torre, Edgar Antonio Aruquipa Chávez y Wenddy Rebeca Davezies Martínez. El tema trata de una revisión de publicaciones en torno a las metodologías de enseñanza que se utilizan actualmente en el ámbito universitario y su repercusión en el aprendizaje y formación profesional del estudiante.

El segundo artículo titula: “**Incidencia de las actividades virtuales en la libertad de cátedra**” del autor: Fernando Antonio Beltrán Sánchez. El autor señala que un tema de debate permanente en las Universidades es la Libertad de Cátedra y, a partir de los cambios trascendentales que se dieron en el mundo entero producto de la pandemia por el Covid-19, éstos han transformado radicalmente el desarrollo de las actividades académicas de enseñanza, investigación e interacción social, el debate se da con matices diferentes, en virtud a que las actividades sincrónicas y asincrónicas, que han dado lugar, a una serie de cambios que originaron cambios substanciales en las Universidades.

El tercer artículo titula: “**Desarrollo de vacunas contra el sars-cov-2: Relaciones entre regulación sanitaria y la propiedad intelectual**” de los autores: Qfb. Antonio Hernández, Qfb. Ligia Mariana Murillo Cisneros, Dra. Patricia Parra Cervantes, Dr. Ramón Soto Vázquez y Dra. Alma X. Herrera Márquez. En este artículo de opinión, los autores, revisaron la literatura más relevante sobre la enfermedad COVID-19 y; a través de la investigación documental de artículos científicos, libros, páginas médicas electrónicas y patentes específicamente lo relacionado con las vacunas contra la COVID-19, se estudió el desarrollo tecnológico de las diversas plataformas de la obtención de vacunas, así como las características Biológicas del virus SARS-CoV-2 y la enfermedad COVID-19. También, lo relacionado al aspecto regulatorio a cumplir para la aprobación emergente de la vacuna contra el virus SARS CoV-2. y la Propiedad Intelectual.

El cuarto artículo titula: “**Actividad repelente de los aceites esenciales Amomyrtus meli, Peumus boldus y Senecio nutans, en Triatoma infestans: Reduviidae**” de los autores: Mojica M, Alzogaray RA, Reynoso MM Noel, Mengoni S, Pinto CF. El Triatoma infestans, es el principal vector de la enfermedad de Chagas en Bolivia y países vecinos. Su control se basa principalmente en tratamientos con insecticidas sintéticos, al existir pocos estudios sobre los efectos de los repelentes naturales en esta especie. El tema trata de la evaluación de la actividad repelente de los aceites esenciales (AEs) de especies nativas de Chile, Argentina y Bolivia.

El quinto artículo titula: “**Muertes relacionadas a Covid-19 según estado de vacunación en Chuquisaca-Bolivia 1 de marzo 2020 a 31 de enero de 2022**” del autor: Hernán César Escalier MD,Msc. La pandemia del SARS CoV- 2 que causa la Covid-19 del Síndrome Respiratorio Agudo Severo SARS ha matado hasta ahora a más de 1.585 personas en Chuquisaca e infectado a más de 859.530 en Bolivia y en otras partes del mundo. Los datos del sistema de vigilancia epidemiológica del Servicio Departamental de Salud acerca de la mortalidad en 29 municipios del departamento de

Chuquisaca se utilizaron para llevar a cabo la evaluación oportuna del impacto en la salud del 1 de marzo de 2020 al 31 de enero de 2022. Se observó una tasa de letalidad de 3% con un mayor impacto en la primera ola (6,4%).

El sexto artículo titula: **“Capital social vinculante y estrés académico en estudiantes universitarios”** de los autores: Mario Eduardo Castro Torres, Pablo Marcelo Vargas-Piérola, Carlos F. Pinto y Rubén Alvarado. El trabajo busca averiguar si existe correlación entre el capital social vinculante y sus dimensiones (tamaño de red, confianza, reciprocidad y propiedad de los recursos) con los síntomas psicológicos del estrés académico determinando su fuerza y significancia.

El séptimo artículo titula: **“Biofilia: La naturaleza como factor de tendencia en el diseño de una vivienda”** de la autora: Mireya Lauren Gareca Apaza. La escritora propone estrategias de diseño biofílico que contribuyan al mejoramiento de las condiciones ambientales y espaciales de las viviendas, en correspondencia con los factores de diseño arquitectónicos más relevantes identificados por sus ocupantes.

El octavo artículo titula: **“Aprovechamiento de estiércol vacuno y pasto seco en la vermiestabilización de lodos residuales de la Ptar Magollo”** de los autores: Keila Abigail Muñante Carrillo, Danitza del Rosario Perca Machaca, Ronald Juli Nina, Juan Carlos Quispe Sucasaca, Gerson Elisban Alarcón Maquera y Leo Ulises Michael Tirado Rebaza. Los autores proponer aprovechar estiércol de vacuno y pasto seco para vermiestabilizar los lodos residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Magollo, Tacna-Perú.

El noveno artículo titula: **“Estado de conservación de la especie Festuca Dolichophylla en la micro cuenca de calientes, provincia de Candarave, región Tacna, Perú-2017”** de los autores: Eleocadio Dionisio Tirado Paz, Leo Ulises Michael Tirado Rebaza y Edwin Gonzalo Montanez Picardo. El trabajo busca analizar el estado de conservación de la especie “Chilligua” (Festuca dolichophylla) en la micro cuenca de calientes, Tacna-Perú a través de la metodología de cuadrantes aleatorios para poder estimar su distribución espacial y cobertura vegetal en dicho territorio.

Se agradece al posgrado, por la contribución de artículos, que realizan los docentes postulantes a Doctor en diversas áreas del conocimiento en este número de la revista de Ciencia, Tecnología e Innovación y a los investigadores de México y Perú por compartir su experiencia científica.

Erick Gregorio Mita Arancibia Ph.D.

VICERRECTOR

CONTENIDO

SOCIALES HUMANIDADES	Páginas
METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA UN RETO PARA EL DOCENTE UNIVERSITARIO Maria Teresa Vargas la Torre Edgar Antonio Aruquipa Chavez Wenddy Rebeca Daveziez Martinez	11 - 33
INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES VIRTUALES EN LA LIBERTAD DE CÁTEDRA Fernando Antonio Beltrán Sánchez	35 - 44
SALUD	
DESARROLLO DE VACUNAS CONTRA EL SARS-COV-2 RELACIONES ENTRE REGULACIÓN SANITARIA Y LA PROPIEDAD INTELECTUAL Qfb. Antonio Hernández Qfb. Ligia Mariana Murillo Cisneros Dra. Patricia Parra Cervantes Dr. Ramón Soto Vázquez Dra. Alma X. Herrera Marquez	47 - 87
ACTIVIDAD REPELENTE DE LOS ACEITES ESENCIALES AMOMYRTUS MELI, PEUMUS BOLDUS Y SENECIO NUTANS, EN TRIATOMA INFESTANS (HEMIPTERA REDUVIIDAE) Marycruz Mojica María Noel Reynoso Sofía Mengoni Raúl Adolfo Alzogaray Carlos Fernando Pinto	89 - 100
MUERTES RELACIONADAS A COVID-19 SEGÚN ESTADO DE VACUNACION EN CHUQUISACA – BOLIVIA 1 DE MARZO 2020 A 31 DE ENERO DE 2022 Hernán César Rios Escalier MD,Msc.	101-117

CAPITAL SOCIAL VINCULANTE Y ESTRÉS ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 119 - 136

Mario Eduardo Castro Torres
Pablo Marcelo Vargas-Piérola
Carlos Fernando Pinto Navia
Rubén Alvarado

TECNOLOGÍA

BIOFILIA LA NATURALEZA COMO FACTOR DE TENDENCIA EN EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA 139 - 160

Gareca Apaza Mireya Lauren

AGRARIAS

APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL VACUNO Y PASTO SECO EN LA VERMIESTABILIZACIÓN DE LODOS RESIDUALES DE LA PTAR (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES) MAGOLLO 163 - 178

Keila Abigail Muñante Carrillo
Danitza del Rosario Perca Machaca
Ronald Juli Nina
Jan Carlos Quispe Sucasaca
Gerson Elisban Alarcón Maquera
Leo Ulises Michael Tirado Rebaza

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE FESTUCA DOLICHOPHYLLA EN LA MICRO CUENCA DE CALIENTES, PROVINCIA DE CANDARAVE, REGIÓN TACNA, PERÚ – 2017 179 - 190

Eleocadio Dionisio Tirado Paz
Leo Ulises Michael Tirado Rebaza
Edwin Gonzalo Montanchez Picardo

Instrucciones al Autor

Dictamen

Formulario de originalidad

Formato de autorización

SOCIALES
HUMANIDADES

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.704>

METODOLOGIAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA: UN RETO PARA EL DOCENTE UNIVERSITARIO

UNIVERSITY TEACHING METHODOLOGIES: A CHALLENGE FOR UNIVERSITY PROFESSORS

Maria Teresa Vargas la Torre

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
maritere141@hotmail.com

Edgar Antonio Aruquipa Chavez

Unidad Educativa Chasquipampa "B"
edgachitto@gmail.com

Wenddy Rebeca Daveziez Martinez

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
davezies.wenddy@gmail.com

Entregado 29-6-2022, aceptado 1-9-2022

Resumen

El presente trabajo, hace hincapié al quehacer del docente universitario. Detallamos diferentes metodologías implementadas para la Educación Superior que promueven una organización horizontal y que a la vez se convierte en nuevos retos de enseñanza integradas en el siglo XXI. El **objetivo** es presentar los resultados de una revisión de publicaciones en torno a las metodologías de enseñanza que se utilizan actualmente en el ámbito universitario y su repercusión en el aprendizaje y formación profesional del estudiante. **Materiales y métodos** es una investigación teórico descriptiva, centrado en el análisis documental, se acudió a fuentes primarias, consultando las bases de datos SciELO, Scopus, Redalyc, Dialnet y el buscador Google Académico, se pudo evidenciar 24 trabajos de investigación entre artículos científicos e informes de Tesis, se realizó un análisis global, se formularon las conclusiones como también

algunas recomendaciones. **Resultados**, se exponen diversas metodologías de enseñanza universitaria, como ser el método pedagógico del aprendizaje basado en problemas, método basado en proyectos, la clase invertida, aprendizaje colaborativo y el escape Room, en cada uno de los métodos se resalta las cualidades que debe tener el profesor universitario como: claridad en las explicaciones, comunicación eficaz y compromiso docente. **Discusión** por lo expuesto en los puntos anteriores se llega a la reflexión de que las diferentes alternativas metodológicas de enseñanza que se proponen, muchas son viables y disponibles, pero exigen el compromiso de querer llevarlos a la práctica.

ABSTRACT

This paper emphasizes the work of the university lecturer. Thus, here it is presented different methodologies implemented for Higher Education. Methodologies based on a

horizontal organization promotion, which at the same time, may become new integrated teaching challenges in the XXI century. This paper also **aims** at presenting results based on previous publications reviews on the teaching methodologies currently used in the university environment as well as their impact on student learning and professional training. **Materials and methods** considered as a descriptive theoretical research, focused on documentary analysis. In addition, primary sources were used, consulting the databases SciELO, Scopus, Redalyc, Dialnet and the Academic Google search. In total, 24 research works between scientific articles and Thesis reports were evidenced. It was also made a global analysis and finally, conclusions as well as some recommendations were formulated. **Results**, several university teaching methodologies are presented herewith, such as the pedagogical method of problem-based learning, the project-based method, the inverted class, collaborative learning and the escape room, each method highlights the qualities that the university lecturer must have when teaching such as: clarity in explanations, effective communication and teaching commitment. **Discussion**, based what has been stated in the points above, they allow us to reflect that the different teaching methodological alternatives proposed here, are viable and available, but they require the professors' commitment of implementing them into practice.

Palabras Clave.

Metodología, enseñanza, aprendizaje, métodos

KEY WORDS

Methodology, teaching, learning, methods

Introducción

El presente artículo aborda una problemática referente al accionar del docente universitario como agente de la enseñanza, quién requiere seguir las directrices institucionales, por otro lado, es necesario tomar decisiones oportunas para lograr su propósito educativo. No se desconoce que la enseñanza se enmarca en un medio institucional, pero en este estudio se ubica al docente en el aula, como responsable directo de su enseñanza, con sus propios medios y recursos profesionales.

Una de las preocupaciones de la enseñanza universitaria es la falta de formación de los docentes. Cuando comienzan a impartir la docencia sin haber aprendido a enseñar, ahí empieza el problema y los estudiantes por su parte tienen dificultad para poner en práctica lo que aprenden, muchos estudiantes no comprenden los contenidos y este hecho se evidencia en su bajo rendimiento académico, o en la no adquisición de habilidades y destrezas profesionales. Por consiguiente, la enseñanza debe ser mejor planificada, organizada y sobre todo realizada, orientada a favorecer el aprendizaje significativo en cada uno de los estudiantes. La docencia hoy por hoy es uno de los campos ocupacionales más concurridos, desempeñada por profesionales de orígenes de formación profesional variada, con un sinfín de metodologías y formas de enseñanza diferentes. La docencia es una ocupación muy compleja por lo que debe atender a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje, quienes de una y otra forma demandan la atención del docente, frente a esta situación el compromiso es asumir una serie de cambios sustanciales en la metodología de enseñanza, y en consecuencia el desarrollo de habilidades, destrezas y competencias por parte del docente que debe hacerse visible desarrollar dentro y fuera del aula, con la incorporación de nuevas estrategias, métodos y técnicas pedagógicas. Sobre esta base se

establece la vocación universitaria en torno a la investigación y consecuentemente la libertad de cátedra para poder enseñar.

Asimismo, se hace referencia a dos modelos pedagógicos, por una parte, el constructivismo y por otra el conectivismo, que se han convertido para muchos docentes universitarios, en el punto de partida para sustentar teórica y metodológicamente su accionar pedagógico, destinado a contribuir a la excelencia académica.

El constructivismo permite una interacción dialéctica entre los conocimientos del docente y los del estudiante, que entran en discusión, oposición y diálogo, para llevar a una síntesis productiva y significativa: el aprendizaje, por tanto, la metodología, no se trata de revisar los contenidos, sino que estos deben adecuarse según los estilos de aprendizaje. El aprendizaje significativo de Ausubel, afirma que el sujeto relaciona las ideas nuevas que recibe con aquellas que ya tenía previamente, de cuya combinación surge una significación única y personal. Elegir un método de enseñanza adecuado desde los diversos estilos de aprendizaje conlleva al desarrollo docente potencializado y a la optimización del aprendizaje del estudiante.

El conectivismo, de acuerdo con George Siemens, es una teoría del aprendizaje para la era digital, ya que continuamente se está adquiriendo nueva información, el conectivismo es considerado un paradigma que explica el impacto de la tecnología en nuestro medio, se enfoca en la inclusión de tecnología como parte de nuestra distribución de cognición y conocimiento. El papel del docente en esta teoría del aprendizaje, es orientar a los estudiantes a elegir fuentes confiables de información y a su vez saber seleccionar la información más relevante. Ahora el papel del estudiante se debe centrar en adquirir la

habilidad para seleccionar entre tantas formas y medios de información y de comunicación, saber compartir la información con otros, ser partícipe en foros planteando preguntas y recabando soluciones. Por consiguiente, el punto de inicio del conectivismo es el estudiante y abre las puertas a los docentes universitarios a un nuevo enfoque académico, brindando la posibilidad de avanzar en el proceso educativo en cada una de las asignaturas que se imparten en el ámbito universitario.

Las metodologías de enseñanza en Educación Superior, al ser un conjunto de métodos, estrategias, técnicas y actividades tendientes a alcanzar aprendizajes significativos y prácticos, mediante la participación activa del estudiante, se caracterizan por asentar su base teórica en el constructivismo, el cual prioriza al estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje, donde este es un actor principal y activo, a través del cual se favorece el trabajo cooperativo y, por ende, se rechaza el proceso memorístico, se busca la reflexión crítica y la creatividad, para alcanzar lo que él llama “el comprender”, parte del hecho que se ha sobrevalorado el “aprender haciendo” basado en la teoría constructivista y se ha dejado de lado el “comprender” elemento fundamental, ya que para que el estudiante realice una tarea o procedimiento antes debe comprender, empezando por los niveles más bajos: conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar. Hoy por hoy existen un sinnúmero de métodos que son elegidos por los docentes, algunos lo hacen con charlas magistrales, otros optan por ser menos participativos al brindar el protagonismo a los estudiantes. Cualquiera que sea el método, se debe conocer cómo funciona, los alcances y resultados.

Algunas de las metodologías que han tenido buenos resultados en el proceso enseñanza aprendizaje dentro del ámbito de la Educación

Superior son: **El método basado en problemas (ABP)** la incursión del método, surge a partir de los principios educativos del enfoque experiencial de John Dewey durante las primeras décadas del siglo veinte. Posteriormente, ya en los años sesenta y posteriormente en el año de 1965 de la mano de John Evans, decano de la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster, en Canadá, se extendió a diversas universidades norteamericanas y europeas, este método parte de un problema asociado a situaciones de la vida real y a partir de ello, el estudiante activa sus conocimientos previos y busca estrategias que le permitan acercarse a la solución del mismo, planteando para ello diferentes hipótesis y valorando la adecuada solución al mismo. Es un método que fomenta la reflexión, la cooperación y la toma de decisiones en torno a problemas reales, situados en el contexto de la profesión en la que se está formando el estudiante. Por tanto, esta metodología amerita vincular la teoría y la práctica.

El método basado en proyectos también tiene sus raíces en el constructivismo, que evoluciona a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey, posteriormente en el siglo XX, en Estados Unidos, el experto en educación William H. Kilpatrick hizo famoso el concepto a través de un texto titulado *The Project Method* (1918), el método implica un aprendizaje organizado en pequeños grupos de trabajo, en el que se diseña una investigación a partir de un proyecto, que estaría relacionado con alguno de los contenidos de la asignatura, lo que da lugar al desarrollo de habilidades comunicativas, de planificación del trabajo, motivación, autonomía y compromiso. Así, la metodología de enseñanza debe centrarse en la mejora constante de los aspectos que resulten atractivos para el estudiante, así como en la

obtención de resultados palpables más allá de la medición de conocimientos adquiridos y los contenidos de estos.

Otra de las metodologías utilizadas es el **aula invertida** es una metodología novedosa y reciente, creada en el 2010 por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, maestros de secundaria que decidieron cambiar la manera en que daban sus clases. En el año 2007 comenzaron a grabar en vídeo explicaciones apoyadas en presentaciones de diapositivas que luego publicaban en Internet para los alumnos/as que habían faltado a las clases. Con el tiempo esta forma de enseñanza se fue difundiendo entre el profesorado que comenzaron a usar vídeos en línea para enseñar a los estudiantes, fuera del aula, reservando el tiempo de clase para ejercicios en grupo y ejercicios de aplicación y revisión, de esta forma, se convirtieron en los pioneros de la modalidad educativa conocida como *flipped classroom* o **aula invertida**. El método consiste en invertir el papel del proceso, los estudiantes llevan a sus casas las orientaciones, es decir, actividades, videos entre otros y todo aquel recurso didáctico que le permita llegar a conocer, entender y comprender lo que llegará a hacer en el aula, en esta modalidad, trabajan colaborativamente en equipo, participan activamente y se sugieren ideas creativas. La metodología a emplear en una determinada asignatura debe estar en función de las características de la misma.

Otra metodología de enseñanza surgió en el año 2008, en Japón, el emprendedor Takao Kato creó una sala en la cual los jugadores se sumergían en una historia y debían resolver diferentes enigmas utilizando las pistas que encontrarían escondidas en la propia habitación, de ahí surge el concepto de **Escape Room Educativo BreakOut, Serious Game, o Juego de Escape**, se puede definir como un juego

en el que el estudiante forma parte de manera activa y comienzan encerrados en el aula con el objetivo principal de poder salir de esta misma gracias a la resolución de ciertos retos que van apareciendo durante todo el juego y sumándole también la limitación de tiempo que se caracteriza en este tipo de actividad.

Por último, mencionar al **método cooperativo** cuyo pionero es David Johnson quien aclara por qué todas las escuelas deberían implantar ese modelo. En los años 60 David Johnson (Indiana, 1940) y su hermano Roger comenzó una cruzada contra el aprendizaje competitivo e individualista que imperaba en las escuelas de Estados Unidos. En la actualidad ha cobrado fuerza, en ese sentido (Azorin Abellan, 2018) sustenta que el método cooperativo es una herramienta metodológica capaz de dar respuesta a los estudiantes del siglo XXI. Este método se basa en que en las modernas sociedades los individuos viven juntos y deben ser capaces de estudiar y trabajar juntos y en armonía, es decir, deben cooperar entre sí. (p.181)

Para afrontar los nuevos retos, surge la necesidad de poner énfasis en el impacto que tiene las metodologías de enseñanza antes a mencionado, para tal efecto se ha acudido a la revisión bibliográfica a nivel de Latinoamérica gestión 2021 – 2022 y de Bolivia gestión 2022.

En este sentido, es necesario que el docente universitario sobre todo en la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, vaya fortaleciendo las diversas metodologías y sea capaz de hacer que los estudiantes se motiven a aprender. Por tanto, ser docente en la Universidad implica ampliar los conocimientos, abrir la mente y salir de la zona de confort.

Por todo lo mencionado anteriormente el objetivo del presente artículo es presentar los

resultados de una revisión de publicaciones en torno a las metodologías de enseñanza que se utilizan actualmente en el ámbito universitario, su repercusión en el aprendizaje y formación profesional del estudiante para adaptar acciones de enseñanza de acuerdo con las situaciones cotidianas.

Materiales y Métodos

El presente trabajo es una investigación teórica descriptiva de tipo documental, dado que el procedimiento implica el rastreo, organización, sistematización y análisis de un conjunto de documentos electrónicos, donde se acudió a fuentes primarias, consultando las bases de datos SciELO, Scopus, Redalyc, Dialnet y el buscador Google Académico. Se pudo evidenciar 24 trabajos de investigación 22 correspondientes al ámbito latinoamericano y 2 trabajos pertenecientes al contexto Boliviano, entre artículos científicos al igual que los informes de Tesis, teniéndose en cuenta todos los artículos que incluían estudios empíricos y teóricos, referente a las metodologías de enseñanza universitaria y su repercusión en el aprendizaje como ser: el método basado en problemas, método basado en proyectos, método del flipped classroom o aula invertida, método del escape Room Educativo BreakOut, Serious Game, o Juego de escape y por último el método cooperativo, la organización de los documentos se centralizó en una cuadro con los siguientes campos de análisis: autor, título, tipo de documento, resultados y conclusiones.

Posteriormente se realizó el análisis y la valoración describiendo los aspectos comunes y divergentes de los documentos consultados.

Resultados.

Este acápite está destinado a analizar los los métodos utilizados e implementados por los resultados obtenidos, que describe y muestra docentes universitarios.

Tabla 1. Fuentes bibliográficas consultadas, según el autor, título, tipo de documento y resultados y/o conclusión.

AUTOR/ AÑO	TITULO	TIPO DE DOCU- MENTO	RESULTADOS Y/O CONCLUSIÓN
INVESTIGACIONES A NIVEL DE LATINOAMÉRICA			
(Ortiz Diaz & Cutimbo Lozano, 2022)	Aprendizaje basado en problemas: una metodología aplicada a la asignatura universitaria Matemática Básica	Artículo de investigación	El resultado a los que arribaron fueron que se demostró de forma eficaz que el empleo de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas sirve como estrategia la cual genera un aumento y aprovechamiento del aprendizaje autónomo, lo que motiva a los estudiantes universitarios a poner en práctica las competencias matemáticas básicas necesarias para lograr el desarrollo de una determinada tarea profesional. (p.157)
(Sepulveda, Cabezas, García, & Fonseca Salamanca, 2021)	Aprendizaje basado en problemas: percepción del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias preclínicas por estudiantes de Kinesiología	Artículo científico original	Resultados: Se identificaron 1.097 unidades de significado relevantes para el estudio, las cuales fueron agrupadas en 38 categorías, emergiendo 11 metacategorías y 4 dominios cualitativos: valoración del aprendizaje basado en problemas, trabajo en tutoría, caso clínico y rol del tutor. Conclusión: Los estudiantes perciben la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, como una estrategia que motiva y facilita su aprendizaje, donde construyen e integran conocimientos gracias al caso clínico, desarrollan competencias genéricas que no logran con la metodología tradicional, como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y aprender a aprender. Para ellos sentirse protagonista y gestores de su proceso educativo es fundamental para un aprendizaje significativo. Además, señalaron condiciones que pueden influir en el desarrollo del trabajo, como son: el tutor, los compañeros y el ambiente que se genera en los grupos de tutorías. (p. 60)

(Álvarez Gómez, Tabares Burbano, Valle Fiallos ¹ , & Arciniegas Paspue ¹ , 2021)	Desarrollo de capacidades en estudiantes mediante el aprendizaje basado en problemas	Artículo científico	<p>El estudio fue realizado en la Facultad de Dirección de Empresas de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador con la utilización de un instrumento basado en un cuestionario a docentes de la institución sobre una muestra de estudiantes previamente seleccionada.</p> <p>El estudio realizado refleja que, en el ABP el desarrollo de competencias procedimentales y conceptuales resulta más acentuado que las competencias actitudinales, potencian en mayor medida: el trabajo en equipo, la aplicación de conocimientos para el diagnóstico, la aplicación de materiales e instrumentales, las habilidades en las relaciones interpersonales, la iniciativa y la creatividad, así como la adaptación a nuevas situaciones; capacidades éstas, que tienen componentes más o menos marcados de cada una de las metodologías activas empleadas.</p> <p>El hecho de que exista una alta correlación entre ABP y el desarrollo de capacidades conceptuales manifiesta que los estudiantes al enfrentarse a situaciones complejas proponen soluciones creativas y exitosas basadas en los ejercicios de la práctica real asociados a las materias que reciben. (p. 202)</p>
(Arana Delgado, Carpio Vásquez, & Carpio Vásquez, 2022)	Aprendizaje Basado en el Problema Modalidad Virtual en pregrado de Medicina Humana	Artículo de investigación	<p>El artículo se planteó como objetivo reflexionar sobre los efectos de la implementación de la estrategia virtual de Aprendizaje Basado en Problema en el logro de competencias en el estudiante universitario de Medicina. La investigación se basó en una revisión bibliográfica de tipo descriptiva, utilizando artículos científicos como fuentes primarias de información, en esta se rescataron diez artículos presentados en los resultados luego de haber concretado el proceso metodológico, estos se clasificaron en tablas; la primera con datos generales, la segunda con los resultados de las investigaciones y la tercera con conclusiones. Con todo ello, se concluyó que la implementación de la estrategia virtual de Aprendizaje Basado en Problema tiene efectos positivos en el logro de competencias en el estudiante universitario de Medicina, ello se ha visto en las diversas ventajas que representan en el pensamiento crítico, trabajo colaborativo, evaluaciones certeras, y mejora en la toma de decisiones. (p. 2).</p>

(Albarrán Torres & Díaz Larenas, 2021)	Metodologías de aprendizaje basado en problemas, proyectos y estudio de casos en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios	Artículo científico original	Resultados: la aplicación de las metodologías activas de intervención favoreció el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico relacionadas con el razonamiento verbal, análisis de argumento y la probabilidad e incertidumbre, en comparación al grupo control (metodología expositiva) donde no fue estadísticamente significativo ($p > 0,05$). Conclusiones: El aprendizaje activo en los estudiantes fue favorecido por metodologías activas de intervención, las que además de contribuir al desarrollo del pensamiento crítico, permitieron fortalecerlo en el tiempo. (p. 1)
(Perico Granados, Tovar Torres, Reyes, & Vera, 2022)	Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente	Artículo científico	Se encontraron avances significativos en la experticia, el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y en competencias humanas. Los resultados aportan a la educación en la ingeniería, aunque pueden ser útiles a otras profesiones. (p. 295)
(Lasso - Cardona, 2022)	El Aprendizaje basado en proyectos (ABP) como estrategia pedagógica aplicada en un curso de Programación Orientada a Objetos	Artículo científico	Como resultado se obtuvo una calificación promedio de 4.5 pts., equivalente al 90% de aprobación. Se evidencio una correlación entre la edad y el promedio de la evaluación, alcanzando su mayor diferencia en los estudiantes de Tecnología con un 16.61%. Las conclusiones a los que se arribó fueron: Se confirmó la hipótesis del investigador, en cuanto a que no existieron diferencias muy marcadas en los estudiantes de Tecnología e Ingeniería respecto a la evaluación de la estrategia implementada. (p. 21)
(Donayre Villacorta, 2021)	Aprendizaje basado en Proyectos mejora el Aprendizaje Significativo en los estudiantes de la asignatura Elaboración de Proyectos de Inversión en la carrera de Contabilidad del Instituto San Luis 2020-I	Tesis para optar el grado de maestro en educación mención en didáctica en educación superior	Llegando a la conclusión que se acepta la hipótesis de investigación que, si se aplica el método del Aprendizaje Basado en Proyectos, entonces se desarrollarán significativamente el aprendizaje significativo de los estudiantes de la asignatura de Elaboración de Proyecto de Inversión del I.ST. San Luis de la ciudad de Trujillo; confirmándose la hipótesis de investigación.

(Barrera Arcaya, Venegas-Muggli, & Ibacache Plaza, 2022)	El efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico de los estudiantes	Artículo científico	La presente investigación busca evidenciar la mejora en el resultado académico de los estudiantes que cursan una asignatura donde se aplicó el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPro) como estrategia didáctica. La experiencia se desarrolló con estudiantes del curso Evaluación de Proyectos del programa de Licenciatura en Ingeniería en Administración de Empresas de la sede Calama de la Universidad Tecnológica de Chile INACAP. La iniciativa se enmarca en los desafíos que enfrentan las instituciones de educación superior por la puesta en práctica de alternativas pedagógicas relacionadas con el aprendizaje activo y la innovación en la enseñanza. Para la evaluación de su efecto sobre el rendimiento académico, se llevaron a cabo dos cuasi-experimentos con grupos de control diferentes. Los resultados muestran que el ABPro tiene un efecto positivo y significativo sobre las calificaciones de los estudiantes. (p. 277).
(Sotelo Rosales C. M., 2022)	Aplicación del aula invertida desde la experiencia de los docentes de un programa de complementación en una universidad nacional limeña, 2021	T e s i s - Maestría en d o c e n c i a Universitaria	Los resultados que se obtuvieron brindaron información acerca de la experiencia docente al aplicar el aula invertida, pues se observó que los maestros presentaron positiva percepción en cuanto a la utilidad de la herramienta, además han realizado acciones propias para su formación en Tics y han tenido el soporte institucional, también se ha logrado identificar que realizaron de forma genérica los pasos en la aplicación de este método, además se halló que la conectividad y falta de compromiso estudiantil fueron algunos inconvenientes afrontados, por otro lado la flexibilidad, interacción y mejora del desempeño de los estudiantes como beneficios. (p.38)
(Siavichay Quizhpi & Culcay Ñauta, 2021)	La Incidencia del Aula Invertida al Aprendizaje Activo	Tesis para optar la licenciatura en Educación General Básica.	Como resultado, se encontró que el aula invertida promueve el aprendizaje activo por, cubrir los conocimientos generados por la humanidad mediante una actividad estructurada y la autorregulación, permitir aplicar los conocimientos adquiridos, pensar en niveles cognitivos superiores, permitir un aprendizaje social y por reconocer y respetar los estilos de aprendizaje. (p.125)

(Monja- ras Salvo, Villalba Condori, Ponce Aranibar, Castro Cuba Sayco, & Cardona Reyes, 2022)	Percepciones y limitaciones del aula invertida en el contexto de la educación técnica superior: un estudio con estudiantes y docentes de un instituto técnico peruano	Artículo científico original	Este estudio evalúa los factores que afectan la satisfacción del estudiante universitario sobre el modelo de aprendizaje del Aula Invertida, sus potencialidades y limitaciones. La investigación se realizó en el Instituto Tecnológico Superior del Perú con un estudio de caso que combina aspectos cuantitativos y cualitativos. Se realizó una entrevista semiestructurada a 12 profesores de cursos de formación básica y un cuestionario a 442 estudiantes matriculados en cursos básicos. Los datos cuantitativos se analizaron con base en la técnica de Análisis de Componentes Principales y su versión Varimax, Análisis de Contenido para analizar los datos cualitativos a través del software NVIVO. Este estudio encontró que el modelo es potencialmente beneficioso, ya que impulsaría los resultados de aprendizaje entre los estudiantes. Además, se sugiere que el personal involucrado en este modelo de enseñanza refuerce sus competencias para un mejor dominio con el fin de fortalecer el desarrollo profesional de sus estudiantes (p.75)
(Cacoan- go Yucta & Sevilla Carrasco, 2022)	Empleo del aula invertida por estudiantes universitarios en el campo de la salud, un recurso didáctico esencial durante la pandemia Covid-19		El objetivo es analizar la percepción del estudiantado universitario en el campo de la salud respecto al empleo del aula invertida durante el COVID-19, en Ecuador. El diseño del estudio es no experimental de corte transversal y el alcance es correlacional, con enfoque cuantitativo. Se trabajó con una muestra de n=345 estudiantes universitarios en el campo de la salud. Los resultados arrojan la presencia de correlación estadística entre el empleo del aula invertida y la percepción satisfactoria del estudiantado (Rho de Spearman = 871), todo lo cual mejora la calidad de la educación. Es por ello que se puede afirmar que el aula invertida es una potente herramienta para el aprendizaje en línea. Con su empleo se puede llevar un mejor control del progreso del aprendizaje del estudiantado, así como aumentar la motivación, satisfacción, capacidad de innovación y creatividad de los educandos. (p.278).

(Pérez Collantes, Alberto Lovera, Gonzales Zuñiga De Las Casas, & Salvatierra Melgar, 2022)	Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario	Artículo científico de revisión	El presente artículo tiene como objetivo analizar las estrategias del aula invertida para el provecho del aprendizaje de los estudiantes. Dado su auge, uno debiera preguntarse cómo la estrategia del aula invertida resulta útil para aprender la asignatura de física. Se utilizó una metodología de búsqueda bibliográfica de artículos de revistas, recientes indexadas en distintas bases de datos como Scopus, Pubmed, Scielo y otros correspondientes a artículos científicos con enfoques cualitativo y cuantitativo y también artículos de revisión referentes al tema de interés. Los estudiantes al asumir su compromiso de ser parte del uso del aula invertida son los que más se benefician con esta estrategia, ya que pueden aprender y comprender en forma colaborativa las teorías básicas y las partes prácticas de cada materia, como el curso de física. (p. 404).
(Chumacero Calle , 2022)	Aula invertida en el aprendizaje autorregulado en estudiantes de una universidad de Lima, 2021	Tesis para obtener el grado académico de: Doctor en Educación	El objetivo de la investigación es analizar si las estrategias del programa del aula invertida mejoran el aprendizaje autorregulado de los estudiantes en una universidad pública. En cuanto a la metodología el enfoque es cuantitativo, de diseño cuasiexperimental y se empleó el Inventario de Aprendizaje Autorregulado (SRLI), cuestionario de 60 preguntas de Lindner, Harris y Gordon de 1992. La confiabilidad del instrumento fue de 0.919 interpretándose como alta fiabilidad. Los resultados mostraron que en el pretest y post test del grupo control presentaron resultados similares, mientras que, en el pretest del grupo experimental, el 90.4% evidenció nivel inadecuado, el 9.6% en nivel regular y el post test de este, el 1.9% se encontró en nivel inadecuado, el 57.7% en nivel regular y el 40.4% logró un nivel adecuado. Se concluyó que el aula invertida influye significativamente en el aprendizaje autorregulado de los estudiantes de una universidad pública de Lima, debido a U-Mann-Whitney: 1298,000 y $z = -8,752$, con una $\rho = 0.00$ ($\rho < 0.05$). (p.vii)
(de Ros Cócera & Polyakova, 2022)	Escape Room Educativo como estrategia para innovar en enseñanza de segundas lenguas. Un estudio piloto en docentes de LE	Artículo de investigación	Se concluye que la sociedad del conocimiento quiere y necesita mayores estímulos a causa de la gran cantidad de información a la que tiene acceso. Todo empieza en el aula, un aula innovadora que con ayuda de estímulos y factores motivacionales logrará un aprendizaje más significativo. (p.35)

(Salvador Gómez, Escrig Tena, Beltrán Martín, & García Juan, 2022)	El Escape Room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento	Artículo científico	Este trabajo muestra la experiencia de aplicar un escape room virtual en un grado universitario en España. Los resultados evidencian que el estudiantado experimenta calidad y satisfacción con el juego y sugieren, también, que a través del escape room virtual se pueden lograr objetivos de aprendizaje específicos y desarrollar competencias como la gestión emocional y el trabajo en equipo. las principales lecciones aprendidas son: <ul style="list-style-type: none"> • Es una actividad que engancha a toda la clase y que contribuye al aprendizaje del participante de manera amena y divertida. • Es una actividad totalmente innovadora y creativa que influye positivamente en el modo en que el estudiantado percibe la asignatura y en la forma de implicación del profesorado. • Supone un reto creativo para el equipo docente que, cuando concluye con éxito, produce una sensación de satisfacción. (p.7)
(Salvador-Gómez, Escrig-Tena, Beltrán Martín, & García Juan, 2022)	El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento	Artículo científico	Este trabajo muestra la experiencia de aplicar un escape room virtual en un grado universitario en España. Los resultados evidencian que el estudiantado experimenta calidad y satisfacción con el juego y sugieren, también, que a través del escape room virtual se pueden lograr objetivos de aprendizaje específicos y desarrollar competencias como la gestión emocional y el trabajo en equipo. Finalmente, discutimos las principales implicaciones y lecciones aprendidas. (p. 7).
(Manzano León & Arrifano Tadeu, 2022)	Escape rooms educativos: una experiencia en una universidad portuguesa	Artículo científico	El objetivo de este estudio fue utilizar las salas de escape como recursos metodológicos para trabajar el tema Investigación en Educación de un máster en educación. Cuatro estudiantes universitarias participaron en el curso formativo. Se implementó un curso de capacitación de nueve horas sobre la conceptualización, las herramientas y el diseño de una sala de escape educativa. Para la evaluación de este caso de estudio se utilizó el Cuestionario de Motivación para Estrategias Cooperativas de Aprendizaje Lúdico y se realizó una encuesta de preguntas abiertas sobre la experiencia. Los resultados muestran que las estudiantes muestran la adquisición de conocimientos para la aplicación de esta estrategia en el aula, así como niveles muy positivos de satisfacción con la metodología utilizada en el curso. (p.281)

(Navarro -Mateos & Perez - López, 2022)	El escape room como estrategia didáctica en el Máster de Profesorado	Artículo científico	En este artículo se pretende analizar lo que este tipo de planteamientos puede generar en el contexto universitario, a través de las percepciones y valoraciones del alumnado del máster de profesorado, tras participar en un escape room digital basado en la película Matrix. La metodología utilizada fue mixta, utilizando la escala GAMES para obtener datos cuantitativos sobre cada una de las dimensiones que esta mide, relacionadas con la participación en experiencias gamificadas. Esta información se complementó con un cuestionario con una única pregunta abierta para que pudieran compartir sus opiniones y experiencias, haciendo un procesamiento cualitativo de dicha información. Los resultados muestran valores muy positivos en el disfrute/diversión, el grado de absorción, el pensamiento creativo y dominio y la activación del alumnado. Además, el planteamiento potenció la gestión emocional, fundamental en los futuros docentes, pues también aparecen sentimientos como la frustración o la molestia. El hecho de vivir estas experiencias en primera persona permite a los estudiantes conocer su potencial y dificultades de cara a poder aplicarlas en un futuro en las aulas. (p.)
(Ruíz Morales, 2022)	E-Evaluación del trabajo colaborativo en estudiantes universitarios	Artículo de investigación	Los resultados muestran que, desde la percepción de estudiantes y docentes, el trabajo colaborativo se puede aprender y evaluar mediante un procedimiento electrónico fundamentado en estilos de aprendizaje, aprendizaje basado en problemas y juego de roles. (p. 364)
(Perez Moreano, 2022)	Aprendizaje cooperativo y el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Ética Pública e Integridad Institucional del II ciclo del área de Ciencias Económicas y de la Gestión de la Escuela de Estudios Generales de la UNMSM en el semestre 2019 – II	Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Educación, Unidad de Posgrado	Se concluye que el aprendizaje cooperativo influye significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Ética Pública e Integridad Institucional. (p. ix)

INVESTIGACIONES A NIVEL DE BOLIVIA			
(Fernández, 2022)	Análisis de las estrategias didácticas para el desarrollo de habilidades creativas en los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Privada del Valle	Artículo científico	<p>El objetivo del presente estudio es analizar las estrategias didácticas que utilizan los docentes universitarios para contribuir con el desarrollo de habilidades creativas en estudiantes de arquitectura de la sede cochabambina de la Universidad Privada del Valle, Bolivia.</p> <p>Según la experiencia docente de la Facultad de Arquitectura y Turismo de UNIVALLE, se observó la necesidad de los estudiantes en formarse creativamente para poder desarrollarse de manera positiva en sus asignaturas. Para lo cual es indispensable el apoyo docente hacia la formación y aprendizaje creativo. (p.57)</p>
(Quispe Vargas, 2019)	Estrategias Didácticas vivenciales del desempeño docente para el aprendizaje significativo en Estudiantes Universitarios (Caso UPEA Carrera Ciencias de la Educación-2018)	Tesis de Maestría en Educación Superior	<p>La presente investigación experimental, de enfoque cuantitativo, se logró obtener un 95% de los resultados en proceso de aplicación de la propuesta: estrategias didácticas vivenciales para un buen aprendizaje significativo. La investigación es demostrada a través de la comprobación de la hipótesis planteada, donde las estrategias didácticas vivenciales, fortalecen y mejoran el aprendizaje significativo de los estudiantes universitarios. (p.155)</p>

Todo el análisis bibliográfico enunciado en la Tabla 1 expone diversas experiencias sobre la enseñanza en educación superior, lo que da lugar a una serie de retos, tanto para la enseñanza online como la presencial.

En la actualidad el estudiante universitario quiere que su proceso de aprendizaje este

acorde con el perfil profesional que necesita la sociedad y esto se logra con la adopción de metodologías, enfocadas a problemas reales. Asimismo, cada una de las investigaciones abordadas anteriormente, lleva a repensar el nuevo papel del docente y las estrategias utilizadas durante el proceso de enseñanza aprendizaje, las cuales deben involucrar más

al estudiante, quien históricamente ha estado rezagado debido a currículos tradicionales.

Discusión

A lo largo de la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en Latinoamérica como también en Bolivia respecto a diversas metodologías de enseñanza y sus efectos en el aprendizaje del estudiante que en los últimos

años se han implementado cada una de estas metodológicas convirtiéndose incluso en estrategias para el ámbito de educación superior. Los estudios se han visto limitados sobre todo en las universidades del País.

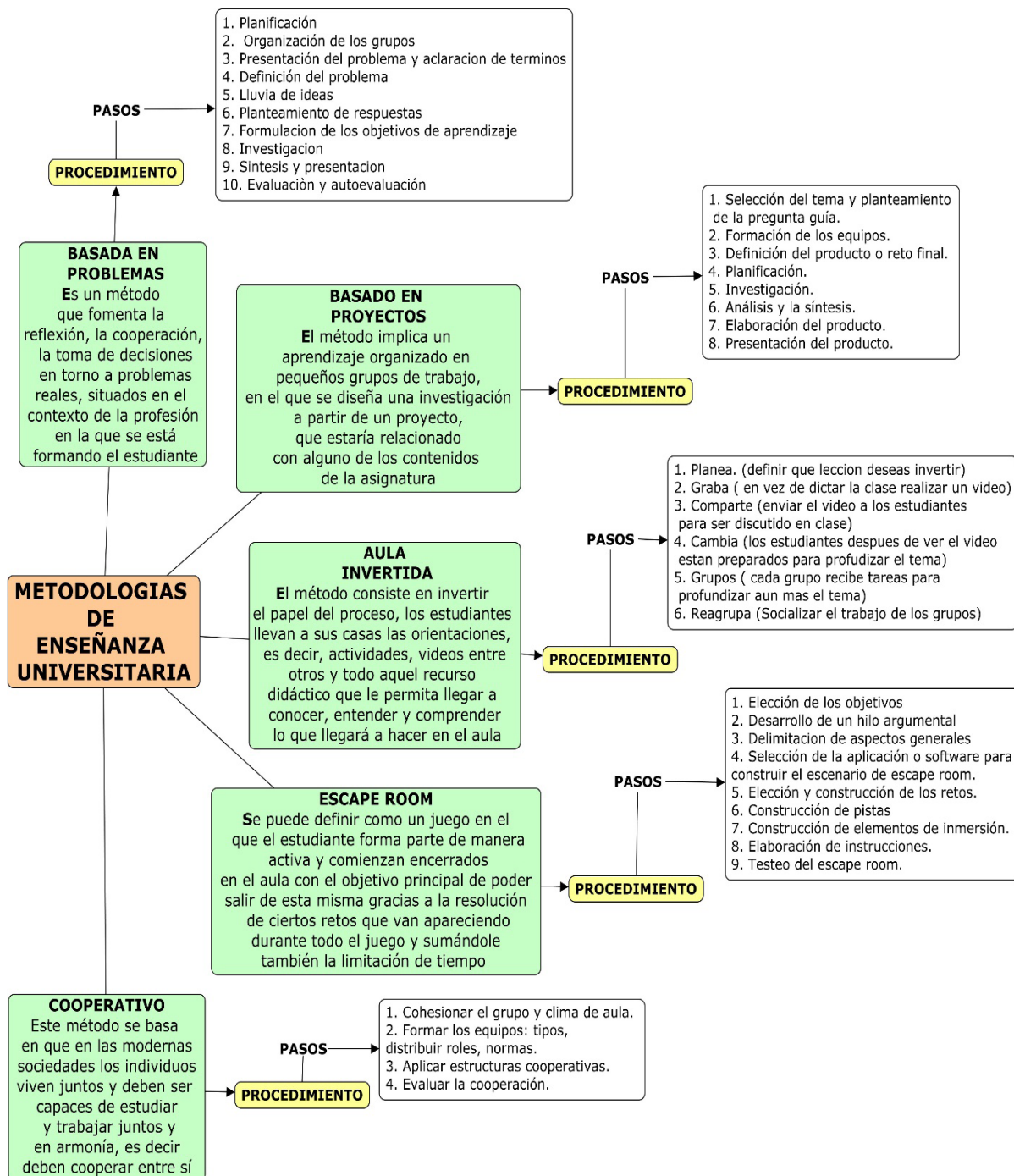
A continuación, en la Tabla 2., se describe los aspectos comunes y divergentes de los documentos consultados.

Tabla. 2 Aspectos comunes y divergentes de las metodologías de enseñanza universitaria en los diferentes ámbitos

ASPECTOS COMUNES	ASPECTOS DIVERGENTES
<p>Como se aprecia en los trabajos de investigación se puede resaltar por ejemplo que cada una de las metodologías son estrategias que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son excelentes herramientas para trabajar en línea. • El fundamento de cada una de las metodologías de enseñanza en educación superior se encuentra dentro de la teoría constructivista. • Generan un aumento y aprovechamiento del aprendizaje autónomo del estudiante. • Motivan y facilitan el aprendizaje. • Favorecen el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico. • Permiten la reflexión, la construcción de conocimiento a partir del análisis de casos reales. • Favorecen la integración de nuevos conocimientos que permitirá al estudiante enfrentar distintas situaciones de aprendizaje y resolución de problemas en su futuro desempeño profesional, por tanto, el rol del docente, se convierte en mediador porque el principal protagonista de su propio aprendizaje es el estudiante. • Permiten el desarrollo de competencias humanas. • Fomentan la capacidad de tomar decisiones, resolver problemas bajo el principio de la responsabilidad y sobre todo se adecua a cualquier profesión. • Influyen significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes. • Permiten que el docente fortalezca habilidades y destrezas pedagógicas, a partir del diseño de sus clases, tomando en cuenta el plan de estudios, necesidades pedagógicas, para llegar a formar estudiantes competentes, comprometidos y sobre todo protagonistas en la construcción de su formación académica. • Contribuyen al aprendizaje de manera amena y divertida. • Suponen un reto creativo para el docente, produciendo una sensación de satisfacción cuando los estudiantes concluyen con éxito cada una de las actividades planteadas. • En cada grupo de trabajo se desarrolla la comprensión del contenido. • Los profesores crean estilos de enseñanza diferentes. • Se desarrolla la competencia del trabajo en equipo. • Proponen soluciones creativas. • Se adaptan a cualquier asignatura. • Se desarrolla el aprendizaje significativo. • Los estudiantes tienen la oportunidad de discutir, brindar opiniones y hacer interpretaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es complicada la ejecución de cada una de las metodologías, cuando existe un gran tamaño de los grupos en clases, dependiendo de las carreras y asignaturas. • Se requiere un gran apoyo y orientación para garantizar la responsabilidad y compromiso de cada estudiante. • El tiempo debe ser utilizado adecuadamente, tanto en docentes como en estudiantes.

Posteriormente se muestra en la Figura 1. enseñanza en el ámbito de educación superior, El procedimiento de las metodologías de que fueron abordados según la Tabla 1.

Figura 1. Procedimiento de cada una de las metodologías de enseñanza universitaria



Elaboración propia, basada en la bibliografía consultada según Tabla 1.

Se requiere incidir en la importancia que tiene la reflexión, el conocimiento del grupo al que va dirigido y la maduración que necesita el profesor universitario antes de llevar a cabo adecuadamente una metodología en su docencia, la incorporación de cada uno de las metodológicas de enseñanza requiere una transición, no es un proceso inmediato porque la sociedad del conocimiento quiere y necesita mayores estímulos a causa de la gran cantidad de información a la que tiene acceso. Todo empieza en el aula, un aula innovadora que con ayuda de estímulos y factores motivacionales logrará un aprendizaje más significativo. Es importante cambiar la cultura de protagonismo del docente universitario, para que sea el estudiante el principal protagonista y el profesor deba convertirse solo en un acompañante o mediador del proceso académico que realiza el estudiante fuera y dentro del aula, se recomienda también que se desarrolle en un ambiente colaborativo entre los estudiantes en el que cada uno de ellos se sienta comprometido y que trabaje de manera conjunta reflexionado de manera crítica para llegar al objetivo y así el proceso de enseñanza – aprendizaje será cada vez más dinámico, flexible y sobre todo innovador.

El docente universitario de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, debe adquirir nuevas formas de enseñanza que permitan que los estudiantes aprendan de mejor manera. Provocar emociones positivas, que faciliten procesos de aprendizaje. Se trata de aprovechar aquello que le interese al estudiante y se emocione con ello. Además, es necesario que sea consciente de la aplicabilidad de lo aprendido; para ello, podemos añadir toques de la realidad a las actividades planteadas, en este sentido se requiere un esfuerzo por parte del docente porque se necesita una buena planificación y definición de objetivos antes del desarrollo de la asignatura. Los estudiantes

necesitan conocer con anterioridad lo que se les va a pedir, cómo lo van a ir desarrollando y, sobre todo, cómo van a ser evaluados. No obstante, todas las metodologías docentes pueden dar muy buenos resultados si se planifican de forma adecuada y si se adaptan a las condiciones del grupo al que van dirigidas, se ha visto que, metodologías diferentes, como son el método basado en problemas, método basado en proyectos, aula invertida, método cooperativo el escape room, tomando en cuenta la parte de motivación, actitud positiva y sobre todo compromiso docente.

Cada una de las metodologías de enseñanza, pueden desarrollarse con todos los estudiantes, independientemente del curso, de la asignatura, de la edad y del nivel de conocimiento.

Es necesario que el docente sea claro en sus explicaciones y sobre todo que vincule la teoría con la práctica y así de esa manera hacer que los estudiantes aprendan de mejor manera, educar a los estudiantes universitarios, desde el ámbito no solo educativo sino emocional, integral y personal para poder formar profesionales íntegros. Por otro lado, respetar sus opiniones, pensamientos y sentimientos; así como aprender de ellos, ya que muchas veces tienen ideas fascinantes, y ahí es cuando se operativiza el compromiso docente el cual es primordial para la enseñanza universitaria, así como el propiciar el diálogo en los ambientes educativos los cuales favorecen la democracia, integrando componentes motivacionales, metacognitivos y de autoeficacia, ya que favorecen de manera importante el desarrollo de las competencias comunicativas. Por otra parte es importante desarrollar intervenciones psicosociales, socioemocionales y motivacionales, respecto a los factores estresantes más frecuentes como lo son por ejemplo “Realizar un examen” y “problemas para concentrarse”.

Llegar a tener calidad en el proceso enseñanza aprendizaje dentro del ámbito universitario, depende de la metodología que asuma el docente, la vocación, actitud, cualidades y sobre todo interés por seguir actualizándose en beneficio del estudiante y futuro profesional idóneo en la sociedad. La realidad evidencia que la educación en las Universidades debe adaptarse, acorde a las exigencias de la sociedad, esto supone una serie de cambios metodológicos que implican formar estudiantes que no solo tengan conocimientos, sino que sean competentes para cuestionar el conocimiento y generar propuestas acordes a las exigencias del entorno, incentivar a construir el conocimiento de manera creativa, innovadora y sobre todo didáctica, utilizando otros métodos y técnicas que incluyan mnemotecnias, actividades recreativas, estudios de caso, aprendizaje basado en problemas, infografías, discusiones, mesas redondas entre otros; es decir salir de los métodos tradicionales y utilizar métodos centrados en los estudiantes.

Finalmente, se espera que el presente artículo sirva de retroalimentación para el ejercicio docente y fuente bibliográfica para futuras investigaciones tendientes a implementar métodos novedosos que ayuden al estudiante universitario en la formación y obtención de todas aquellas capacidades individuales y laborales requeridas por la sociedad.

Referencias Bibliográficas

- Albarrán Torres, F. A., & Díaz Larenas, C. H. (2021). Metodologías de aprendizaje basado en problemas, proyectos y estudio de casos en el pensamiento crítico de estudiantes universitarios. *Ciencias Medicas*, 25(3), 1-18. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942021000300013
- Álvarez Gómez, G. A., Tabares Burbano, I. P., Valle Fiallos1, B. G., & Arciniegas Paspue1, O. G. (2021). Desarrollo de capacidades en estudiantes mediante el aprendizaje. *Conrado*, 17(S3), 202-211. Obtenido de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2158>
- Donayre Villacorta, J. a. (2021). Aprendizaje basado en Proyectos mejora el Aprendizaje Significativo en los estudiantes de la asignatura Elaboración de Proyectos de Inversión en la carrera de Contabilidad del Instituto San Luis 2020-I. Trujillo- Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7894>
- Navarro-Mateos, C., & Pérez-López, I. (2022). El escape room como estrategia didáctica en el Máster de Profesorado. *Dialnet*(44), 221-231. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8127983>
- Perico Granados, N. R., Tovar Torres, C., Reyes, C. A., & Vera, M. C. (2022). Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente. *Publicaciones*, 52(3), 295-321. doi:<https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22275>
- Arana Delgado, J. C., Carpio Vásquez, W., & Carpio Vásquez, W. (2022). Aprendizaje Basado en el Problema Modalidad Virtual en pregrado de Medicina Humana. *Sinergias Educativas*. doi:<https://doi.org/10.37954/se.vi.243>
- Aurelio, G. F. (2022). Estrategias motivadoras y aprendizaje creativo. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*.(2). Obtenido de <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/3096/3087>

Azorin Abellan, C. M. (2018). El método de aprendizaje cooperativo y su aplicación en las aulas. *Perfiles Educativos*, 40(161), 181–194. Obtenido de <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.161.58622>

Bailey Moreno, J., & Flores Fahara, M. (18 de 10 de 2021). ¿Cómo aprenden a enseñar los profesores universitarios? Un acercamiento a la construcción de creencias acerca de la enseñanza. *Revista Complutense de Educación*, 33(1), 81-91. doi:<https://doi.org/10.5209/rced.73717>

Barboyon Combey, L., & Gargallo López, B. (2022). Métodos centrados en el estudiante. sus efectos en las estrategias y los enfoques de aprendizaje de los universitarios. *Interuniversitari*, 34(1), 215-237. doi:DOI: <https://doi.org/10.14201/teri.25600>

Barrera Arcaya, F., Venegas-Muggli, J., & Ibacache Plaza, L. (2022). El efecto del Aprendizaje Basado en Proyectos en el rendimiento académico de los estudiantes. *REXE- Revista De Estudios Y Experiencias En Educación*, 21(46), 277–291. doi:<https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n46.2022.015>

Barzola Moscoso, B. C. (2018). El método colaborativo como estrategia metodológica y su influencia en el aprendizaje de la Matemática en los estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - Perú. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Innovation in Education and*, 19-21. Obtenido de <https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.414>

Benavides Martínez, B. (2022). Alternativas de enseñanza adoptadas por los profesores universitarios para motivar el aprendizaje en los contextos de aula. *Cultura Educación*

y Sociedad, 13(1), 143–160. doi:<https://doi.org/10.17981/cultedusoc.13.1.2022.09>

Benavides-Martínez, B. (2022). Alternativas de enseñanza adoptadas por los profesores universitarios para motivar el aprendizaje en los contextos de aula. *Cultura, Educación y Sociedad*, 13(1), 143-160. Obtenido de <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.13.1.2022.09>

Cacoango Yucta, W. I., & Sevilla Carrasco, J. D. (2022). Empleo del aula invertida por estudiantes universitarios en el campo de la salud en tiempos de COVID-19. *Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(2), 278-291. Obtenido de <http://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/105>

Casasola Rivera, W. (11 de 05 de 2022). La enseñanza universitaria en tiempos de pandemia: el uso inapropiado de diapositivas y su impacto en la salud mental y el aprendizaje en estudiantes universitarios. *Tecnología en Marcha*, 35(5), 301-311. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.5981>

Chumacero Calle, J. C. (2022). Aula invertida en el aprendizaje autorregulado en estudiantes. Lima- Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82540>

Combey, B. &. (2022). Métodos centrados en el estudiante. Sus efectos en las estrategias y los enfoques de aprendizaje de los universitarios. *Revista Interuniversitaria*, 34(1), 215-237. Obtenido de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/147425/Metodos_centrados_en_el_estudiante_Sus_e.pdf?sequence=1

de Ros Cócera, L. &. (2022). Escape Room Educativo como estrategia para innovar en enseñanza de segundas lenguas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 11(1), 35-52. Obtenido de <https://www.uco>

es/ucopress/ojs/index.php/ripadoc/article/view/13607

Díaz Ramos, R. L. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas y Rendimiento Académico en alumnas de quinto año de Enfermería en una Universidad Nacional, Lima - 2020 TESIS. In Repositorio Institucional - UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48641>

Espinoza Ipanaque, P. C. (2022). Estrategia metodológica para fortalecer las habilidades sociales de estudiantes de un Instituto Superior Privado de Lima Metropolitana. Lima- Perú. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ed898762-9a25-41a5-930b-e3cbdb003e6f/content>

Fernández, A. (2022). Análisis de las estrategias didácticas para el desarrollo de habilidades creativas en los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Privada del Valle. *Compáz*(30), 57-74. Obtenido de <https://bolivia.vlex.com/vid/analisis-estrategias-didacticas-desarrollo-847024572>

Fornaris Parejo, Y. P. (2020). Percepción de los estudiantes universitarios sobre las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes de la universidad Simón Bolívar de Barranquilla". Barranquilla. Obtenido de https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6778/Percepci%c3%b3n_Estudiantes_Universitarios_Estrategias_Pedag%c3%b3gicas_Utilizadas_Resumen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guarest, G., & Bellotti, M. (2022). Estrategias de enseñanza virtual centradas en el estudiantado. *Experiencias en el aula en pandemia. Confluencia de saberes*, 5, 4-25.

Obtenido de <http://170.210.83.53/index.php/confluenciadesaberes/article/view/3218/60691>

Juan Patricio Santillán-Aguirre, E. M.-M.-P. (2022). El aprendizaje cooperativo como nueva metodología en el aula. *Polo del Conocimiento*, 6(1). Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2207>

Lasso-Cardona, L. A. (2022). El ABPrj como estrategia pedagógica aplicada en un curso de Programación Orientada a Objetos. *Educación y Humanismo*, 24(42), 21-45. doi:<https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4822>

Manzano León, A., & Arrifano Tadeu, P. (2022). Escape rooms educativos: una experiencia en una universidad portuguesa. *INFAD De Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.*, 1(1), 281-288. doi:<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2022.n1.v1.2374>

Margarita R. Rodríguez-Gallego, R. O.-S. (2021). Metodologías activas desarrolladas en la supervisión de las Prácticas Externas del Grado en Pedagogía. *d'Innovació Docent Universitària*(13), 1-8.

Maridueña Torres, R. A. (2022). Estrategias didácticas en el nivel universitario desde un enfoque dinámico de aprendizaje. *Científica Ciencia Y Tecnología*, 22(33). Obtenido de <https://doi.org/10.47189/rcct.v22i33.515>

Monjaras Salvo, J., Villalba Condori, K. O., Ponce Aranibar, M. P., Castro Cuba Sayco, S. E., & Cardona Reyes, H. (2022). Percepciones y limitaciones del aula invertida en el contexto de la educación técnica superior: un estudio

con estudiantes y docentes de un instituto técnico peruano. *Campus Virtuales*, 11(2), 75-86. doi:<http://dx.doi.org/10.54988/cv.2022.2.1047>

Moreno Treviño, J. O., Hernández Martínez, J., & García Gallegos, A. (2022). Estrés académico de estudiantes universitarios de Economía: estresores, síntomas y estrategias. *Educación y Desarrollo*, (60). Obtenido de https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/antecedentes/60/60_Moreno.pdf

Moreno-Treviño, J. H.-M.-G. (2022). Estrés académico de estudiantes universitarios de Economía: estresores, síntomas y estrategias. *Revista de Educación y Desarrollo*, 60, 19-28.

Ortiz Diaz, J., & Cutimbo Lozano, G. F. (7 de 05 de 2022). Aprendizaje basado en problemas: una metodología. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 22, 155-172. doi:<https://doi.org/10.51302/tce.2022.820>

Peralta, D. y. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Revista Sociedad & Tecnología*, 3(2), 2-10. Obtenido de <https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/62>

Pérez Collantes, R. D., Alberto Lovera, P. C., Gonzales Zuñiga De Las Casas, N. E., & Salvatierra Melgar, Á. (2022). Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(23), 404 - 417. doi:<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.343>

Perez Moreano, Y. M. (2022). Aprendizaje cooperativo y el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Ética Pública e Integridad Institucional del II ciclo del área de Ciencias Económicas y de la Gestión

de la Escuela de Estudios Generales de la UNMSM en el semestre 2019-II. Lima- Perú. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17963/Perez_my.pdf?sequence=1

Quispe Vargas, A. P. (2019). Estrategias Didácticas vivenciales del desempeño docente para el aprendizaje significativo en Estudiantes Universitarios (Caso UPEA Carrera Ciencias de la Educación-2018). La Paz- Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/21094/TM330.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramirez Achoy, J., & Pagès Blanch, J. (2022). Prácticas docentes en la formación inicial para la enseñanza de la historia. Un estudio de caso en Costa Rica. *Revista Colombiana de Educación*, 1(84). doi:<https://doi.org/10.17227/rce.num84-11395>

Ramírez-Mera, U., & Marín. (2022). Aprendizaje autorregulado y Entornos Personales de Aprendizaje en la formación inicial docente: percepciones del alumnado y propuesta de herramientas y recursos. *Revista Complutense de Educación*, 33(1), 41-55. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/71002>

Rivera Morales, M. T. (2022). Percepción del ejercicio docente universitario. *Revista Relep - Educación Y Pedagogía En Latinoamérica*, 4(1), 71-85. Obtenido de <https://doi.org/10.46990/relep.2022.4.1.554>

Ruíz Espinoza, F. H. (2021). Experiencia de aprendizaje basado en problemas - Universidad De Colima. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 1386-1407. Obtenido de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.335

Ruiz Morales, Y. A. (2022). e-Evaluación del trabajo colaborativo en estudiantes universitarios. *Saber, Ciencia Y Libertad*, 17(1), 364–377. Obtenido de <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n1.8473>

Ruiz Morales, Y. A. (17 de 01 de 2022). e-Evaluación del trabajo colaborativo en estudiantes universitarios. *Saber, Ciencia Y Libertad*, 17(1), 364–377. doi:<https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2022v17n1.8473>

Salvador Gómez, A., Escrig-Tena, A. B., Beltrán Martín, I., & García Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. doi:<https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>

Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A., Beltrán-Martín, I., & García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. doi:<https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>

Sarmiento, J. F. (2021). Estrategias metodológicas y didácticas para la autorregulación del aprendizaje y su incidencia en el desarrollo de competencias comunicativas lectoescriturales de los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad del Pacífico. Bogota.

Sepulveda, P., Cabezas, M., García, J., & Fonseca Salamanca, F. (2021). Aprendizaje basado en problemas: percepción del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias preclínicas por estudiantes de Kinesiología. *Educación Médica*, 22(2), 60-66. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181319300221#!>

Siavichay Quizhpi, C. S., & Culcay Ñauta, B. I. (2021). La Incidencia del Aula Invertida al Aprendizaje Activo. Cuenca Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36663/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>

Sotelo Rosales, C. M. (2022). Aplicación del aula invertida desde la experiencia de los docentes de un programa de complementación en una universidad nacional limeña, 2021. Lima- Peru. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79928/Sotelo_RCM-SD.pdf?sequence=8

Sotelo Rosales, C. M. (2022). Aplicación del aula invertida desde la experiencia de los docentes de un Programa de Complementación en una universidad nacional limeña, 2021. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79928/Sotelo_RCM-SD.pdf?sequence=1

Tatiana J. Cateriano-Chavez, M. L.-R.-A.-C.-C. (2021). Competencias digitales, metodología y evaluación en formadores de docentes. *Campus Virtuales*, 10(1). Obtenido de <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/673>

Villegas, R. Y. (2022). Estrategia metodologica para el desarrollo de competencias socioemocionales en estudiantes de la carrera de psicología de una universidad privada de lima. Lima- Peru. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/718399d7-caac-4fc5-b7a8-7d27604f6028/content>

Zarandona, M. A. (2021). El debate en el aula universitaria: construyendo alternativas para desarrollar competencias en estudiantes

de ciencias de la salud. Educación Médica, 22, 428-432. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1575181319301986?token=E7D7A3E4488EAA21619047A1E5E3694CB7B98A489BD8C3E08A6E6C73D4E0E34F45AC067663B21811433E3B2718F2A5F9&originRegion=us-east-1&originCreation=20220415215306>

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.705>

INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES VIRTUALES EN LA LIBERTAD DE CÁTEDRA

IMPACT OF VIRTUAL ACTIVITIES ON EDUCATIONAL FREEDOM

Fernando Antonio Beltrán Sánchez

Carrera Administración de Empresas U.M.R.P.S.F.X.CH, Sucre – Bolivia

fabeltrans@hotmail.com

Entregado 25-5-2022, aceptado 1-9-22

Resumen

Un tema de debate permanente en las Universidades es la Libertad de Cátedra y, a partir de los cambios trascendentales que se dieron en el mundo entero producto de la pandemia por el Covid-19, éstos han transformado radicalmente el desarrollo de las actividades académicas de enseñanza, investigación e interacción social; el debate se da con matices diferentes, en virtud a que las actividades sincrónicas y asincrónicas, han dado lugar a una serie de cambios que originaron cambios substanciales en las Universidades. Esta realidad obliga a considerar los nuevos paradigmas de la educación virtual en la Gestión Educativa de la Universidad, entre ellos principalmente la Libertad de Cátedra, cuyas características han sido alteradas debido a factores tales como la tecnología, capacitación, la relación docente estudiante y las competencias pedagógicas en aulas virtuales, todo en un ámbito tecnológico que se dinamiza de modo muy diferente, lo que afecta a su vez al ejercicio de este principio vital en el marco de la Autonomía Universitaria.

Palabras Clave: Libertad de Cátedra, Actividad Académica, Educación Virtual.

Abstract

A topic of permanent debate in Universities is the Academic Freedom and, based on the transcendental changes occurred throughout the world as a result of the Covid-19 pandemic, the development of academic teaching activities, research and social interaction were radically transformed. Now debates take place with different nuances, by virtue of the synchronous and asynchronous activities have given rise to a series of changes that originated substantial variations in Universities. This reality forces us to consider new paradigms of virtual education in the Educational Management of the University, among them mainly the Academic Freedom. Its characteristics has been altered due to factors such as technology, training, the teacher-student relationship and skills teaching in virtual classrooms, all in a technological field that is dynamic in a very different way, which in turn affects the exercise of this vital principle within the framework of University Autonomy.

Keywords: Academic Freedom, Academic Activity, Virtual Education

Introducción:

El tema de la Libertad de Cátedra tiene una enorme significación en el mundo entero, dada su importancia en la educación superior; por ello, la Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, al respecto dice:

El personal docente de la enseñanza superior tiene derecho al mantenimiento de la libertad académica; es decir, la libertad de enseñar y debatir sin verse limitado por doctrinas instituidas, la libertad de llevar a cabo investigaciones y difundir y publicar los resultados de las mismas, la libertad de expresar libremente su opinión sobre la institución o el sistema en el que trabaja, la libertad ante la censura institucional y la libertad de participar en órganos profesionales u organizaciones académicas representativas” (UNESCO,1997. punto 27).

Por su parte, la Universidad Autónoma Boliviana tiene entre sus bases principistas a la Libertad de Cátedra; por ello, tanto el Sistema de la Universidad Boliviana cuanto la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, contemplan en sus Estatutos, artículos que establecen este principio del ejercicio docente. Así, el Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana establece en su Artículo 5, Inc. e, párrafo i) “La libertad de cátedra que asegura a cada profesor la máxima independencia de criterio y expresión científica en el cumplimiento de su función docente” (Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana, 2010, p.5). Por su parte, la normativa estatutaria de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca en la parte referente a sus Principios, contempla en su Artículo 3, Inc. d: “La libertad de cátedra que asegura a cada

docente la máxima independencia de criterio, pensamiento y expresión, en cumplimiento de su rol.” (Estatuto Orgánico UMRPSFXCH, 2010, p.2). Asimismo, como parte de los derechos y obligaciones del docente, en el Artículo 105, Inc. b, establece: “La libertad de cátedra, dentro de la cual tienen independencia en la exposición de sus asignaturas y en la orientación y realización de su trabajo”. (Estatuto Orgánico UMRPSFXCH, 2010, p.44).

Finalmente, el Artículo 180, referido al Fuero Universitario e Inviolabilidad de los Recintos Universitarios señala:

La libertad de cátedra y la libre expresión de las ideas que se establece dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, significa que los docentes universitarios no deben ser reprimidos o perseguidos por sus expresiones en el ejercicio de la docencia. Por tanto, cualquier atentado de esta naturaleza en contra de un docente, importará un atentado en contra de la autonomía universitaria. (Estatuto Orgánico UMRPSFXCH, 2010, p. 71)

Ahora bien, es importante analizar cuáles son las incidencias de la educación virtual en la Libertad de Cátedra, para lo cual es preciso definir este principio siendo necesario citar algunos autores:

...uno de los derechos incluidos dentro de la libertad académica, por lo que la concebimos como el derecho a ejercer docencia en el ámbito de educación superior con absoluta libertad de enseñar y debatir, sin estar limitado por doctrinas instituidas. (Polanco Braga, 2014 p. 287)

La libertad de cátedra no es un mero derecho individual de los docentes que quepa identificar sin más con la libertad de expresión docente. Se trata sobre todo de una garantía institucional que define la estructura del proceso educativo y del que deriva la posición jurídica de los profesores. La libertad de cátedra es un principio organizativo en el ámbito de la enseñanza pública y del profesor funcionario que implica un sistema de pluralismo interno en los centros públicos, y que, por tanto, resulta incompatible con la existencia de un ideario de centro o de cualquier otra supeditación de la actividad del profesor a cualquier sistema de valores, salvo los consagrados por el propio orden jurídico político. (Lorenzo 1994, p.255)

La libertad de cátedra es el derecho de los profesores universitarios de proponer programas académicos y desarrollar los ya establecidos en la universidad, de conformidad con sus propias convicciones filosóficas, científicas, políticas y religiosas, lo cual le permite transmitir conocimientos a su auditorio, mucho más amplio que el universo de los alumnos regulares en un curso, desde su propia experiencia y visión de mundo, sin más compromiso que la verdad científica. (Calderón, 2013, p.7)

Sobre los factores de moderación de la libertad de cátedra, (Madrid, 2013) dice: “ 1) El respeto a los demás derechos fundamentales, especialmente el derecho al honor, a la intimidad y a la propia imagen; y, 2) El abuso del derecho a la libertad de cátedra”. (p. 3).

Tomando en cuenta todo lo anterior, resulta altamente significativo que los docentes estando en una situación muy diferente a la que estuvieron antes de la pandemia, tomen en cuenta los aspectos esenciales referidos a la libertad de cátedra; siendo un principio, pero a la vez un elemento legal que regula y condiciona la actividad en las aulas y en cualesquier otro escenario donde se desarrolle una actividad académica; pero es más, todos saben y conocen de la existencia de este principio fundamental que hace a su trabajo; sin embargo, les resulta complicado conocer a cabalidad los límites bajo los cuales tienen que desempeñarse. Es normal y muy común que los profesores tengan dudas sobre cómo ejercer su derecho al principio de la Libertad de Cátedra; situación que con la pandemia fue complicándose mucho más, dado que las relaciones entre docentes y estudiantes cambiaron de manera radical, siendo la virtualidad ajena a lo que hasta marzo del año 2020 hacía el profesor universitario, debido a que no es la presencia física la que caracteriza al proceso, sino la tecnología que a través de las plataformas y herramientas tecnológicas hacen de la actividad académica su principal aliado, aunque la respuesta de los estudiantes, suele ser incierta, frente a los nuevos estímulos provocados por la virtualidad.

Pero eso no es todo, resulta que la relación es mucho más compleja de lo que parece, puesto que los docentes que habían encontrado una metodología de trabajo incluso coordinada con otros profesores de la misma materia y/o de otras, ahora se enfrentan a situaciones cada vez más complicadas puesto que cada profesor, es como si estaría empezando de nuevo, en sus primeras experiencias; lo que genera un ambiente confuso para el estudiante, que se enfrenta a sus profesores en otra dimensión, en otra perspectiva; en síntesis, en otra realidad

por lo que también debe aprender a relacionarse nuevamente con sus profesores.

Esta nueva realidad tiene su particularidad en las ciencias sociales; especialmente, en las ciencias de la administración, donde el conocimiento se transmite y construye de manera distinta, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo en las ciencias exactas.

Es necesario establecer que no se han encontrado investigaciones similares, por lo que no se tienen referencias al respecto.

En síntesis, la realidad actual, con restricciones para el desarrollo de actividades presenciales obliga a cambiar los modelos y métodos tradicionales de enseñanza, sustituyendo los ambientes físicos, los pupitres, las pizarras y otros; por los medios tecnológicos, sean plataformas o herramientas virtuales, tales como Moodle, Zoom, Google Meet, Google Classroom, Microsoft Teams, entre otras; asimismo, las aplicaciones utilizadas por los estudiantes en sus equipos celulares o computadoras contribuyen y facilitan los procesos académicos, tales como WhatsApp, Facebook, E-mail, Google Keep, YouTube, entre otras.

Materiales y Métodos

La presente investigación es cualitativa, en virtud a que se pretende obtener información sobre las experiencias y percepciones de los docentes de la Carrera de Administración de Empresas de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, respecto a la Libertad de Cátedra y al uso de medios virtuales. Por otra parte, las bases que sustentan la investigación son: la percepción de los docentes respecto a la Libertad de Cátedra, su conocimiento y actitudes que limitan su pleno ejercicio.

Posteriormente, se realizó la concentración de datos y posterior análisis, que permitió explorar sobre las nuevas relaciones que caracterizan las actividades docentes en el marco de la Libertad de Cátedra con el uso de las nuevas tecnologías virtuales, para ello surge la pregunta básica:

¿Cuáles son los aspectos y las experiencias en el ejercicio de la docencia en aulas virtuales que afectan a la Libertad de Cátedra en la Universidad?

Para dar respuesta a esta pregunta se investigó sobre los siguientes aspectos:

1. Libertad para expresar sus ideas.
2. Derecho a la intimidad del docente.
3. Derecho a la propia imagen del docente.
4. Censura y amedrentamiento por el uso de medios virtuales.
5. Estrés que generan las actividades virtuales.
6. Métodos de enseñanza.
7. Afectación y flexibilidad sobre los contenidos de las asignaturas.
8. Conducta de los estudiantes.
9. Participación de los estudiantes en clases virtuales.

Como se dijo, para el desarrollo, se ha utilizado el método cualitativo de la entrevista; este método permite, recopilar y analizar información respecto a la opinión, actitud, sentimientos y otros elementos importantes de las personas entrevistadas. También permite establecer una relación cercana y de confianza entre el investigador y la persona entrevistada. El propósito de este método, en esta investigación, es obtener información relevante sobre las

nuevas relaciones entre docentes y estudiantes en el marco de la libertad de cátedra y las incidencias que tienen las nuevas tecnologías virtuales producto de la pandemia.

La entrevista realizada, también permitió explicar sobre la investigación con preguntas que en algunos casos tuvieron una amplia respuesta y conversación sobre el tema y otros relacionados; todo, en virtud a que las nuevas condiciones de trabajo motivaron a expresar muchos aspectos interesantes.

La entrevista, se realizó vía telefónica debido a las condiciones de restricción, y se aplicó a 20 profesores de la Carrera de Administración de Empresas de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, quienes brindaron información amplia y de manera abierta, sobre los nueve tópicos.

Resultados

A partir de un análisis temático, los resultados que se obtuvieron se describen a continuación:

1. Libertad para expresar sus ideas

El 50% de docentes sienten que no pueden expresar libremente sus ideas, pensamientos o convicciones por el mal uso que estudiantes dan al material utilizado y exposición del profesor en las clases virtuales. El restante 50% indican que pueden desarrollar las actividades virtuales sin problema alguno. Sobre este aspecto, se debe mencionar que un problema detectado, son las grabaciones de las clases que algunos estudiantes utilizan inapropiadamente.

2. Derecho a la intimidad del docente

El 70% de los docentes indican que el derecho a la intimidad en el trabajo docente se ve afectada por la distancia y la imposibilidad material de estar en contacto directo y presencial con el

estudiante. El 30% indica que no se vio afectada la intimidad de su trabajo en aula. Sobre el particular, es natural que los docentes sientan cambios en su trabajo por el distanciamiento físico existente en las actividades virtuales; la falta de contacto directo y la imposibilidad de interactuar con los estudiantes también de manera directa, hace que se sienta la pérdida de la dinámica propia de la forma convencional a la que se encontraba habituado.

3. Derecho a la propia imagen docente

El 90 % de los docentes indican que el derecho a su propia imagen no fue afectada; entre tanto; que el 10% indica que sí se vio afectada, por las dificultades en el uso de los medios tecnológicos en las clases virtuales. Esta situación se da por el hecho de que los estudiantes advierten que el docente no tiene dominio de la asignatura que regenta; cuando en realidad, se trata de la falta de pericia en el manejo de los medios virtuales.

4. Censura y amedrentamiento por el uso de medios virtuales

Un 50% de los profesores sintieron; de alguna manera, amedrentamiento y censura debido a una serie de instructivos, algunos de ellos contradictorios. Para algunos docentes, los medios de control que ejercen las autoridades, se tradujeron en un medio de amedrentamiento; más aún, cuando por la propia novedad en las actividades virtuales, solían surgir instructivos que generaron confusión y en algunos casos contradicción. Estos instructivos hacen referencia a utilizar determinada plataforma, cuando en realidad los profesores recién se encontraban tomando conocimiento de las plataformas y herramientas y cada quien optó por la que mejor podía aplicar en las actividades académicas, ante esto, se emiten disposiciones que originan esta situación.

5. Estrés que generan las actividades virtuales

Un 70% sufrió estrés al inicio de las actividades virtuales, debido a dificultades en el uso de plataformas y/o herramientas virtuales, además de la falta de conocimiento y experiencia en el manejo de éstas, además de las propias aplicaciones tecnológicas utilizadas en celulares por los estudiantes; sin embargo, luego de adaptarse superaron el estrés. El 30% no sintió los efectos del cambio.

6. Afectación a los métodos de enseñanza

El 80% de los profesores indican que los métodos de enseñanza se vieron afectados por el cambio a la actividad virtual, mientras que el 20% indican que no cambiaron. Este es; probablemente, el mayor impacto no sólo en los profesores, sino en los propios estudiantes que expresaron mucha sorpresa por la aplicación de medios tecnológicos en los procesos académicos; así por ejemplo, las actividades con dinámicas de grupo, demoraron en aplicarse, dado que los profesores tuvieron que aprender el uso de las bondades de las plataformas y herramientas para realizar trabajos de grupo en clases virtuales de manera simultánea.

7. Afectación y flexibilidad sobre los contenidos de las asignaturas

Un 30% de los docentes han afectado y flexibilizado los contenidos de su asignatura, mientras que el 70% mantuvo los contenidos según el programa oficial. Esto se da principalmente por las dificultades propias del desarrollo de actividades virtuales a las cuales tuvieron que adaptar sus actividades.

8. Conducta de los estudiantes

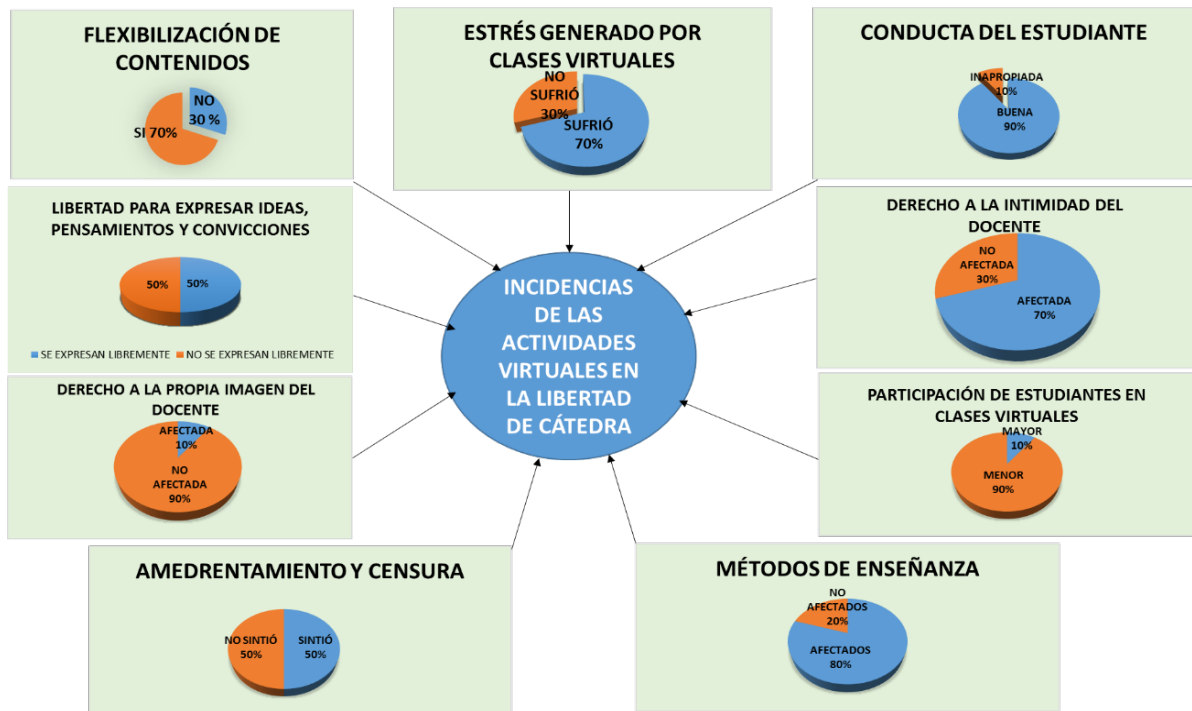
El 90% de los profesores indican que la conducta de los estudiantes fue buena y, sólo un 10% indica que los estudiantes tuvieron una

conducta inapropiada. Esta situación se refiere principalmente a determinadas actitudes de estudiantes que hacen mal uso del conocimiento y manejo de los medios tecnológicos.

9. Participación de los estudiantes en clases virtuales

El 90% de los profesores indican que la participación de los estudiantes es menor en clases virtuales, mientras que sólo el 10% indica que los estudiantes tienen mayor participación. La razón principal es que los medios tecnológicos no reunían las condiciones adecuadas para la participación en las clases y; por otra parte, que los estudiantes se sentían cohibidos por la falta de adaptación a este tipo de actividades y las facilidades de participación que tiene la actividad presencial.

El siguiente gráfico muestra objetivamente, las incidencias de las actividades virtuales en la Libertad de Cátedra.



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Las actividades de docencia y la Libertad de Cátedra en los procesos de enseñanza en la Carrera de Administración de Empresas de la U.M.R.P.S.F.X.CH., están afectadas notoriamente, ante el cambio de las actividades presenciales por las virtuales, vigentes como emergencia de la pandemia por el Covid-19. Los factores más sensibles son: estrés por el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de las actividades docentes y por la exigencia de una preparación para entornos tecnológicos que generan estrés por los cambios intempestivos; derecho a la intimidad del trabajo docente; libertad para expresar sus ideas, pensamientos y convicciones; y, amedrentamiento y censura; por su parte, el derecho a la propia imagen del docente se vio afectada levemente.

Por otro lado, factores colaterales, que de alguna manera pueden afectar al ejercicio pleno de la libertad de cátedra, como los métodos de enseñanza, flexibilización de contenidos y la participación de estudiantes en clases virtuales tienen un efecto importante, hecho que debe merecer la atención de los propios docentes y autoridades. Finalmente, se puede afirmar, que la conducta de los estudiantes en general, fue buena, con algunas excepciones que se dieron como emergencia de la novedad en la aplicación de los medios virtuales o incluso, porque los estudiantes se consideran más expertos que los docentes en el manejo de las herramientas tecnológicas.

En todos los casos, los cambios se dan por la naturaleza misma de la relación docente-estudiante en un aula física, donde la relación

es directa, material y presencial, sin temores en el desarrollo de la actividad académica, donde se genera un ambiente de confianza; además de que las diversas actividades que se desarrollan, dan la posibilidad de tener una percepción más vívida, aspecto que contribuye al docente en decisiones inmediatas para dinamizar las actividades en el aula, lo que no ocurre con la misma facilidad en las actividades virtuales.

Es importante advertir, que los aspectos más esenciales de la Libertad de Cátedra, se ven nítidamente afectados, puesto que la libertad para expresar ideas, pensamientos y convicciones, así como el sentimiento de estar amedrentado o censurado, afecta de manera directa, a los principios de la Libertad de Cátedra. Sin embargo de ello, también se debe destacar que los cambios emergentes de la pandemia, dan la oportunidad de generar una nueva forma para desarrollar las actividades de enseñanza aprendizaje, que complementen y dinamicen todos los elementos esenciales y necesarios para una adecuada formación de profesionales; así como establecer nuevos paradigmas para la formación de profesionales y la relación directa con la Libertad de Cátedra.

Conclusiones

- El principio de la Libertad de Cátedra es reconocido por Universidades Autónomas e instituciones internacionales como la UNESCO, dada su importancia para el ejercicio de la docencia, lo que se refleja en su incorporación en documentos que norman y regulan la actividad docente.

- Si bien es fundamental que se respete este principio fundamental de los docentes en el marco de la autonomía universitaria no es menos cierto que para los estudiantes también existe la libertad académica como derecho para debatir los criterios del profesor a través de una actitud

de confrontación o para refutar o simplemente para ignorar y/o soslayar. Esta combinación de derechos son los que enriquecen los procesos académicos, especialmente el de enseñanza aprendizaje.

- En la actualidad el principio de la libertad de cátedra está siendo afectado por los cambios en las actividades académicas, dado que a partir de las actividades virtuales se ha visto afectada por la dinámica misma que se tiene por el uso de los medios tecnológicos y la imposibilidad de interactuar de manera dinámica entre docentes y estudiantes en el desarrollo de las actividades académicas.

- La libertad de cátedra; siendo un principio, pero a la vez un aspecto legal que regula y condiciona la actividad en las aulas y en cualesquier otro escenario donde se desarrolle una actividad académica, debe ser ejercida de manera apropiada por el docente independientemente de que las actividades sean virtuales o presenciales.

- En la Carrera de Administración de Empresas de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, los cambios en el desarrollo de las actividades académicas han sido de diversa índole, sin embargo, éstos no han originado reacciones traumáticas que afecten de manera negativa el ejercicio de la libertad de cátedra.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento para mis colegas docentes de la Carrera de Administración de Empresas de la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, que tuvieron la gentileza de responder las preguntas expresando y transmitiendo sus experiencias en esta etapa de trabajo académico en virtualidad, con incidencia en la Libertad de Cátedra.

Referencias Bibliografica

Alvarez González Elsa Marina, La libertad de cátedra y el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. 2010 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4570014.pdf>

Bernasconi Andrés, Autonomía Universitaria en el Siglo XXI: Nuevas formas de legitimidad ante las transformaciones del estado y la sociedad, 2014 http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-74682014000200003&lng=es&nrm=iso

Calderón Ferrey Martha, La libertad de cátedra y sus implicaciones. Análisis a partir de la conceptualización de los académicos del ITCR.2013. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3155/libertad_catedra_implicaciones_analisis_conceptualizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carranza Karen, La libertad de cátedra en tiempos del COVID-19. UNED, Carranza@uned.ac.cr. https://www.uned.ac.cr/academica/images/coa/documentos/charlas/Karen_Libertad_de_c%C3%A1tedra_en_tiempos_del_COVID-19.pdf

Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizada en noviembre de 1.997. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000110220_spa

Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana, Universidad Boliviana XI Congreso Nacional de Universidades, 2013 http://www.fedsidumsa.umsa.bo/docs/ReglamentosUMSA/Estatuto_orga_u.pdf

Estatuto Orgánico de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, 28 de enero de 2010 Sucre, Bolivia.

<https://usfx.bo/documentos/dpei/EstatutoOrganicoUMRPSFXCH.pdf>

La libertad de cátedra ventaja o desventaja desde la perspectiva virtual, en la crisis provocada por el COVID -19. 15 may. 2020 <https://estudiantesdecienciassocialesunah.wordpress.com/2020/05/15/libertad-de-catedra-en-el-mundo-virtual-ventaja-o-desventaja-en-la-crisis-provocada-por-el-covid-19/>

Lorenzo Paloma, Acerca de la Libertad de Cátedra, Derecho y opinión, ISSN 1133-3278, N° 2, 1994, págs. 255-266, Universidad de Complutense.1994 <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/7116>

Polanco Braga Elías, La Universidad de México y la Libertad de Cátedra, exposición de en el encuentro de Pedagogía Jurídica: Desafíos en la Formación Docente en Derecho.2014. <http://historico.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/acdmia/cont/23/au/au15.pdf>

Quezada Rodríguez Flavio, La libertad académica y libertad de cátedra en tiempos de pandemia. Temas: CIPER/Académico, Coronavirus. 15.04.2020. Santiago de Chile. <https://www.ciperchile.cl/2020/04/15/la-libertad-academica-y-libertad-de-catedra-en-tiempos-de-pandemia/>

Suárez Malagón Roberto, 421. REVISTA DE DERECHO UNED, NÚM. 9, Page 2. Abstract: Since its recognition in the article 20.1 c) of the Spanish. 2011. <http://revistas.uned.es/index.php/RDUNED/article/viewFile/11083/10611>

UNESCO, Acuerdo de 12 de noviembre de 1997 <https://www.lexivox.org/norms/INT-ACU-UNESCO13144.xhtml>

Vargas Vargas José Ángel, Libertad de cátedra y virtualización de la docencia, 2020 <https://>

www.elpais.cr/2020/03/16/libertad-de-catedra-y-virtualizacion-de-la-docencia/

Madrid Raúl, Revista Chilena de Derecho, El Derecho a la libertad de cátedra y el concept Universidad, 2013 <https://www.scielo.cl/scielo>.

SALUD

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.706>

DESARROLLO DE VACUNAS CONTRA EL SARS-COV-2: RELACIONES ENTRE REGULACIÓN SANITARIA Y LA PROPIEDAD INTELECTUAL

SARS-COV-2 VACCINES DEVELOPMENT; INTERACTIONS BETWEEN HEALTHCARE REGULATION AND INTELLECTUAL PROPERTY

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Carrera “Química Farmacéutica Biológica”

Autores: Qfb. Antonio Hernández
Qfb. Ligia Mariana Murillo Cisneros
Dra. Patricia Parra Cervantes
Dr. Ramón Soto Vázquez
Dra. Alma X. Herrera Marquez

Entregado 20-4-2022, aceptado 7 -7-2022

Resumen

Mucho se ha descrito, investigado, discutido sobre el SARS CoV-2 responsable de la enfermedad COVID-19, sin duda las investigaciones realizadas en torno a la naturaleza del virus, las diferentes terapias o bien las diversas formas de prevenir la enfermedad, como resultado de todas las investigaciones existen productos de carácter científico y tecnológico, de los cuales existen fuertes polémicas sobre los elementos de propiedad intelectual involucrados en este proceso. Se sabe que la propiedad intelectual protege los productos de las actividades de investigación y desarrollo en favor de los investigadores, las instituciones o las empresas que invierten recursos económicos importantes a favor de las investigaciones mientras que, desde el enfoque social hay una tendencia a no proteger mediante patente las soluciones médicas, tecnológicas y farmacéuticas para este problema de salud. En este artículo de opinión se revisó la literatura más relevante

sobre la enfermedad COVID-19 y a través de la investigación documental de artículos científicos, libros, páginas médicas electrónicas y patentes específicamente lo relacionado con las vacunas contra la COVID-19; se estudió el desarrollo tecnológico de las diversas plataformas de la obtención de vacunas, así como las características Biológicas del virus SARS-CoV-2 y la enfermedad COVID-19. En este tenor se revisó también el aspecto regulatorio a cumplir para la aprobación emergente de la vacuna contra el virus SARS CoV-2 para cada una de las plataformas tecnológicas por parte de la Organización Mundial de la Salud y de la agencia regulatoria de México, la Comisión Federal contra Riesgos Sanitarios cuyas siglas son COFEPRIS, en este rubro se consideraron otras figuras de propiedad industrias como marcas, diseños industriales. Otro aspecto no menos importante en el campo de la Propiedad Intelectual son los derechos de autor

los cuales tienen una importancia relevante principalmente por las publicaciones.

En este artículo finalmente se describe la importancia de las vacunas frente al retorno a clases presenciales a la nueva normalidad incluyendo la rama educativa, en particular lo referente a los estudiantes del área de las ciencias químico-biológicas; se consideran los pensamientos que muchos científicos consideran puntos a favor o en contra por el derecho de patentes al desarrollo de las vacunas.

Summary

A lot information has gotten described, researched and analyzed about COVID-19. Undoubtedly, the research conducted on the virus nature, its different therapies or the various ways of preventing this disease show scientific and technological results. However, these results also show highly controversy on intellectual property elements found in this process. In addition, it is known that intellectual property gives protection to products of research and development activities in favor of researchers, institutions or companies that invest significant economic resources in support of researches while, from the social perspective, these medical, technological and pharmaceutical solutions on this health matter are not properly protected due to the lack of a patent.

This article presents the most relevant theoretical revision on the COVID-19 disease, as well as revisions through documentary research of scientific articles, books, electronic medical pages and patents related to COVID-19 vaccines. It also presents the study on the technological development of different platforms for obtaining vaccines, and biological features of COVID-19 disease.

In this regard, this paper shows the study of the regulatory issue to be met for the emerging approval of the vaccine against the SARS CoV-2 virus for each of the technological platforms given by the World Health Organization and the Mexican regulatory agency, the Federal Commission against Sanitary Risks, which acronym in Spanish is presented as COFEPRIS. This item takes into consideration other industrial property figures such as trademarks and industrial designs. Copyright is also another important issue in the field of Intellectual Property, mainly due to publications.

Finally, this article describes the importance of vaccines before coming back to face-to-face classes, thus, to the new normal, especially in the educational branch, particularly referred to students in the chemical-biological sciences area. Scientists' thoughts are also considered in the pros and cons for the patents law in favor of the vaccine development.

Introducción

I. Características de los Coronavirus

El primer coronavirus aislado se encontró en aves y ocasionó bronquitis infecciosa; perteneciente a la subfamilia Coronaviridae denominados Nido virales porque usan el conjunto anidado del ARNm para su replicación.

Los α y β coronavirus infectan a los mamíferos; y los γ y δ infectan a las aves, aunque se puede transmitir a mamíferos; los coronavirus tipo β producen infecciones respiratorias graves y el Síndrome Agudo Respiratorio Severo (SARS); entre los años 2002 y 2003 el SARS-CoV2 ocasionó una epidemia en China, y el MERS-CoV había ocasionado un brote en el Medio Oriente y se llamó Síndrome Respiratorio del Medio Oriente en el año 2012; y actualmente el virus que surgió a finales del año 2019 en

la región de Wuhan-China y el 11 de marzo de 2020 se declaró una Pandemia a nivel mundial se denomina SARS-CoV-2 y ocasiona la enfermedad COVID-19.

a) Características del virus del SARS-CoV-2

El SARS-Cov-2 es un coronavirus β con ARN monocatenario y polaridad (+), mide entre 60 a 140 nm y se encuentra empaquetado por una cápside helicoidal formada por diferentes proteínas mencionadas a continuación.¹

La proteína de la **nucleocápside (N)** ubicada dentro de la bicapa de los fosfolípidos de la envoltura externa protege el material genético viral, proteína de **membrana (M)** mantiene la curvatura de la membrana junto con la unión de la nucleocápside, proteína de **envoltura (E)** ensambla y libera el virus, proteína de **hemaglutinina esterasa (HE)** es una proteína que facilita la entrada del virus a la célula huésped; y una proteína llamada **Spike (S)**, esta proteína se encuentra dentro de la proteína de la envoltura (E) y es capaz de unirse a los receptores de células hospederas; y tiene una

gran afinidad hacia la Enzima Convertidora de Angiotensina 2 (ECA2) encontrada en los neumocitos tipo 2; esta enzima regula la presión sanguínea para evitar enfermedades cardiovasculares; gracias a la proteína S muta el virus y se forma en la superficie exterior para iniciar una infección formándose en la superficie exterior de las células del pulmón, corazón, riñones, intestino, estómago y vejiga. Existen 7 tipos de coronavirus que causan enfermedad en los humanos; los tipos 229E, OC43 y serotipos NL63 y HUKI se asocian al resfriado común. La escuela de Salud Pública de la Universidad de Fundan depositaron las secuencias genómicas del nuevo agente patógeno en una base de datos GenBank y se determinó similitud con otros coronavirus que son el SARS y el MERS.^{1,2,3}

A continuación, se presenta una imagen en la que se muestra la estructura del virus infectando a una célula (Fig.1) así como la tabla (1) que incluye las variantes que se han identificado en el mundo.

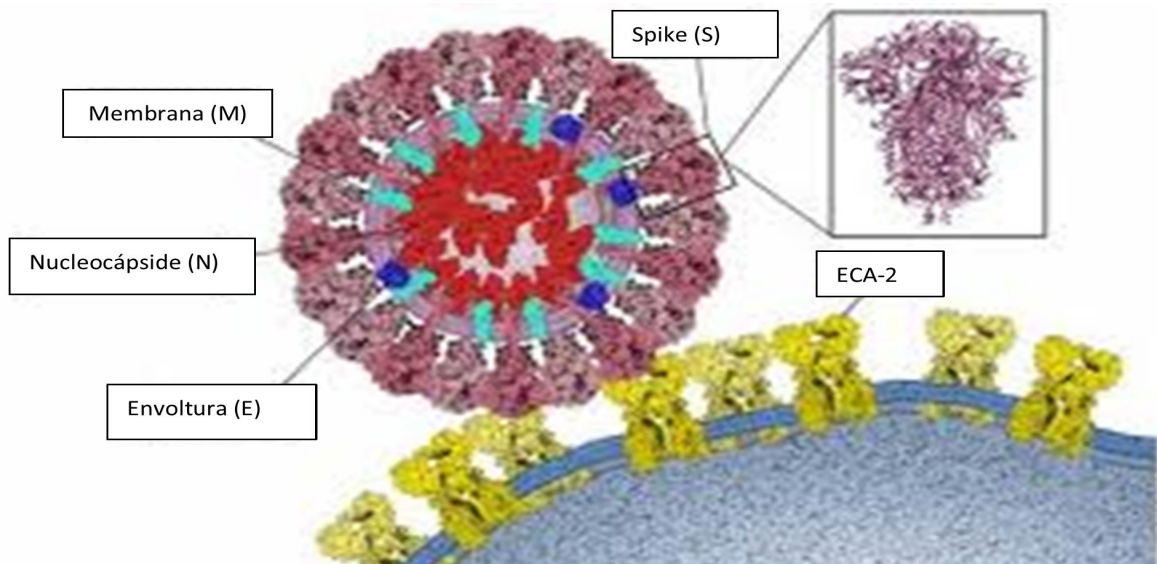


Figura 1. Estructura del virus del SARS-COV-2 y sus Proteínas; se observa cómo se une a la Enzima Convertidora de Angiotensina (ECA2) mediante la Proteína S (Spike). (Risco, León Risco, & Llamo Hoyos)^{3,1}

Tabla 1. Variantes del Virus SARS CoV2 ^{1,2,3,4}

VARIANTE	LINAJE	PAÍS DE ORIGEN	CARACTERÍSTICAS
Alpha α	B.1.1.7	Reino Unido	Transmisión elevada.
Beta β	B.1.351	Sudáfrica	Mutación E484K y N501Y, puede infectar a personas vacunadas y recientemente recuperadas de Covid-19.
Gama γ	P.1	Brasil	Mutación E484K y N501Y, puede alterar la respuesta inmune en personas vacunadas y con anticuerpos naturales por la enfermedad.
Delta δ	B.1.617.2	India	Potencialmente transmisible y con alto riesgo de hospitalización.
Épsilon ϵ	B.1.427/B.1.429	Estados Unidos	Estas variantes presentan cambios en el genoma, son capaces de escapar a la respuesta inmune y afectan la gravedad del virus.
Zeta ζ	P.2	Brasil	
Eta η	B.1.525	Mundial	
Theta θ	P.3	Filipinas	
Iota ι	B.1.526	Estados Unidos	
Kappa κ	B.1.617.1	India	
Lambda λ	C.37	Perú	
Mu μ	B.1.621	Colombia	
Variante Xc	Sub-variante de Ómicron	España	Es una variante más contagiosa en comparación de la Ómicron, aunque la OMS no la ha calificado como variante de preocupación.
Ómicron θ	B.1.1.529	Varios países en noviembre 2021.	Existen varias mutaciones en el genoma del virus, actualmente se está estudiando la facilidad de transmisión y gravedad de la enfermedad.
	Sub-linajes: BA.1 y BA.2		

II. Patología de la COVID-1

1 (World and Health Organization, 2020)

2 (CNN Salud, 2021)

^{3,1} (Risco, León Risco, & Llamas Hoyos)

3 (O'Neill, 2021)

4 https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/xc-nueva-variante-covid-19-que-preocupa-a-oms_18126

a) Mecanismos de transmisión

El número reproductivo básico (R_0) da cuenta de la cantidad de personas que un enfermo es capaz de infectar; cuando el R_0 es < 1 la enfermedad desaparece después de un periodo de tiempo; cuando R_0 es > 1 la enfermedad se propaga entre las personas; el SARS-CoV-2 tiene un R_0 entre 1.4 y 2.5.

Estos tipos de coronavirus son zoonóticos porque se transmite de animales infectados a personas; este virus se transmite de persona a persona con mayor facilidad cuando el paciente tiene los síntomas, pero también se transmite cuando la persona es asintomática o está en periodo de incubación; la enfermedad tiene un período de incubación de 2 a 14 días.

Para que un virus se pueda transmitir de un animal a un ser humano debe pasar por una serie de mutaciones; y para que un virus animal se pueda transmitir de humano a humano sufren modificaciones en el genoma viral.⁵

Se transmite por la diseminación de gotas de mayor a 5 micras producidas de la persona al hablar o toser poniéndose en contacto con la mucosa nasal, oral, conjuntiva del hospedero susceptible; por vía aérea mediante diseminación de aerosoles de menos de 5 micras; por contacto directo con el paciente o contacto indirecto mediante superficies contaminadas; las personas que son vulnerables son aquellas que tienen padecimientos cardiovasculares, cerebrovasculares, digestivas y respiratorias.^{1, 2, 4.}

b) Inmunidad de Rebaño

Se consideraba que cuando se tenga la cantidad suficiente de personas vacunadas, y

5 (Pastrian, 2020)

6 (Díaz, 2021)

7 (Canals, 2021)

la inmunidad natural por la COVID-19 será menos contagiosa la enfermedad.

R_0 expresa la inmunidad de rebaño.

Debido a la vacunación y al mismo tiempo el haber contraído la enfermedad antes y/o después de adquirir las dosis de vacunas se fortalece la respuesta inmunológica frente a la COVID-19; aunque debido al surgimiento de nuevas variantes disminuye la efectividad de las vacunas desarrolladas actualmente escapa la respuesta inmunológica de y la inmunidad adquirida por la enfermedad, para controlar el desarrollo de nuevas variantes es recomendable la caracterización viral a través la vigilancia genómica mediante tecnologías de secuenciación, análisis bioinformático y epidemiología genómica de los linajes que circulan en el país.^{6,7}

c) Sintomatología

Disnea, fiebre, tos seca, artralgias, anosmia, hipogeusia, mialgias, odinofagia, rinorrea, conjuntivitis, dolor torácico, náuseas, diarrea, vómitos; en casos graves la infección puede ocasionar neumonía, síndrome agudo respiratorio severo, insuficiencia renal, paro cardio respiratorio, trombosis e incluso la muerte; en algunos pacientes se han identificado leucopenia, linfocitopenia y trombocitopenia en la biometría hemática.^{1,2,7}

d) Mecanismo de Replicación

El genoma viral del SARS-Cov-2 posee 6 marcos de lectura abiertos (ORF) y su genoma se divide en 3 tercios; los 2 primeros tercios en sentido 5' a 3' codifican para el gen de la

replicasa viral y al comienzo de la infección se traducen en poliproteínas llamadas ppla y pplab; se procesan proteolíticamente para producir 16 proteínas no estructurales que se utilizan para la replicación del genoma viral y transcripción de ARNm sub genómicos, el último tercio del genoma más cerca del extremo 3' codifica a los genes de 4 proteínas virales; proteína (S), proteína (M), proteína (E), proteína (N) y genes de proteínas accesorias (HE).

Una vez que el SARS-CoV-2 se une con el receptor de ECA2; el virus entra a la célula hospedera por endocitosis; en el citoplasma de la célula hospedera la nucleocápside viral se libera y sale el ARN viral de la célula que actúa como ARNm y se transcribe directamente el gen de la replicasa viral; durante la replicación

el ARN monocatenario de polaridad positiva sirve como molde para llevar a cabo la síntesis de la copia de ARN monocatenario con polaridad negativa para llevar a cabo la producción de poliproteínas que se procesarán y conformarán complejo RTC que por su actividad enzimática replicativa se crea una copia del ARN monocatenario en sentido positivo; a partir del ARN monocatenario en sentido negativo que sirve como molde.

Las proteínas virales son elaboradas en las membranas del Retículo Endoplásmico y transportadas al complejo de Golgi que se ensamblan junto con la nucleocápside para producir nuevas partículas virales que son exportadas hacia la membrana plasmática celular en forma de vesículas y en seguida se libera el virus.^{9,3}

En la siguiente figura se muestra el mecanismo de la replicación del virus SARS-COV-2.

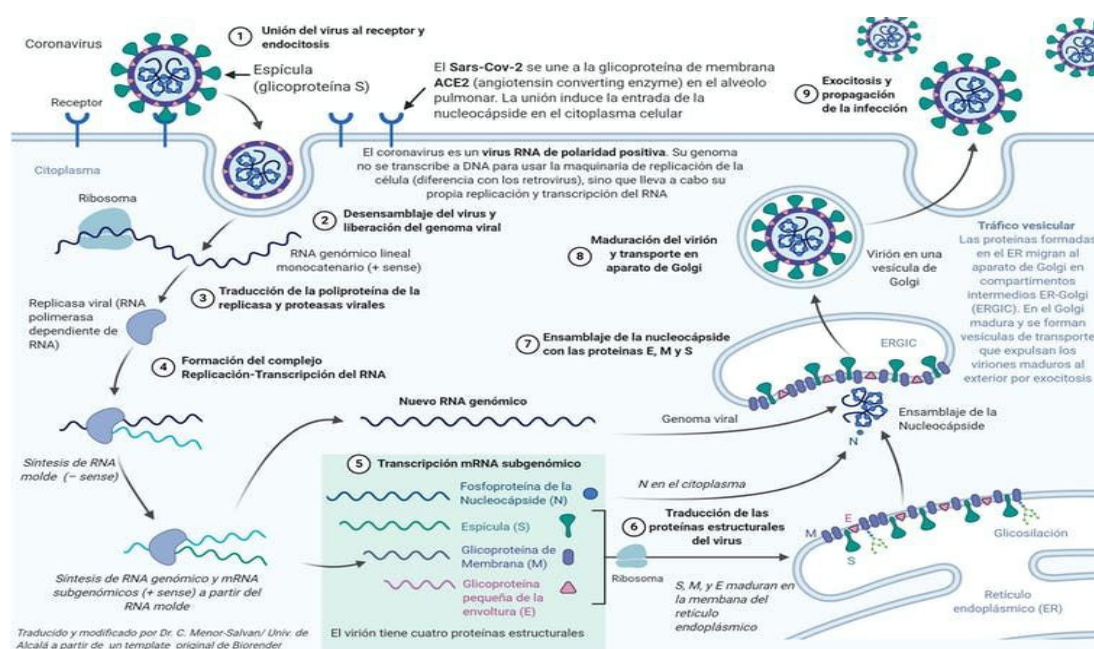


Figura 2: Replicación del virus SARS-CoV-2 en las células del cuerpo humano. (Coronavirus.

¿Cómo aumenta la capacidad de infección del SARS-COV-2 con cada nueva variante?)^{3,2}

e) Respuesta Inmune frente al SARS-CoV-2

ISSN VIRTUAL: 2708-0315

ISSN de enlace (ISSN-L) Impreso: 2225-8787

Revista Ciencia, Tecnología e Innovación.

Todos los derechos reservados.

Desarrollo de Vacunas contra el SARS-COV-2:

Relaciones entre Regulación Sanitaria y la Propiedad Intelectual

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Carrera "Química Farmacéutica Biológica

Autores: Qfb. Antonio Hernández

Qfb. Ligia Mariana Murillo Cisneros

Dra. Patricia Parra Cervantes

Dr. Ramón Soto Vázquez

Dra. Alma X. Herrera Marquez

El sistema inmunológico detecta una respuesta por medio de Receptores de Reconocimiento de Patrones (PRRs) que identifican moléculas presentes en microorganismos patógenos, estas moléculas corresponden a los Patrones Moleculares Asociados a Patógenos (PAMPs); entre los receptores PRRs existen los de tipo toll (TLR); los PAMPs que son los conocidos por receptores tipo TLR hay lípidos, proteínas, lipoproteínas y ácidos nucleicos de microorganismos patógenos, los PAMPs del SARS-CoV-2 se asocian a su ARN y son reconocidos por TLR como TLR3, TLR7, TLR8 y TLR9. Este evento de conocimiento lleva a la activación de varias vías de señalización y Factor de Transcripción como el Factor Nuclear Kappa B (NFκB), Proteína Activadora (AP-1), Factor Regulador del Interferón 3 (IRF3) y Factor Regulador del Interferón 7 (IRF7), tienen actividad antiviral y suprimen la replicación, diseminación viral e inducen respuesta inmunológica de tipo adaptativa; NFκB y AP-1 estimulan la expresión de genes que codifican las proteínas necesarias para la inflamación como Factor de Necrosis Tumoral (TNF), citoquinas (IL-1, IL-6 e IL-12), quimiocinas (CCL2 y CXCL8).⁶

En la respuesta inmune humoral interactúan los linfocitos T y B; la respuesta generada frente a linfocitos T son Linfocitos T helper (CD4⁺) y van activando a los Linfocitos B para la producción de anticuerpos y linfocitos (T) citotóxicos (CD8⁺) para matar células infectadas por virus, en estudios anteriores se observó respuesta inmunológica frente al SARS-CoV-2 de linfocitos T (CD8⁺) y para la producción de anticuerpos de tipo IgM en etapa inicial de la infección y tipo IgG en etapas más tardías; a los 9 días del inicio de la infección se ha observado un pico de anticuerpos tipo IgM y un pico de anticuerpos tipo IgG en la 2da

8 (Vaccines.gov, s.f.)

semana de la infección, e IgG contra proteína (N) que se detecta en suero a los 14 días.⁹

f) Vacunas

Antes del descubrimiento de las vacunas, los microbiólogos Jenner y Pasteur postularon que una vez expuesto a un microorganismo patógeno se genera inmunidad protectora.

Una vacuna es un producto farmacéutico de tipo biotecnológico que tiene la función de producir respuesta inmunológica específica frente a un microorganismo patógeno, para que se produzca este tipo de respuesta debe existir una potencia suficientemente rápida para prevenir la enfermedad específica.

La respuesta inmunológica en la vacunación es de memoria frente al antígeno específico, porque los Linfocitos B interactúan con los Linfocitos T cooperadores; para que una vacuna sea reconocida por los Linfocitos T y B el antígeno deberá ser procesado por las células presentadoras de antígenos.

El Correlato de Protección (CoP) es un título del anticuerpo capaz de neutralizar al microorganismo patógeno que entra al organismo, la eficacia de las vacunas induce mayor cantidad de Anticuerpos que puedan unirse con una alta afinidad y neutralizar el microorganismo patógeno (virus o bacterias principalmente).⁸

g) Tipos de Vacunas

g.1. Microorganismos vivos/atenuados: Las vacunas con microorganismo vivos/atenuados son las que a través de pases repetidos o mutación se logra la inmunidad protectora.

Ventajas:

Los microorganismos vivos tienen capacidad de replicación en el ser humano y producen señales de activación del sistema inmune innato expresando PAM's (Patrones Moleculares Asociados a Patógenos).

Una dosis es suficiente para producir respuesta inmunológica de memoria.^{12,10}

Desventajas:

La fabricación, registro, vigilancia, almacenamiento y transporte es más controlado en comparación de las vacunas inactivadas; es más probable que tengan efectos adversos porque estos microorganismos tienen la capacidad de volverse patógenos y es preferente no aplicarse a pacientes inmunodeprimidos o mujeres embarazadas.

Ejemplos de vacunas con microorganismos atenuados: BCG, Fiebre amarilla, vacuna triple-viral (sarampión, rubéola y parotiditis).¹²

g.2. Microorganismos inactivados/ muertos:

La inactivación de estos microorganismos se realiza a través de calor y formol; también pertenecen a esta clasificación las vacunas con subunidades microbianas, toxinas, proteínas, polisacáridos y filtrados, vacunas de ADN y vacunas de secuencia de epítomos, se ha comprobado la clonación de genes de antígenos microbianos y grupos de antígeno

dentro de un virus portador benigno como los adenovirus y virus vaccinia; las características de estas vacunas es que tienen menor capacidad inmunogénica que las de microorganismos vivos/ atenuados y se requieren 2 o más dosis y uso de adyuvantes.¹²

Gracias a la inactivación física o química el microorganismo utilizado no tiene capacidad de replicarse.⁹

g.3. Subunidad o acelular: Parte del microorganismo y posee, agregado de un adyuvante.¹²

g.4. Ácidos Nucleicos: Son a base de ADN o ARNm y se transcriben proteínas virales.⁹

g.4.1. Vacunas ADN: Biocompatibles con ADN plasmídico, vida útil larga y la fabricación es de bajo coste; regularmente se utiliza la electroporación para atravesar la membrana nuclear.¹²

g.4.2. Vacunas ARNm: Potencia elevada, rápido desarrollo, efectiva a dosis más bajas; la desventaja es la estabilidad para suministrar y distribuir; es necesario el uso de nanopartículas lipídicas en el desarrollo y formulación de estas vacunas.¹³

g.5. Virus y bacterias Se presentan las diferentes plataformas de vacunas conocidas actualmente.

Tabla 2: Diferentes tecnologías en el desarrollo de vacunas qué conocemos en la actualidad.¹²

Vacunas con microorganismos atenuados	BCG, Fiebre Amarilla, Triple viral (Sarampión, Rubéola y Parotiditis) y Varicela.
Vacunas con microorganismos inactivados	Influenza Estacional, Hepatitis A y Fiebre Tifoidea (Inyectable)

9 (Acosta & Naranjo, 2022)

Vacunas de subunidades recombinantes, polisacáridos y combinadas	Haemophilus Influenzae tipo B, Hepatitis B, VPH, Neumococo.
Vacunas con Toxoides	TdT (Tétanos y Difteria)

h) Inmunógenos

En estudios anteriores relacionados a Vacunología se evaluaban los sueros de pacientes infectados y para ver si se producía respuesta inmunológica de anticuerpos contra el microorganismo que producía la infección; para que un microorganismo se comporte como inmunógeno depende mucho de los componentes del genoma microbiano, también se utilizaron tamices funcionales de alto rendimiento para generar anticuerpos neutralizantes una vez inmunizados los ratones con proteínas recombinantes a partir de secuencias microbianas.¹²

i) Adyuvantes

Desarrollo de vacunas tiene la función de potenciar respuesta inmunológica innata y las vacunas inactivadas son las que requieren adyuvantes para activar las células del Sistema Inmunológico.¹²

j) Correlatos de Protección CoP en las vacunas

Los CoP son Biomarcadores que evalúan el grado de protección frente a un microorganismo patógeno y son útiles para el desarrollo de vacunas, “principalmente para la dosificación”, que se basa en los títulos de Anticuerpos e implica evaluar la respuesta protectora del antígeno, valoración de la inmunidad, anticuerpos neutralizantes, vigilancia de las vacunas, funcionamiento de las células, citocinas del Sistema Inmunológico, etc.¹²

III. GLOSARIO:

Archivo maestro para la fabricación de medicamento: Es un documento en el que se describen todas las operaciones farmacéuticas que se realizan, debe contar con un número de edición, fecha en el que sea efectivo, fecha en el que se va revisar para que esté actualizado, información del fabricante, autorización de las actividades para la fabricación farmacéutica incluyendo importación, exportación, distribución, formas de dosificación, tipos de productos fabricados en el sitio, información de actividades acreditadas y certificadas como fechas, contenidos, cuerpos de la acreditación, protocolos de validación, documentos con la descripción del material de envase, API's, excipientes y pruebas de control de calidad físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del producto.

Aprobación por emergencia sanitaria: Hace referencia a los insumos para la salud que se autorizan para su uso frente a una emergencia sanitaria, siempre que hayan cumplido algunos criterios regulatorios.

ARN: Ácido Ribonucleico

ARNm: Ácido Ribonucleico mensajero.

SARS: Síndrome Respiratorio Agudo Severo

MERS: Síndrome Respiratorio del Medio Oriente

SARS-CoV-2: Virus que causa la enfermedad denominada COVID-19.

COVID-19: Siglas en inglés “Coronavirus Disease 2019”. Esp. Enfermedad del Coronavirus 2019.

Control Sanitario: Conjunto de acciones de orientación, muestreo, educación, verificación, aplicación de medidas de seguridad y sanciones que ejerce la secretaría de salud en base a lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y otras disposiciones aplicables.

Certificación de Buenas Prácticas de Fabricación para insumos para la salud: Los insumos para la salud comercializados en el país deben contar con Certificado de Buenas Prácticas de Fabricación para comprobar que cumplen con los requisitos para el proceso de conformidad con la Normatividad aplicable para comprobar su seguridad y eficacia, los establecimientos deben ingresar un trámite de solicitud, con información requerida, pago de derechos correspondientes, aviso de responsable sanitario y de acuerdo con los insumos a fabricar con licencia sanitaria o aviso de funcionamiento.

Medicamentos Biológicos: La Organización Mundial de la Salud-OMS define como medicamento biológico aquel que se obtiene a partir de microorganismos, derivados de sangre u otros tejidos; y la definición de la Agencia Europea de Regulación de Medicamentos (EMA) define como medicamento biológico aquel que el principio activo se obtiene a partir de organismos vivos.

Los procesos de fabricación son a partir de: crecimiento de cepas de microorganismos en distintos tipos de sustratos, empleo de células eucariotas, extracción de sustancias de tejidos biológicos (pueden ser de animales o vegetales), productos obtenidos de ADN recombinante, propagación de microorganismos en embriones y animales.

Medicamentos Biotecnológicos: Se definen como aquellos que tienen actividad terapéutica y el principio activo es de naturaleza biológica; algunos ejemplos de medicamentos biotecnológicos son: hormonas, insulina humana, factores de crecimiento celular, enzimas, anticuerpos monoclonales, vacunas, tratamientos para fertilidad, terapias celulares, nano terapias, etc.

Medicamentos Biosimilares y Biocomparables: Los medicamentos biosimilares son aquellos que se sintetizan a partir de un componente biológico, semejantes a la función y estructura de otro medicamento de tipo biotecnológico; pero la patente ha sido expirada y se obtienen a partir de diferentes métodos de fabricación distintos al de la patente; para que este tipo de medicamentos se autorice se tienen que hacer estudios clínicos.

Patente: Es una rama de la Propiedad Intelectual que tiene protección de una invención, y el titular decidirá si esta puede ser utilizada por terceros.

Procesos de Gestión de Riesgos de Calidad: Se implementan durante el desarrollo de medicamentos y llevar un protocolo de gestión de riesgos identificando riesgo, evaluación del riesgo y análisis, la industria farmacéutica gestiona el riesgo por medio de diferentes herramientas como Procedimientos Normalizados de Operación (PNO's), protocolos de validación, pruebas del producto intermedio, producto terminado, control microbiológico y el control de las áreas de trabajo para productos estériles debe ser especial como la determinación de puntos críticos.

Potencia: La potencia mide alguna característica o función del producto, en los productos biológicos los análisis se deben

reportar en unidades de actividad biológica reportada contra estándares de referencia reconocidos nacional o internacionalmente; si no existen estándares de referencia los valores se pueden reportar en unidades derivadas utilizando un material de referencia adecuado. Los patrones Internacionales garantizan la comparabilidad de la potencia de las vacunas a nivel mundial; la OMS establece Patrones Internacionales y Preparaciones de Referencia para vacunas para comparar la potencia de las vacunas a nivel mundial.

Pureza: Las pruebas de pureza determinan productos de degradación, los límites de degradación aceptables se derivan de análisis de lotes de medicamentos, y medicamentos utilizados en estudios preclínicos y clínicos.

Los métodos utilizados son electroforesis (inmunolectroforesis, Western-Blot), cromatografía de alta resolución (HPLC) y mapeo peptídico; y debe haber límites aceptables en la formación de productos de degradación, va a depender de la temperatura de almacenamiento; las especificaciones de potencia inferiores y superiores de las vacunas con microorganismos activos se relacionan con potencia en dosis mínima para demostrar eficacia y en dosis máxima que demuestra seguridad.

OMS: Organización Mundial de la Salud

WHO: World and Health Organization

OPS: Organización Panamericana de la Salud

FDA: Food and Drug Administration

IV. OBJETIVOS

a) Objetivo General

Establecer la relación que existe entre el desarrollo de las vacunas contra el SARS-CoV-2, la Propiedad Intelectual, los aspectos regulatorios en situaciones de crisis sanitaria y la importancia de estos datos en el control de la pandemia, así como en la posibilidad de retomar la normalidad paulatinamente.

b) Objetivos Particulares

- Comprender el funcionamiento biológico del virus SARS-CoV-2.
- Conocer diferentes tipos de vacunas y cómo funcionan.
- Reconocer diferentes tecnologías en el desarrollo de vacunas contra la COVID-19 aprobadas en el mundo.
- Reconocer todos los mecanismos de la Propiedad Intelectual que se tuvieron desde su desarrollo hasta su aprobación.
- Realizar la búsqueda de patentes relacionadas con las vacunas aprobadas para ayudar a combatir la enfermedad COVID-19.
- Entender los procesos regulatorios para la autorización y aprobación de una vacuna.
- Relacionar la importancia del Desarrollo de Vacunas para el retorno a la normalidad paulatinamente.

V. METODOLOGÍA

1. Se realizó una revisión de artículos sobre las características de los Coronavirus, SARS-CoV-2 y las variantes que van surgiendo hasta ahora, características de la enfermedad y cómo se replica el ADN viral e inmunidad frente al SARS-CoV-2.

2. Se revisaron las generalidades de las vacunas, definición, composición, función y diferentes tipos de vacunas que se encuentran en el mercado farmacéutico actualmente.
3. Descripción información relevante sobre las diferentes vacunas contra el SARS-CoV-2 que se han autorizado para su uso actualmente.
4. Acerca de la parte de Regulación Sanitaria se realizó una búsqueda información de lecturas en el sitio web de la COFEPRIS ya que es la autoridad sanitaria del país, información de FDA, OMS y PAHO de Latinoamérica
5. En cuanto a la parte de Propiedad Intelectual se revisó la importancia de las patentes para las vacunas del SARS-CoV-2, y diferentes aspectos de propiedad intelectual principalmente patentes y diseños industriales.
6. Se describe la importancia de las ciencias biológicas y de la salud en el control y prevención de la COVID-19 y la importancia del desarrollo de las vacunas contra el SARS-CoV-2 para el retorno a la educación de forma normal.

VI. Investigación y Desarrollo de Vacunas Contra el SARS-COV-2

Se han desarrollado diferentes tipos de vacunas a nivel mundial; con tecnología ARNm y de vectores virales.

VII. Desarrollo de vacunas contra el SARS-CoV-2

a) Vacunas mRNA-1273

La vacuna de tipo ARN Mensajero (mRNA-1273) posee una cápsula de nanopartícula lipídica que codifica para la proteína S del virus; los primeros ensayos clínicos de la vacuna se evaluaron en adultos y se observó inmunogenicidad, se evaluaron diferentes dosis de la vacuna, algunos pacientes presentaron reacciones adversas como fiebre, dolor de cabeza, cansancio y mialgia. Para evaluar la respuesta inmune frente al Covid-19 se tomaron muestras serológicas de los pacientes ensayados y se observó la capacidad de neutralizar el virus midiendo los títulos de anticuerpos. Anteriormente se han estudiado vacunas contra coronavirus de tipo veterinario, para el MERS y el SARS, pero se observó que no tuvieron suficiente capacidad para neutralizar el virus; estudios de la vacuna mRNA-1273 se evaluó en ratones y a través de la proteína S que tiene capacidad inmunogénica y se logró una actividad neutralizante, posee una respuesta parcial frente a células Th1, las células T-CD8 que tienen capacidad de proteger la replicación viral en pulmones y nariz.¹⁰

b) Vacuna a base de vectores virales

Los vectores virales sirven para que el virus no se replique y así no puedan atacar las células del cuerpo; tienen la capacidad de transportar el material genético dentro de las células.¹¹

b.1) Mecanismo de acción de las vacunas vectorizadas

El vector viral se une a la superficie de la células y el material genético una vez dentro de las células se procesa y se forma la proteína S del virus para ser eliminada del cuerpo; los Linfocitos T y B reconocen la proteína como material extraño, estas células se multiplican y las células de tipo T activan a las células de tipo

10 (Jackson, Anderson, Eaphael, Roberts, & Makhene, 2020)

11 (AstraZeneca México, s.f.)

B que tienen la función de liberar anticuerpos que tienen capacidad de neutralizar al virus para formar una respuesta de memoria por si a futuro el cuerpo se expone al virus y así prevenir la enfermedad.¹⁵

A continuación se muestran dos tablas refiriéndose a las vacunas aprobadas actualmente frente a la COVID-19.

Tabla 3. Tecnología de las vacunas COVID-19^{12, 13}

Tecnología	Marcas de vacunas	Aprobadas por la OMS el 3 de junio de 2021	Autorizadas por la Unión Europea
m RNA	BioNTech-Pfizer	*	*
	Moderna		
Vector Viral	Jhonson & Jhonson	*	*
	CanSino		
	Oxford- AstraZeneca	*	*
	Sputnik V		
Virus Inactivado	Sinovac	*	
	Sinopharm	*	

Tabla 4. Vacunas COVID-19 aprobadas a nivel mundial ^{11, 12}

Vacuna Pfizer-Biontech	<p>Previo al desarrollo de la vacuna contra Covid-19 se manejaba la tecnología ARN en la empresa Alemana (BIONTECH) para tratamientos contra el cáncer. Esta vacuna es de tipo ARN, formulada con nanopartículas lipídicas; la ventaja de desarrollar vacunas de tipo ARN es que cuando ocurre una mutación de la cepa viral es más sencillo modificar este tipo de vacunas y poseen una parte del código genético viral que se recubre con un lípido para que el ARN viral pueda ingresar a las células del cuerpo y producir la proteína S (Spike) del virus para producir anticuerpos y activar las células T y destruir células infectadas. El almacenamiento debe ser a -70°C para mantener la estabilidad de las moléculas que influyen en la formulación de la vacuna; y se transportan en cajas cubiertas por hielo seco y se pueden conservar en la nevera por 5 días. La vacuna se da en dos dosis separadas por 3 semanas; los farmacéuticos que desarrollaron la vacuna conocen los movimientos del producto ya que posee un código de rastreador del material de envase, eso es muy útil para el monitoreo de las temperaturas. Los ingredientes de la vacuna son: ARNm, lípidos ((4-hidroxibutil, azanodiol), bis (2-hidroldecanoato), 2 [(polietilenglicol)-2000]-N,N-ditetradecilacetamida, 1,2-distearoil-sn-glicero-3-fosfolina y colesterol), cloruro de potasio, fosfato monobásico de potasio, cloruro de sodio, fosfato dibásico de sodio dihidratado y sacarosa. ^{14, 15}</p>
------------------------	---

12 (World and Health Organization , s.f.)

13 (Comisión Europea , s.f.)

14 (BBC News Mundo, s.f.)

15 (Food and Drug Administration (FDA), s.f.)

<p>Vacuna de la Universidad Oxford y AstraZeneca</p>	<p>Los vectores adenovirales que se utilizaron para el desarrollo de la vacuna Covid-19 fueron diseñados a partir del ADN del adenovirus y se basa en el resfriado común; se modificó para poder insertarse en el material genético de la proteína S del SARS-CoV-2, ensamblando el código genético eliminando genes esenciales para impedir la replicación, después se añadió la proteína S del Coronavirus, para producir secuencia genética completa del virus; el código genético se une a una célula productora y llevar a cabo el proceso de transcripción y traducción para desarrollar la vacuna vectorizada; la línea celular se diseñó para contener genes de adenovirus faltantes, de modo que cuando se introduce la vacuna vectorizada tenga la capacidad de infectar células y utilizar la maquinaria celular de genes faltantes para replicarse y producir copias idénticas; las moléculas de la vacuna también se replican por división celular hasta que se alcanza una concentración adecuada; y al momento de adicionar un producto químico para lisar células para cosechar de la vacuna vectorizada y en seguida se y se filtra y purifica previo a la fabricación; el almacenamiento de la vacuna es entre 2 y 8°C. Las células huésped se cultivan en biorreactores y se infectan con la semilla viral para finalmente producir la molécula de la vacuna y se llevan pasos de filtración, cromatografía para cosechar y purificar la vacuna. La sustancia del medicamento se combina con buffers para lograr una formulación final y llevar a cabo el proceso de acondicionamiento en viales para multidosis.¹⁶</p>
<p>Vacuna CanSino Biologics y el Instituto de Biotecnología de Pekín</p>	<p>China aprobó la patente para la vacuna de Covid-19, llamada Ad5-nCoV; desarrollada con biotecnología del virus debilitado; tiene la función de producir anticuerpos frente la proteína S antigénica del virus, expresándose el interferón gamma a través de la inmunidad celular y a partir del día 28 después de la vacunación se observó la neutralización de anticuerpos; en los ensayos clínicos de fase 2 se observó una buena eficacia en personas jóvenes con una sola dosis, pero en adultos mayores se observó una respuesta inmune más débil en comparación de la de los jóvenes.¹⁷</p>
<p>Vacuna de Sputnik</p>	<p>Rusia patentó su primera vacuna contra el Covid-19 en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial al Servicio de la Propiedad Intelectual de Rusia (Rospatent) del Centro de Biotecnología Vector con base de fragmentos del virus el 11 de agosto de 2020 desarrollada en el Centro de Epidemiología y Microbiología Nikolái Gamaleya; la vacuna demostró poseer inmunidad durante 2 años. El uso del vector de adenovirus es la biotecnología que se utilizó para la vacuna Sputnik; este vector carece de material genético que induce a la replicación viral para así evitar la infección; y su mecanismo de acción induce a la síntesis de la Proteína S del virus que es la más inmunogénica; y a los 21 días se induce la 2da dosis de la vacuna para mejorar la respuesta inmunológica.¹⁸</p>

16 (AstraZeneca, s.f.)

17 (BBC News, s.f.)

18 (Sputnik V, s.f.)

Vacuna Sinovac	Compuesta por el antígeno del virus del SARS-CoV-2 inactivado en células Vero, derivada de la cepa CZ02 del coronavirus, el adyuvante para producir respuesta inmune es Hidróxido de Aluminio y en su formulación contiene Hidrógeno fosfato de Disodio (Na_2HPO_4), Dihidrógeno fosfato de Sodio (NaH_2PO_4) y Cloruro de Sodio (NaCl). Induce la respuesta inmune contra la proteína viral Spike y otras moléculas de cubierta viral en el agente infeccioso. ¹⁹
Vacuna Moderna	Tiene una tecnología de ARNm (ARN mensajero); es de 2 dosis, la segunda dosis se coloca con una diferencia de 28 días. El ARNm está modificado con nucleósidos que codifica la glicoproteína viral Spike del SARS-COV-2. Los ingredientes que contienen son lípidos: que actúan de manera conjunta para permitir que el ARNm entre en las células; los componentes son sales, azúcares y estabilizadores de ácidos son el acetato sódico, sacarosa, trometamina, clorhidrato de trometamina, ácido acético actúan para ayudar a mantener estables las moléculas de las vacunas cuando se fabrican, congelamiento y almacenamiento hasta llegar a la administración. ²⁰
Vacuna Janssen y Johnson & Johnson	Posee un virus modificado conocido como vector viral Ad26 que no puede reproducirse, dando instrucciones a las células del cuerpo humano para crear respuesta inmunitaria. Los ingredientes son azúcares, sales, ácido y estabilizador de ácidos que son polisorbato 80, 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina, citrato sódico di hidratado, cloruro de sodio, ácido cítrico monohidratado y etanol; que ayudan a mantener la estabilidad molecular de las vacunas cuando se fabrican, almacenan y se administran. ²¹
Vacuna Sinopharm	Basada en una tecnología de virus inactivado a base de células VERO, para producir anticuerpos, el intervalo para la aplicación de la 2a dosis después de la primera dosis es de 21 a 28 días de diferencia. ²²

VIII. ASPECTOS REGULATORIOS DE LAS VACUNAS EN MÉXICO

La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) regula la importación, exportación, comercialización y desarrollo de todos los insumos para la salud que son alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas, suplementos alimenticios, productos de higiene, limpieza, cosméticos, preparaciones magistrales, medicamentos y dispositivos médicos en México.

a) Las vacunas desde el punto de vista regulatorio se consideran medicamentos biológicos y biotecnológicos.

De acuerdo con el **Artículo 198 de la Ley General de Salud, Capítulo IV Programa contra la Farmacodependencia, Título Décimo Segundo, Control Sanitario de Productos y Servicios y de su Importación y exportación:** todos los establecimientos de Insumos para la Salud requieren de Licencia Sanitaria para poder realizar sus actividades. El **Artículo 259 y 260 de la Ley General**

19 (Gobierno de México, s.f.)

20 (CDC, 2022)

21 (CDC, 2022)

22 (Inmunoprevenibles, 2021)

de Salud, Capítulo VII Establecimientos Destinados al Proceso de Medicamentos,

indica que en los establecimientos de Insumos para la Salud cuentan con un Responsable Sanitario designado por el titular de la licencia o propietario del establecimiento ya que ellos dan el aviso a la Secretaría de Salud; los responsables deberán contar con Título registrado por las autoridades educativas y licenciaturas relacionadas con el área de Farmacia y/o algunas ocasiones Medicina.^{23,24}

b) Liberación de lotes para la venta o Distribución de Productos Biológicos

Las muestras de vacunas se analizan en la Comisión de Control Analítico y Ampliación de Cobertura CCAYAC, se deben de ingresar muestras para análisis con los datos del producto, nombre comercial, fabricante, número de lotes a ingresar por mes, implementación de todos los análisis que deben realizarse y los documentos que se requieren para el ingreso de muestras para análisis a la CCAYAC. Para vacunas y hemoderivados se debe contar con un certificado que acredite la liberación del lote emitido por la autoridad sanitaria del país donde se fabricó el producto.

Los productos importados deben de tener un permiso con los siguientes datos: Número de lote, cantidad ingresada, números de permiso, guía, factura, número de fajilla, fecha de llegada del país, fecha de salida de la aduana, periodo de caducidad no menor de 12 meses cuando se ingresa al país, el consumo del producto no se debe exceder el tiempo fuera de la refrigeración establecido en las etapas de fabricación, mostrando el límite máximo total, contando con un documento de rastreabilidad a

los monitores de temperatura que acompañan al lote.

Primero deben ser liberados previamente a la comercialización, distribución, cada lote y partida sea previamente autorizada, ingresando solicitud de permiso; pero los lisados bacterianos y preparados microbiológicos no bacterianos se ingresa la solicitud de permiso incluyendo información indicada y el pago de derechos correspondientes.

Todos los análisis que se les debe hacer a los Productos Biológicos están en la FEUM y deben de dirigirse a la SELS (Subdirección Ejecutiva de Licencias Sanitarias).²⁵

c) Lineamientos para autorizar la distribución o venta de Productos Biológicos

La autorización de un nuevo medicamento para ser comercializado se debe renovar cada 5 años.²⁹

c.1. Procedimientos simplificados

La liberación de lotes de Productos Biológicos no clasificados está sujeta a procedimientos simplificados; que consiste en la liberación documental anual del 50 al 75%.

No se liberan los productos menor de 9 con cantidad de lotes a distribuir o fabricar en México; en el artículo **vigésimo cuarto conforme los lineamientos para autorización y distribución de Productos Biológicos** la liberación de lotes de Productos Biológicos a un producto con procedimientos simplificados debe ser otorgada por COFEPRIS, con fines de contención de Brotes epidémicos o prevención de riesgos a la salud pública

23 (Secretaría General de Salud, Diario Oficial de la Federación, s.f.)

24 (Convención de Inspección Farmacéutica Régimen de Cooperación de la Inspección Farmacéutica, s.f.)

25 (Salud, s.f.)

con la Responsabilidad del Subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud.²⁹

c.2. Auto muestreo de Productos biológicos

El muestreo del producto se realiza en el sitio de almacenamiento, basado en criterios estadísticos, no puede ser menor de lo que se requiere para el análisis del producto y se toman por triplicado; cada muestra debe poseer una cantidad significativa para el análisis oficial junto con otra por si se requiere, la primera se envía a CCAYAC o laboratorios terceros autorizados para su análisis; la segunda se deberá solicitar el análisis particular en caso de impugnación y la tercera se solicitará por medio de la autoridad sanitaria como muestra testigo.

La CIS recibe solicitud entre 1 y 2 días hábiles; CAS revisa contenido y envía notificación por MEMO entre 10 a 30 días, COS evalúa contenido y responde por MEMO de 10 a 30 días hábiles, CAS revisa la respuesta y omite el oficio entre 10 y 30 días y finalmente CIS entrega el oficio.²⁹

d) Registros Sanitarios Emitidos a Medicamentos y Vacunas

El registro sanitario es una autorización capaz de demostrar que los Insumos para la Salud cuentan con calidad, seguridad y eficacia.²⁶

d.1. Requisitos generales

Información legal administrativa (certificados, BPF, licencias, patentes, marbetes, distribuidores y representante legal).

Información de calidad del producto (Información general de las materias primas, evaluación del producto a granel, órdenes de

fabricación, acondicionamiento y estudios de estabilidad).

Estudios clínicos (Reportes de estudios preclínicos, clínicos y conclusiones).³¹

d.2. Documentos para la liberación de vacunas

Administrativos: Solicitud y pago de derechos.

Establecimiento: Licencia sanitaria y aviso responsable del establecimiento.

Certificado de Buenas Prácticas de Fabricación.

Importación: permiso, guía aérea, factura, lista de empaque, registros de temperatura, oficio de retiro de mercancía.

Lote: Certificado de análisis, liberación autoridad de origen, fotografías del empaque y etiquetas.³¹

d.3. Artículo 222 de la ley General de Salud Capítulo IV Medicamentos

La Secretaría de Salud autoriza medicamentos que cumplan con la seguridad, eficacia y calidad; para productos biológicos el registro sanitario debe contener información técnica de identidad y pureza de los componentes que establece la Farmacopea de Estados Unidos Mexicanos (FEUM), estabilidad del producto terminado, seguridad, eficacia, información para prescribir, especificaciones del envase primario y secundario conforme a la ley, Certificado de Buenas Prácticas de Fabricación, documentos de la Patente del medicamento que demuestre que es el titular o cuenta con licencia inscrita en el Instituto de Propiedad Intelectual.

Se rechaza la Solicitud de Registro Sanitario cuando existen evidencias de que el producto ha sido boletinado por parte de la Organización

26 (Gobierno de México, s.f.)

Mundial de la Salud (OMS) o por alguna autoridad regulatoria o no posee una seguridad aceptable.²⁷

e) Aprobación y autorización de vacunas

Para que una vacuna salga al mercado debe evaluarse la seguridad, eficacia, potencia y calidad; para que se autorice por medio de Autoridades Regulatorias a nivel Nacional los cambios de la información del producto se deben especificar en la carta de presentación del producto, así como documentar los componentes de la fórmula (antígeno y adyuvante principalmente); durante los estudios clínicos se evalúan las dosis, formulación y por medio de la respuesta inmunológica deduciendo la eficacia; el antígeno deriva a partir de una línea celular, esta puede ser bacteriana o semilla viral.

La ficha técnica de la vacuna debe contener la siguiente información: Denominación distintiva y/o genérica, composición cualitativa y cuantitativa, forma farmacéutica, datos clínicos (indicaciones terapéuticas, posología, vías de administración, contraindicaciones, advertencias, interacciones medicamentosas, manejo de sobredosis o ingesta accidental, restricciones de uso durante el embarazo o lactancia y reacciones adversas), propiedades farmacológicas (datos preclínicos de seguridad, farmacocinéticas y farmacodinámicas), datos farmacéuticos (lista de aditivos, incompatibilidades, plazo de caducidad, condiciones de conservación, almacenamiento, presentaciones, leyendas de advertencia y de precaución), razón social, domicilio del titular del registro, domicilio del fabricante del medicamento, domicilio del acondicionamiento, domicilio del distribuidor, número de registro, fecha de vigencia y fecha

27 (Diario Oficial de la Federación, s.f.)

28 (Secretaría de Salud. COFEPRIS, s.f.)

de la última actualización (con número del trámite).²⁸

f) Pruebas de estabilidad de productos biológicos

La calidad de los medicamentos debe ser igual que la de los ensayos preclínicos y clínicos, el material de envase utilizado para pruebas de estabilidad deben ser igual que el utilizado durante la fabricación, una vez obtenido el producto intermedio se generan datos internos y límites del proceso asegurando la estabilidad, para la información de procesos de estabilidad se toman en cuenta por lo menos 3 lotes para pruebas de estabilidad, para periodos de almacenamiento mayor a 6 meses se proporcionan datos cada 6 meses como mínimo y para periodos de almacenamiento menor a 6 meses cada caso de los datos de estabilidad se deben organizar; la fecha de caducidad se basa en datos reales como soporte de solicitud en estos documentos con información en tiempo real y registros de temperatura de los productos.

Los envases de viales múltiples deberán soportar tomas repetidas para que el producto conserve la potencia, pureza y calidad en un periodo de tiempo adecuado y especificado en las instrucciones de material de envase, la estabilidad en productos liofilizados después de su reconstitución se conserva en el máximo periodo de almacenamiento que indiquen los envases en los que se almacena.

Los productos biológicos tienen una vida útil entre 5 meses hasta 5 años; cada 3 meses se les realiza pruebas de estabilidad a los que se almacenan en anaquel con un periodo de duración entre 6 meses y un año, los que se almacenan en anaquel en un periodo mayor a un año se les realizan pruebas de estabilidad

cada 6 meses durante el segundo año y después anualmente; estos estudios deben de realizarse previo a la aprobación y a la licencia.

En algunos productos biológicos la potencia depende del principio activo, unión a un adyuvante; se deben considerar las pruebas de estabilidad del producto antes de la unión, disociación, liberación del principio activo in vivo. La pureza en productos biológicos se evalúa por diferentes métodos y siempre deben reportarse y documentarse, el valor depende del método utilizado debido a que estos son dependientes del análisis que se utilizó.²⁹

f.1 Pruebas de estabilidad en vacunas

Todas las vacunas deben pasar por pruebas de estabilidad, se fundamentan en la determinación del cambio de una propiedad de las vacunas como la inmunogenicidad, eficacia y potencia; las vacunas que son sensibles a la luz deberán almacenarse en viales color ámbar, un ejemplo es la vacuna BCG.

Las pruebas de estabilidad en el producto a granel se deben documentar en tiempo real.

La estabilidad del producto final se considera la edad acumulativa de cada producto utilizado para la formulación final; en vacunas se deben reportar todos estos datos a las autoridades regulatorias, las vacunas combinadas se evalúan cada componente de esta y una vez que están envasadas se evalúan pruebas de estabilidad colocándolas en diferentes posiciones para evaluar el sistema de cierre y prevenir un derrame durante el almacenamiento y el transporte; el etiquetado debe contener información de las condiciones de almacenamiento, fecha de caducidad, factores ambientales que afecten la seguridad de la vacuna.³⁰

29 (Guía Tripartita Armonizada (ICH), s.f.)

30 (Organización Mundial de la Salud , s.f.)

f.2. Modificaciones de vacunas

Después de autorizar el registro sanitario deben solicitarse a la COFEPRIS, se modifican para que sean aprobadas antes de desarrollarlas y demostrar que mantengan la calidad, seguridad y eficacia con el informe de resultados antes de la modificación y después.

Las modificaciones se clasifican en:

Mayores: Aquellas que tienen un impacto negativo mayor en la calidad, seguridad y eficacia.

Moderada: Impacto negativo moderado en la calidad, seguridad y eficacia.

Menor: Impacto negativo menor o no tiene impacto negativo en la calidad, seguridad y eficacia.

Las modificaciones que intervengan en el Registro Sanitario (etiquetas, información) deberán solicitarse a COFEPRIS para revisión, evaluación y autorización y las que no intervengan en el Registro Sanitario serán implementadas por el titular.

Al modificar la seguridad y eficacia se toma en cuenta el cambio en los datos de la etiqueta, dosis (se pueden añadir dosis de refuerzo), vías de administración (el cambio de vía intramuscular a intranasal se requerirá un nuevo registro), para el cambio de los excipientes se deberán tomar en cuenta los datos clínicos y la actualización de la etiqueta del producto, identificación de un evento adverso, identificación de grupos poblacionales en los que observe el efecto de la vacuna menos favorable, cambio en los adyuvantes y cambio en la formulación, durante

los ensayos clínicos lo único que se considera para modificar es la seguridad y eficacia.³¹

g. Regulación de productos biotecnológicos en Latinoamérica

La autoridad que regula a nivel mundial los productos biológicos y biotecnológicos es la OMS; en algunos países Latinoamericanos los documentos para fabricar productos farmacéuticos convencionales y productos biológicos son los mismos. Bolivia, Ecuador y República Dominicana solicitan documentos adicionales para registros sanitarios de vacunas como en varios países el registro se debe renovar cada año; pero en Chile, Cuba y Ecuador son procesos administrativos.³²

g.1. Autoridades Regulatoras Nacionales ANR

15 países participan en la reunión de ANR: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana y República Bolivariana de Venezuela; y debe ser necesario desarrollar una base de datos coordinada por la OMS y publicada en internet con la lista de medicamentos biotecnológicos registrados y rechazados por organismos reguladores, desarrollar un documento para el registro armonizado de medicamentos biotecnológicos con requisitos actuales existentes en cada país y con el consenso emitido por los países con dichos requisitos.³⁶

g.2. Requisitos armonizados para el registro de vacunas en América

En el año 2005 República Dominicana propuso un grupo que se construyó en Panamá

31 (COFEPRIS, s.f.)

32 (Pompo, 2008)

33 (Red Panamericana de Armonización de la Regulación Farmacéutica)

para elaborar requisitos armonizados para el Registro de Vacunas en la Región que se autorice; anteriormente en el año 1999 la OPS elaboró un documento sobre Requisitos para el Registro de Vacunas y participó Argentina, Brasil, Cuba y Panamá.

La Red Panamericana para la Armonización de la Reglamentación Farmacéutica (red PARF) tiene como objetivo homologar los lineamientos, tomando en consideración toda la documentación como el Documento Técnico Común (CTD) de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH) y Serie de Informes Técnicos de la OMS, la primera versión se elaboró el documento sobre Requisitos Armonizados para el Registro de las Vacunas en la Región, en el año 2006 se elaboró la versión final de la Guía de Aplicación del documento de Propuesta de Requisitos Armonizados para el Registro de Vacunas en las América.³³

Los documentos que deben incluir para autorizar y aprobar una vacuna son:

g.2.1. Primer módulo: Información administrativa

Debe incluir, Índice, formulario de solicitud, características del producto y etiquetado, listado de países donde el producto ya fue registrado, evaluación de riesgo para el medio ambiente.

En el apartado del formulario de solicitud se documenta el nombre comercial y genérico de la vacuna, concentración, forma farmacéutica; datos principales (nombre, dirección, teléfono, fax y correo) del responsable sanitario, representante legal del país, propietario de la vacuna a nivel internacional, fabricante del principio activo y del producto terminado,

laboratorios que participan en el proceso de fabricación, responsable de liberación de lotes del producto terminado; vía de administración, condiciones de almacenamiento y conservación, condiciones de dispensación, fórmula cuantitativa y cualitativa por unidad de dosis, documentos legales del producto (documento avalado por el director o responsable del producto, autorización del representante, certificado del producto farmacéutico, certificado de buenas prácticas de manufactura de otros laboratorios que desarrollen la vacuna, certificado de marca registrada, certificado de patentes de invención conforme la legislación del país, certificado de liberación de lote emitido por ANR para productos importados); el resumen de las características del producto debe incluir etiquetado del envase primario y secundario, prospecto, empaque final de comercialización, monografía dirigida a profesionales de la salud o información para la prescripción; muestras del producto terminado conforme la legislación de cada país, protocolo resumido de producción y control de lote.³⁷

g.2.2 Segundo módulo: Resúmenes

Se documenta el Índice, introducción, resumen de la calidad del producto, visión de la parte no clínica, resumen no clínico, visión de la parte clínica, resumen clínico.

En el resumen de la calidad del producto debe incluir información del principio activo y del producto final; el resumen no clínico deberá tener una introducción, información acerca de farmacología, farmacocinética y toxicología; el escrito de la visión general la parte clínica se describe detalladamente el desarrollo del producto, visión general de inmunogenicidad, seguridad, eficacia, conclusiones de riesgo y beneficio; el resumen clínico lleva introducción, índice, resumen de estudios clínicos de

inmunogenicidad, seguridad y eficacia con referencias bibliográficas.³⁷

g.2.3 Tercer módulo: Información de calidad Química, Farmacéutica y Biológica

Se documenta como Índice, contenido (principios activos, producto terminado, bibliografía).

La información del principio activo debe llevar el nombre del principio activo, fórmula estructural o molecular del principio activo, descripción del principio activo, certificados de análisis por el fabricante y el solicitante del registro, descripción de los materiales de partida (cepa, semilla de lote de trabajo o huevos embrionados) y descripción de las materias primas; el proceso de fabricación del principio activo debe llevar los datos del fabricante, proceso de fabricación con diagrama de flujo, descripción del sistema de identificación de lotes, identificación de pasos críticos de los controles realizados y del proceso fabricado, descripción del proceso de inactivación, detoxificación, conjugación, purificación, estabilidad del principio activo, reproceso, procedimiento de llenado del principio activo, selección y justificación de etapas críticas, validación del proceso de fabricación, descripción de cambios, sistema de envase y cierre, análisis del principio activo y coadyuvantes utilizados.³⁷

h.2.4. Cuarto módulo: Informes no clínicos

Índice, informe de estudios y referencias bibliográficas.

En el informe de estudios se reportan los estudios farmacológicos y toxicológicos del producto.³⁷

g.2.5 Quinto módulo: Informes de estudios clínicos

Se documenta el Índice, informes de los estudios clínicos y referencias bibliográficas.³⁷

h. Aprobación de vacunas por la OMS

Antes de exportar vacunas a diferentes países se deben de realizar pruebas que proporcionen seguridad; los primeros ensayos se realizan con animales experimentales, una vez aprobados se realizan con seres humanos en 3 fases, una vez aprobados se realizan la fabricación, las pruebas de seguridad, eficacia y se obtienen las autorizaciones normativas, se da seguimiento a eventos adversos, evaluar la eficacia, siguen siendo evaluadas tras su comercialización. Todas las vacunas aprobadas por la OMS son seguras, eficaces y previenen de enfermedades graves y muertes.³⁴

IX. Farmacovigilancia

La Farmacovigilancia es el área de estudio del ramo farmacéutico que se encarga de analizar, estudiar y reportar a autoridades regulatorias los efectos adversos atribuibles a medicamentos y vacunas.³⁵

Efectos adversos atribuibles a la vacunación (ESAVI)

Este programa se organizó junto con la OMS y la red de Farmacovigilancia para notificar, analizar y prevenir eventos adversos atribuibles a la vacunación e inmunización.

Regularmente los eventos adversos tras la administración de una vacuna son temporales o muchas veces se relaciona con otras condiciones físicas o por la administración de otros medicamentos, durante la fase 4 del desarrollo de la vacuna se evalúan eventos adversos en estudios clínicos, preclínicos y la razón a la que

se le atribuyen, y así la comercialización debe ser segura y eficaz.³⁹

a) Clasificación de Eventos adversos atribuibles a la vacunación

a.1) GRAVE: Hospitalización, invalidez, anafilaxia, alteraciones en el recién nacido (en caso de que la mujer esté embarazada), parálisis facial, corporal o muerte; este tipo de reacciones se debe notificar dentro de las 24 horas mediante 2 formatos de ESAVI 1 y ESAVI 2.³⁹

a.2) NO GRAVE: Algunos pacientes presentan fiebre y malestar como gripe; notificar por medio del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) durante los primeros 7 días hábiles y cuando se presenten 3 casos o más del mismo lote se notifican antes de 24 horas.³⁹

El reporte de eventos adversos asociados a la vacunación deberá ser notificado por médicos, enfermeras y todo el personal de salud involucrado en el proceso de vacunación; de guarderías o escuelas que tengan servicio de vacunación y padres que detecten efectos adversos por vacunación.

Antes de la administración de la vacuna se debe dar información del tipo de vacuna que se va recibir, vía de administración y efectos adversos que pueden ocurrir.

Los eventos adversos por vacunación suelen suceder por la respuesta inmunológica y las células presentadoras de antígenos; este tipo de reacciones adversas son leves y comunes.³⁹

SISTEMA DE VIGILANCIA ESAVI

34 (OMS)

35 ESAVI_2014.pdf (www.gob.mx)

La siguiente figura muestra el diagrama del sistema de vigilancia ESAVI.



Diagrama 6.1. Estructura del sistema de vigilancia de ESAVI

Figura 3. Sistema de Farmacovigilancia en Vacunas.³⁹

b.1) A **nivel local** se encuentran todos los centros de salud que posean servicios de vacunación, incluyendo guarderías y escuelas; con la responsabilidad de médicos, enfermeras y el personal de salud.³⁹

b.2) A **nivel jurisdiccional** pertenecen los epidemiólogos jurisdiccionales y deben tener todos los documentos completos, incluyendo el SUIVE; y se notifican eventos inmediatamente a nivel estatal; apoyar en otros niveles de otros casos de estudio siempre y cuando sea necesario.³⁹

b.3) A **nivel estatal** participa el epidemiólogo estatal, el responsable del Programa de Vacunación Universal (PVU) y el Centro Estatal de Farmacovigilancia; se deben revisar los formatos de farmacovigilancia que estén correctos, en caso de no tener toda la información solicitan datos a nivel local; el epidemiólogo estatal es aquel que va reportar los datos a nivel federal, CeNSIA y a DGE.³⁹

b.4) El **nivel federal** está involucrado por el Centro Nacional de Salud de la Infancia y la

Adolescencia (CeNSIA), Dirección General de Epidemiología (DGE) y la COFEPRIS.

Los Eventos Supuestamente Atribuibles a la Vacunación e Inmunización más comunes son eritema, cefalea; las más graves son el Síndrome de Guillain Barré y anafilaxia; para prevenir eventos adversos en la vacunación se deben evaluar los componentes de la vacuna, la conservación y almacenamiento debe ser adecuado y a temperaturas bajas; seleccionar la aguja y revisar la fecha de caducidad, el calibre y los diluyentes deberán estar esterilizados y previamente aprobadas las pruebas de calidad; la vía y el sitio de administración de cada vacuna es importante conocer antes de la aplicación; y si se hace mal uso de ese tipo de eventos también se pueden presentar reacciones secundarias; también existe relación con la dosis, edad y los ingredientes de la vacuna.³⁹

X. Propiedad Intelectual

La Propiedad Intelectual junto con la Organización Mundial de la Salud y la Organización Mundial de Comercio (OMC)

promueven que toda la población tenga acceso a las vacunas contra el Covid-19, por lo que es una necesidad de salud pública; el desarrollo y distribución de vacunas contra coronavirus son considerados bienes públicos a nivel mundial.

La Propiedad Intelectual durante la emergencia sanitaria desempeña un papel importante para que la población tenga acceso a información de tipo científica, al registro de patentes para la utilización de dispositivos médicos que se utilizan para monitorear, tratar y diagnosticar a los pacientes enfermos de Coronavirus y patentes para los medicamentos y vacunas.

Protección de la tecnología (Derechos patrimoniales) licencias de explotación para ser producida o distribuida.

Por cada patente de la vacuna en un país deben ir a las oficinas nacionales de solicitudes de patente reportando novedad, altura inventiva y aplicación industrial.³⁶

a) Transferencia de base tecnológica para la vacuna del SARS-Cov2

Muchos científicos divulgadores creen que las patentes dificultan la investigación.

Derechos de patente para poder comercializarla, distribuirla y relacionar los costos-beneficio económico de las patentes.

Obtención de vacunas Anti-COVID en México

COVAX es una oficina que apoya a México en la distribución de vacunas contra el SARS-CoV-2, su líder es la OMS y la Alianza Mundial de Vacunas (GAVI).³⁷

36 (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

37 (Gobierno de México)

38 (Farmazine)

39 [Los Diseños Industriales y su importancia en la Industria Farmacéutica. \(farmazine.mx\)](http://farmazine.mx)

El primer genoma completo del virus se liberó el 10 de enero del 2020, el primer ensayo clínico de la vacuna se realizó el 16 de marzo de 2020 en Estados Unidos; gracias al movimiento político, social, derechos de propiedad intelectual, investigación e innovación se logró adquirir vacunas Anti-COVID en el país.⁸

b) Propiedad Intelectual en la Industria

Gracias a la Propiedad Intelectual a nivel Industrial se ha protegido la regulación de las patentes, la investigación, y el desarrollo de la tecnología.

Para registrar los medicamentos alopáticos se debe contar con una licencia sanitaria registrada en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) del Principio Activo y el titular de la patente.³⁸

c) Diseños Industriales

Los diseños industriales se protegen por 15 años; esta propiedad intelectual es importante en la industria farmacéutica por el diseño del material de envase para los insumos para la salud.³⁹

d) Patentes y su vinculación con el registro sanitario

La mayoría de los productos farmacéuticos están protegidos por una patente.

Las patentes farmacéuticas son consideradas patentes de composición por lo que posee características de formulación; en México se vinculan las patentes con el registro sanitario; cuando la patente vence puede existir otra formulación de un laboratorio o de un medicamento genérico y ambas se protegen por

patente; también se protegen las dosis, procesos de fabricación, composición, principio activo, usos terapéuticos, combinación de principios activos y material de envase y empaque.

Protección de la tecnología (Derechos patrimoniales) licencias de explotación para ser producida o distribuida.

Por cada patente de la vacuna en un país deben ir a las oficinas nacionales de solicitudes de patente reportando novedad, altura inventiva y aplicación industrial.⁴⁰

e) Dispositivos Médicos

En el área de la salud son útiles para diagnóstico, uso hospitalario, administrar diferentes tratamientos, como las agujas y las jeringas que se utilizan durante la aplicación de las vacunas, incluso muchas ya están fabricadas con la jeringa y con la dosis integrada; todos los dispositivos médicos se protegen por Derechos de Patente al igual que los principios activos de los medicamentos.⁴¹

f) Transferencia de base tecnológica para la vacuna del SARS-Cov 2

Las vacunas tienen una red de patentes que incluyen adyuvantes, procesos de fabricación, purificación, conservación y congelación de las vacunas.⁹

Derechos de patente para poder comercializar, distribuir y relacionar los costos. Beneficio económico de las patentes, se desarrollaron diferentes vacunas para distribuirse a nivel mundial y la mayor parte de la población tenga acceso de estas de manera gratuita; al igual se han investigado muchos anticuerpos

monoclonales para neutralizar el virus causal de la Covid-19 una vez dentro del cuerpo; entre otras terapias por Ingeniería Genética e Inmunológicas.⁴²

g) Fases para el desarrollo de una vacuna

Fase preclínica: Animales de experimentación.

Se va a observar respuesta inmunológica y si obtenemos resultados positivos pasa a la siguiente fase.

Fase clínica consta de 3 fases: Vacunar voluntarios

Fase 1: 100 personas y se estudia la biodisponibilidad de la vacuna para así definir la vía de inoculación, dosis y efectos adversos.

Fase 2: 1000 voluntarios, se evalúa el efecto y la seguridad de la vacuna.

Fase 3: Efectividad de la vacuna⁴³

XI. Resultados

Los resultados que se presentan son producto de la investigación bibliográfica realizada en las principales fuentes de información bibliográfica; y se presentan en forma de tabla la siguiente información.

Se muestra a continuación la efectividad de las diferentes vacunas COVID-19 frente a las variantes del virus en forma de tabla, dosis de refuerzo necesarios, eventos adversos comunes por la vacunación y las patentes revisadas en relación a las tecnologías de las diferentes vacunas COVID-19, las que ya están aprobadas y las que todavía están en ensayos clínicos.

40 [Patentes de Composición y su vinculación con el Registro Sanitario \(farmazine.mx\)](#)
41 (Romero, 2018)
42 [Amgen Profits Get a Ride on Biosimilar Growth \(centerforbiosimilars.com\)](#)
43 (UVG, 2020)

TABLA 5. EFECTIVIDAD DE LAS VACUNAS COVID-19 APROBADAS ACTUALMENTE

VACUNA	EFECTIVIDAD	EFECTIVIDAD FRENTE A OTRAS VARIANTES
Pfizer-Biontech (BNT162b2)	95%	Por parte de SAGE (Software de Gestión Empresarial) la vacuna es eficaz frente a todas las variantes de COVID-19 que circulan actualmente. ⁴⁴
Moderna (ARNm-1273)	94%	Es efectiva para prevenir enfermedad grave por COVID-19 frente a las variantes de preocupación (Delta y Ómicron). ⁴⁵
Gam-COVID-Vac (SputnikV)	97.6%	Conforme a las investigaciones del Instituto Gamaleya se demostró efectividad frente a otras variantes de COVID-19. ⁴⁶
Ad26.CoV. S de Janssen	85.4% a 93.1%	Eficaz frente a las variantes B.1.351, P.2; todavía no hay datos si es eficaz frente a la variante Ómicron. ⁴⁷
Sinopharm	79%	No se estudió la vacuna en lugares donde circularon variantes de preocupación. ⁴⁸
Oxford/AstraZeneca (vacuna ChAdOx1-S)	76%	Se siguen actualizando datos acerca de la eficacia de la vacuna frente a las variantes que existen actualmente. ⁴⁹
Sinovac (CoronaVac)	51% contra enfermedad sintomática. 100% contra enfermedad grave.	No hay datos de eficacia en cuanto a la variante ómicron. ⁵⁰
Cansino (Ad5-nCoV)	57.5% contra enfermedad sintomática. 91.7% contra enfermedad grave.	Disminuye su eficacia frente a la variante Ómicron. ⁵¹

44 (Organización Mundial de la Salud, 2022)

45 (Organización Mundial de la Salud, 2022)

46 (Sputnik V the first registered COVID-19 vaccine proven human adenoviral vector technology, s.f.)

47 (Organización Mundial de la Salud, 2021)

48 (Organización Mundial de la Salud, 2021)

49 (Organización Mundial de la Salud, 2022)

50 (Organización Mundial de la Salud, 2021)

51 (El tiempo, 2022)

Refuerzos de la vacuna COVID-19

Los refuerzos o 3^a dosis de la vacuna se pensaban para personas con comorbilidades y el personal de salud, pero finalmente se demostró que 6 meses después de la aplicación de la 2^a dosis disminuye la protección de la vacuna, y con el lapso del tiempo surgieron nuevas variantes por lo que eso disminuye o algunas veces evade la inmunidad de la vacuna; finalmente se demostró que la dosis de refuerzo eleva los niveles de anticuerpos post vacunación, sin embargo la dosis de refuerzo resultó eficaz para prevenir enfermedad grave y muertes

debido a que con el paso de los meses el virus sufre mutación.⁵²

La 2^a dosis de refuerzo es necesaria para personas con comorbilidades o el personal de salud.⁵³

Efectos secundarios tras la aplicación de la vacuna

Los efectos secundarios de la vacuna se deben a que el organismo está desarrollando protección, los más importantes son fiebre, cansancio, dolor de cabeza, muscular, escalofríos, diarrea y dolor o enrojecimiento.⁵⁴

TABLA 6. PATENTES REVISADAS ACERCA DEL DESARROLLO DE LAS VACUNAS FRENTE AL SARS-COV-2.

<p>Formulación de la vacuna del Coronavirus (Novavax)</p>	<p>Composición Inmunológica: La composición es de nanopartículas provenientes del virus SARS-CoV-2 para mejorar la respuesta como glicoproteínas antigénicas, secuencia de aminoácidos (polipéptidos), partícula de detergente no iónico, buffer grado farmacéutico y adyuvante con base de saponina; se muestran diferentes notas informativas de ensayos preclínicos y se observa la respuesta de las células y citocinas inmunológicas; se identificó el ARN viral, proceso de purificación de polipéptidos, procesos de mutación en sitios de aminoácidos (principalmente L-aminoácidos), replicación del ARN viral. Se identificaron de las reacciones adversas en pruebas clínicas de animales y seres humanos, se observaron sueros inmunizados con IgG en pacientes que recibieron la vacuna y los que fueron diagnosticados con Covid-19 mediante PCR.</p> <p>Pasos en la formulación de la vacuna y sus características con nanopartículas de polipéptidos en la Proteína Spike del virus: La presencia de un detergente facilita la formación de nanopartículas para la presencia de Antígenos, diferentes nanopartículas poseen más de 2 trómeros; se describen los análisis fisicoquímicos que se le desarrollaron a las nanopartículas antigénicas que se producen por la expresión recombinante de células hospederas, los polipéptidos del covid se expresan en células hospederas del insecto mediante el sistema de los baculovirus, este sistema es un doble noqueo entre Catepsina-L y Quitinasa.</p> <p>Los métodos se desarrollan a partir de un lote de cultivo celular pasa por biorreactores para reproducir células capaces de expresar, purificar y aislar proteínas, las condiciones deben ser estériles, considerando el monitoreo de temperatura atmosférica, temperatura del cultivo y el pH; las líneas celulares se purifican, los pH's de las nanopartículas utilizadas deben estar entre 5 y 8, las vacunas libres de aluminio poseen mejor respuesta inmune en personas mayores de 60 años al igual se evalúan diferentes adyuvantes para formular la vacuna y obtener respuesta inmune.</p> <p>Se estudiaron diferentes sueros y plasma de animales con anticuerpos del SARS, debido a que cuando se inoculan en el ser humano existía inmunidad, se evaluaron plásmidos de ADN codificados para la Proteína S del SARS y diferentes vías de administración, dosis y refuerzos para así generar respuesta inmune. 2.1</p>
---	--

52 (Cevallo)

53 (New York Times , 2022)

54 (Organización Mundial de la Salud , 2022)

ISSN VIRTUAL: 2708-0315

ISSN de enlace (ISSN-L) Impreso: 2225-8787

Revista Ciencia, Tecnología e Innovación.

Todos los derechos reservados.

**Desarrollo de Vacunas contra el SARS-COV-2:
Relaciones entre Regulación Sanitaria y la Propiedad Intelectual**

Universidad Nacional Autónoma de México

Autores: Qfb. Antonio Hernández

Qfb. Ligia Mariana Murillo Cisneros

Dra. Patricia Parra Cervantes

Dr. Ramón Soto Vázquez

Dra. Alma X. Herrera Marquez

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Carrera

<p>Anticuerpos Anti-SARS-CoV-2-Spike-Glicoproteína y fragmentos de unión a Antígenos</p>	<p>Este anticuerpo tiene la función de tratar o prevenir la enfermedad ocasionada por el virus SARS-CoV-2, se observa la capacidad que tienen los anticuerpos de neutralizar la glicoproteína Spike del SARS-CoV-2. Se aislaron los anticuerpos y se identifica la unión del antígeno-anticuerpo y la diferente composición de los aminoácidos que poseen los anticuerpos. El desarrollo de un anticuerpo monoclonal consta del proceso de hibridación, poseen una región de cadena ligera y una región de cadena pesada que anteriormente ya fueron clonadas; se obtienen mediante recombinación de ADN, mamíferos y ratones transgénicos.</p> <p>Los anticuerpos recombinantes Anti-SARS-CoV-2 tienen la capacidad de expresar E.Coli/T7, los Ácidos nucleicos codifican para el anticuerpo Anti-SARS-CoV (molécula de Inmunoglobulina) que podrá insertarse en el plásmido pET-base y expresar el bacteriófago de E.Coli/T7; en las células madre se expresa la T7 ARN polimerasa. Se explican diferentes métodos de unión entre anticuerpos y antígenos Anti-SARS-CoV-2, la expresión de los péptidos, polipéptidos, aminoácidos y proteínas; al igual que las diferentes mutaciones durante el desarrollo del anticuerpo monoclonal en ratones de laboratorio, se identificó la unión de la proteína Spike del SARS-CoV-2 con la Proteína ACE2 (produce muerte por la infección de Covid-19) y se determinaron diferentes dosis para observar la capacidad de neutralización y así evitar que el virus se replique en las células. Se utilizan anticuerpos de ratones transgénicos, la composición es seca y se conserva en congelación, las vías de administración pueden ser nasal, oral, intramuscular, intravenosa, inhalación y vía tópica. 2.2</p>
<p>Neo Glicoconjugados como vacunas y como una herramienta terapéutica</p>	<p>Los neo-glicoconjugados o glicoconjugados de síntesis son compuestos derivados de aminoazúcares y son productos formados por una parte de carbohidrato generalmente haptenos. Los glicoconjugados son carbohidratos naturales como oligosacáridos que son unidos covalentemente a otros componentes químicos.</p> <p>Para el tratamiento de SARS-CoV-2 lo descubrieron como inmunoterapia porque genera Respuesta inmune innata y adaptativa y se utiliza como inmunógeno que puede interactuar con otros aminoácidos, péptidos o grupo amino libres para generar respuesta inmune produciendo anticuerpos. La serie de reacciones de síntesis de un neo glicoconjugado posee 2 terminaciones, la primera es por vía thio éter y la segunda posee un grupo funcional y un amino libre, los grupos funcionales son --COX, --SO.sub.2X,-O--C(O)--X, --N.dbd.O, or -N.dbd.C.dbd.S (X es Halogenuro) otra forma es a partir de péptidos o proteínas con uno o más grupos amino libres interactuando de uno o más grupos de aminas libres mediante una amida, carbamato, sulfonamida, urea, tiourea para producir la neoglicoconjugación. La reacción tiol se conjuga directamente en la unión antigénica alquenal carbohidrato, puede ser fotocatalítica, produciendo una ligera radiación ultravioleta, al mismo tiempo catálisis y se da en un ph que va de 3 a 10. La unión covalente del alqueno por vía glucósido por la reacción de aminación reductiva por medio de un azúcar reductor, el glucósido impuro puede actuar como inmunógeno neo glicoconjugado con vida media más larga después de la administración, la unión glucosídica puede ser S-glucosídica, N-glucosídica, C-glucosídica.</p> <p>Anteriormente se han desarrollado carbohidratos antigénicos para otras vacunas de tipo viral, bacterianas, algunos se asocian a antígenos tumorales y diagnósticos inmunológicos, estos carbohidratos generan inmunidad humoral mediada por células B e inmunidad celular mediada por células T. 2.3</p>

<p>Vacuna contra el Coronavirus (Polipéptidos como inmunógenos)</p>	<p>Esta patente está documentada con la biotecnología que se basa en polipéptidos e interactúan como inmunógenos para prevenir o tratar la infección por COVID-19, se probaron diferentes vías de administración parenteral dentro de los órganos para que actúe como inmunoterapia dirigida en el órgano afectado por la infección. Cada polipéptido consta de diferentes cadenas de aminoácidos, la respuesta se da por los epítomos de las células T e interactúan múltiples alelos del Antígeno de Histocompatibilidad (HLA), las personas expresan 6 tipos de HLA clase I que dirigen respuesta a células T CD8+ citotóxicas y 8 tipos de HLA clase II por lo que su respuesta va dirigida a células T CD4+ Helper y poseen diferentes epítomos de la misma proteína antigénica; los genotipos HLA clase I y II de las personas hace referencia a la secuencia de aminoácidos.</p> <p>La vacuna a base de ARN se incorpora entre liposomas para facilitar la absorción de ARN y proteger la degradación; se incorporan de diferentes formas en liposomas protamina, partículas de polisacárido, nano emulsión catiónica, polímero liposómico catiónico, nanopartículas catiónicas, lípido catiónico, colesterol y nanopartículas de polietilenimina (PEG). 2.4</p>
<p>Expresión del receptor de unión de la proteína S del SARS-CoV-2 en Salmonella atenuada como vacuna</p>	<p>Consta de un vector bacteriano de pánsmido que actúa como vacuna o una bacteria atenuada que expresa la porción del receptor de unión de la proteína S del SARS-CoV-2 por vía de administración oral y tiene efectividad preventiva. La Salmonella typhimurium es una bacteria intracelular facultativa que se replica en la unión del compartimento de la membrana celular hospedera, interactúa como vector plasmídico y va expresar proteínas bacterianas para producir la respuesta inmune frente a enfermedades infecciosas y cáncer (como se ha demostrado anteriormente). Las diferentes vías de administración pueden ser por vía parenteral, vía oral; con formas farmacéuticas sólidas (tabletas, cápsulas), formas farmacéuticas líquidas (suspensiones, emulsiones, soluciones y jarabes); por vía inhalatoria (aerosol o nebulizador). 2.5</p>

<p>Estabilidad de la Proteína Spike (S) del virus del SARS-CoV-2 para el desarrollo de la vacuna</p>	<p>La invención se refiere a la nanopartícula de la proteína S por 3 β-coronavirus SARS-CoV, MERS y SARS-CoV-2 basados en dos estrategias, la primera es la estabilidad de la proteína S trimérica por perfusión mediante eliminación de diferentes regiones HR1 y HR2 de la proteína S; la segunda estrategia utiliza la secuencia proteica SpyTag/SpyCatcher para crear la Unión Receptora Dominante presentadora de nanopartículas. La estabilidad de los trímeros de la proteína S y los receptores de unión proteica se utilizan como vacunas tipo VLP (partículas virales), que actúan como antígenos de la vacuna y se demuestran de forma multivalente en nanopartículas. Los polipéptidos de la proteína Spike desarrollados por Ingeniería Genética son más estables para el desarrollo de las vacunas, se observan mutaciones de polipéptidos en algunas regiones de la proteína al momento de evaluar la estabilidad de la proteína S; el objetivo de estabilizar la proteína es obtener respuesta inmune celular mediada por células Th1. Los trímeros S poseen nanopartículas producidas en línea celular Expi-CHO con un elevado rendimiento para la producción industrial. Las nanopartículas derivadas de la ferritina, E2p y I3-01 se auto ensamblan para la producción de una vacuna multivalente; las nanopartículas de las vacunas aseguran el dominio para su estabilidad, esta estabilidad presenta los polipéptidos inmunogénicos que tienen utilidad para la formulación, fabricación e inmunización. La trimerización de una cápside de la proteína viral SHP se añade en la terminación C para dar estabilidad a la proteína S de forma soluble; esta trimerización es capaz de insertar la corta unión GS para estabilizar al trímero e incrementar relación trimérica dentro del rendimiento proteico. Los polinucleótidos van a codificar a los inmunógenos o nanopartículas que actúan como inmunógenos, algunos van a codificar los polipéptidos inmunógenos de la proteína S (spike) y algunos no contienen la secuencia líder de N-terminal, algunos codifican a las secuencias de las nanopartículas para la producción de las vacunas y algunos codifican para la secuencia líder de la proteína S; en los vectores virales expresados se albergan algunos polinucleótidos y así las células huésped producen vacunas, la nanopartícula subunitaria se fusiona a los polipéptidos de la proteína S que tiene la capacidad de auto ensamblarse en nanopartículas de la vacuna incluyendo los polipéptidos inmunogénicos y las proteínas en superficie.</p> <p>Para que sea eficaz la vacuna debe existir una cantidad adecuada de nanopartículas inmunogénicas. 2.6</p>
<p>Vacuna del Coronavirus a base de Ácidos Nucleicos</p>	<p>Este tipo de vacunas se desarrollan a través de Ingeniería Genética e inducen respuesta inmune humoral y celular a través de células T CD8; aportando una idónea protección frente a la COVID-19 y las futuras variantes, es eficaz en infantes y personas adultas.</p> <p>El objetivo del desarrollo de este tipo de vacunas es que a partir del ARNm del virus que tiene capacidad de codificar a la proteína S que es la más inmunogénica del virus y tiene alta afinidad con la enzima ECA2 encontrada en el cerebro, pulmón, corazón y riñón. 2.7</p>

<p>Vacuna del Coronavirus consta de un agonista TLR9</p>	<p>El TLR9 como oligonucleótido de citidina-fosfo-guanosina no metilado.</p> <p>Los Receptores Tipo Toll se expresan a través de células dendríticas y tienen la función de responder frente a patógenos.</p> <p>Se realizaron pruebas con roedores de laboratorio para observar la capacidad de neutralizar el virus.</p> <p>La formulación farmacéutica es a base de solventes, buffer de fosfato, Cloruro de Sodio como solución salina, como vehículo agua esterilizada, solución de Ringer (Solución de Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio y Cloruro de Calcio en agua para preparaciones Inyectables). El Buffer controla el ph, inhibe la degradación de él agente activo durante la producción y el almacenamiento.</p> <p>Los buffers adecuados contienen sales como acetato, citrato, fosfato y sulfato y aminoácidos como arginina, lisina, histidina y glicina; el rango del pH es de 6 a 9.</p> <p>Los agentes de carga se utilizan para liofilizar la vacuna, previo a la administración para la estabilidad de los componentes durante la refrigeración; los componentes son carbohidratos como sucrosa, lactosa, trehalosa, manitol, sorbitol y glucosa.</p> <p>Los adyuvantes útiles son Aluminio, emulsión de agua en aceite, liposomas y micropartículas; el Antígeno del Virus del SARS-COV-2 es soluble en Aluminio. 2.8</p>
<p>Vacuna del Coronavirus utilizando la tecnología de Vector Viral</p>	<p>Como vector se utilizó el baculovirus y poxvirus que interactúan con los genes y las proteínas del virus SARS-COV-2; este tipo de vacunas puede llegar a ser menos efectiva en algunos grupos de personas debido al Adenovirus tipo 5 y tiene baja respuesta inmune de tipo humoral en algunos grupos de personas; este tipo de vacunas es recomendado en personas mayores de 18 años; sin embargo, se realizó la combinación del adenovirus con serotipo 26. 2.9</p>
<p>Patente Vacuna SINOVAC</p>	<p>Esta vacuna fue obtenida por tecnología de virus inactivado; este virus fue obtenido a través de muestras de personas infectadas en seguida este se cosechó en un cultivo celular de la línea VERO de 3 a 7 días en un biorreactor de 35 a 39°C y fué inactivado con agentes como B-propiolactona durante 24 horas, o formalina durante 3-13 horas a 4°C y en otros por purificación de Cromatografía de ión intercambiable, el virus inactivado se trata con una enzima de restricción de endonucleasa. Los principales adyuvantes son AIOH3 y Oligodeoxinucleótido, previamente el virus está filtrado a través de una membrana.</p> <p>Los ensayos preclínicos se hicieron en roedores de laboratorio; se le administraron las 2 dosis de vacunas y se determinaron concentraciones de anticuerpos en el suero por diferentes periodos después de haber sido inmunizados.3.1.1</p>

XII DESARROLLO DE VACUNAS CONTRA COVID 19 E IMPORTANCIA EN LA NUEVA NORMALIDAD

Diferentes licenciaturas como Química, Farmacia, Biología, Medicina, Enfermería e Ingenierías tienen una gran relevancia para enfrentar una pandemia; las áreas de

especialidad son Inmunología, Microbiología, Virología, Genética, Biología Molecular, Biotecnología y Bioinformática.

El área de estudio de Química y Farmacia tiene gran importancia en la formulación, fabricación, pruebas de control de calidad y estabilidad, regulación sanitaria y de patentes para que una vacuna llegue a su etapa final y sea segura y eficaz; Biología tiene relación en el análisis y cuantificación de la secuencia Genómica de los virus; en Medicina y Enfermería, además de que es la primera línea en el tratamiento y cuidado de los pacientes enfermos, hospitalizados y en terapia intensiva por causa de la COVID-19, los Médicos deben conocer el mecanismo de acción de las vacunas y las reacciones secundarias o ESAVI que pueden provocar las vacunas y darles un buen seguimiento; las Enfermeras colaboran con la administración de las vacunas y monitorean al personal vacunado durante 20 minutos después de recibir la vacuna; el área de las Ingenierías como Ingeniería Química ya que analizan la calidad de biorreactores que son indispensables en el desarrollo de productos biológicos a gran escala, el análisis de aguas y vapor en plantas farmacéuticas; Ingeniería Industrial en el desarrollo y análisis de diferentes procesos que se manejan en una planta industrial, como la calidad de los equipos críticos como ultra congeladores, congeladores y refrigeradores que son útiles para la estabilidad de las vacunas y así tener esa facilidad de transportarlas previniendo el daño de un lote o una vacuna; Ingeniería en Sistemas y en Computación para el desarrollo y funcionamiento de software para la base de datos de diferentes proteínas y secuencia genómica del virus.

Para el desarrollo de una vacuna previa a las fases preclínica y clínicas se requieren especialidades en Inmunología, Microbiología y Virología, colaborando con áreas de especialidad en Genómica, Biología Molecular y Biotecnología debido a que previo al desarrollo se debe

identificar, secuenciar, analizar y cuantificar detalladamente el Genoma viral, identificar el código genético viral, mutaciones y estabilidad del ARN; la Bioinformática es de gran utilidad para evitar a los animales de experimentación y así poder identificar diferentes proteínas y genes de los microorganismos desde el software o diferentes bases de datos.

a) Ética en la vacunación

Debe existir prioridad en las etapas de vacunación; se consideró en primera etapa al personal de salud porque son los que están directamente atendiendo a los pacientes COVID, en segunda se consideraron a las personas mayores de 60 años porque son los que tienen un riesgo elevado de hospitalización por la enfermedad y en seguida se avanza la campaña de personas mayores a menores de 50 a 59 años, 40 a 49 años y el resto de la población; la inmunidad colectiva es el hecho de aceptar la aplicación de la vacuna en tu turno para evitar la propagación del virus, se considera la colaboración en la distribución de vacunas de países de primer mundo para los de bajos recursos.

Al personal de salud se les aplica las vacunas más efectivas porque están tratando constantemente con los enfermos de COVID, y además para que exista mayor disponibilidad de otros servicios de salud.

Se deben respetar las etapas de vacunación; el hecho de no respetarla va en contra de la ley.⁵⁵

b) ¿Cómo la educación cambió por el efecto de la pandemia?

La escuela se considera un espacio para convivir, aprender, crear ideas, hacer diferentes actividades y conocer diferentes personas;

incluso se considera un gran apoyo para los padres que tienen hijos en la etapa de la niñez y así ellos puedan realizar sus actividades laborales mientras los hijos asisten a la guardería, maternal, kínder y primaria; pero gracias a la tecnología se ha podido continuar con las clases a distancia. Sin embargo, no todos los estudiantes tienen acceso a internet, ni a una computadora o bien una Tablet.

Muchos estudiantes no se adaptan fácilmente al aprendizaje en línea porque no tienen un espacio propio para poder concentrarse en su clase, la plática y la convivencia con los compañeros de la escuela o Profesores se convirtió completamente de forma virtual, por medio de correos electrónicos y mensajes de whatsapp principalmente; y también para varios Profesores la educación a distancia se transformó completamente en una fase de adaptación al manejo adecuado de plataformas virtuales para dar clase, dejar trabajos, realizar exámenes, comunicarse con los alumnos e igual eso les lleva más tiempo del que tienen asignado los Profesores para trabajar.

Y en Licenciaturas que requieren prácticas y aprendizaje presencial como las ciencias Biológicas, Ingenierías, Ciencias Físico-Matemáticas, y Artes es distinto; porque se pierde el objetivo de estas áreas de Licenciatura de aprendizaje presencial debido a que tienen sesiones prácticas.

b.1. Propiedad Intelectual de la educación a distancia

Los Derechos de Autor tienen relación con las actividades académicas, tanto de forma presencial y el uso de aulas virtuales, internet y educación a distancia; los tipos de referencias que se deben utilizar durante la clase, los

métodos de enseñanza. Los Derechos de explotación son necesarios para adquirir información confiable de libros, artículos de internet, incluso ahora durante la Pandemia el uso de videoconferencias para dar clase, plataformas virtuales, además de la información mencionada anteriormente a través de Internet ha sido práctico para el trabajo de los Profesores, Estudiantes e Investigadores; y estos requerirán autorización de los Derechos de Autor.⁵⁶

c) El impacto de las vacunas covid-19

El objetivo del desarrollo de las vacunas COVID-19 fue para reactivar las actividades de forma presencial (como el regreso a clases, o la recuperación de la economía mundial).

En el aspecto del regreso a clases es indispensable estar todos vacunados por nuestra seguridad y estado de salud; debido a que muchas actividades escolares se requieren de forma presencial.

XIII DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al momento que se autorizaron las vacunas contra el COVID-19 se hicieron ensayos clínicos hasta fase 3 con 2 dosis y se evaluó una eficacia elevada en cuanto a la prevención de hospitalizaciones y muertes por la COVID-19, debido a que con el paso de los meses una vez probadas estas vacunas surgieron diferentes variantes de COVID-19 y por lo que disminuyó la eficacia de las vacunas que se autorizaron de emergencia, y al mismo tiempo se empezó a estudiar la combinación de vacunas y si se requería una 3ª hasta 4ª dosis o bien un refuerzo del esquema de vacunación; en las patentes que se describieron se observa la tecnología del desarrollo de las vacunas y las fases de los ensayos clínicos que se realizaron.

56 (OMPI, Informe sobre prácticas y retos en relación con actividades de educación a distancia y de investigación en línea)

Existen múltiples opiniones (Correa, 2021) (Peiro, Valcarcel, B, & Ortún Rubio, V, 2021) en contra de la Propiedad Intelectual de las patentes de vacunas para COVID-19 fundamentalmente se acusa a la industria farmacéutica fabricante de las vacunas, porque consideran egoísta y falta de moral el aprovechamiento de la situación de pandemia; además la utilización de fondos públicos para la investigación necesaria lo cual son aseveraciones peligrosas ya que en el caso de licencias obligatorias es evidente que pocas empresas, instituciones de investigación y unidades públicas de salud tienen la capacidad de fabricar la vacuna a gran escala, la transferencia de la tecnología necesaria de una planta a otra planta requiere el tiempo mayor a un año, y la validación y calificación de instalaciones requieren un tiempo equivalente por lo que desde el punto de vista técnico una licencia obligatoria es una solución poco viable.

Adicionalmente en el caso de las vacunas de COVID-19 encontramos una problemática con la estabilidad y almacenamiento de las vacunas que requieren instalación refrigerada, transporte refrigerado que desafortunadamente no en todos los países están disponibles; en resumen, puede ser que no sea agradable el pago de regalías por uso de una patente a las empresas propietarias de la misma, aunque en este caso existen varias razones por las cuáles la propiedad intelectual es necesaria:

1. Tecnología de fabricación complicada.
2. Distribución mediante cadena fría.
3. Tecnología previa.
4. Estudios clínicos costosos y amplios.
5. Alta inversión económica.
6. Regulación sanitaria específica.

7. Investigación preclínica compleja.
8. Mutaciones víricas.
9. Presiones políticas, económicas y sociales para obtener una solución tempranamente.

Más allá de la discusión moral es importante mantener reglas claras y políticas apropiadas para la reducción de las desigualdades sociales y económicas que se presentan en este caso y en todos los casos de salud; en el caso de la Propiedad Intelectual recordemos que las patentes tienen una vigencia de 20 años, con lo cual hoy en día disfrutamos de un buen número de alternativas terapéuticas genéricas, en corto plazo de medicamentos intercambiables biotecnológicos incluyendo vacunas y múltiples alternativas terapéuticas; aunque por otro lado continúa la controversia de las patentes de vacunas COVID-19 porque la patente del desarrollo tecnológico, formulación requieren de presupuesto por parte del gobierno a los investigadores, desarrolladores de patentes y a las empresas farmacéuticas provocando que varios países no cuenten con el acceso a vacunas (Peiró, González López, & Órtun Rubio, 2021), (González Merino & Castañeda Zavala, 2021).

Muchos autores describen en sus artículos que no están a favor que las tecnologías, desarrollos y formulaciones para diferentes vacunas tengan varias patentes debido a las inversiones económicas que se deben hacer a la industria farmacéutica y eso hace que los países desarrollados tengan el acceso fácil y rápido a las vacunas en comparación de los países con bajo desarrollo; y en cuanto a esta situación estamos a favor de sus opiniones por la parte de la distribución de vacunas en varios países que es muy precaria debido a la carencia de recursos económicos y gracias a eso pueden surgir nuevas variantes que

modifican el mecanismo de replicación viral y pueden ser muy agresivas o escapar inmunidad en personas completamente vacunadas; pero también estamos en contra porque ésta solución es poco práctica ante la inexistencia de los recursos tecnológicos humanos y biológicos para la realización de vacunas en otras plantas, recordemos, la seguridad de un

producto farmacéutico es crucial y se consigue a través de rigurosos protocolos de validación de procesos, la finalidad de sus descripciones es que ellos quieren que se liberen las patentes cuando el reglamento implica que finalmente todo desarrollo y formulación de cualquier medicamento debe tener derechos de patente.

VENTAJAS DEL DERECHO DE PATENTES	DESVENTAJAS DEL DERECHO DE PATENTES
Legalmente se deben de proteger las patentes de cualquier desarrollo, formulación y componente activo de medicamentos y vacunas.	La distribución y desarrollo de medicamentos y vacunas es más carente en países de bajos recursos en comparación de los países desarrollados y el derecho de propiedad intelectual en materia de patentes.
Todos los medicamentos y vacunas para que salgan del mercado deben cumplir con el derecho de patente.	La mala distribución de medicamentos y vacunas pueden ocasionar futuras variantes de COVID y las vacunas pueden perder efectividad tempranamente.

Es necesario dejar las discusiones económicas y políticas para pensar que es más importante el mantenimiento de la salud y seguimiento de las actividades educativas en nuestra sociedad.

Es claro que la pronta respuesta en la obtención de vacunas contra COVID-19 es un logro sin precedentes en la historia de la humanidad, cabe recordar que la vacuna para la viruela tomó 3 siglos en ser solucionada, hoy en día poco más de un año hemos vuelto a la normalidad.

XIV CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentan las principales características biológicas y mecanismo de acción del virus causante de la enfermedad de SARS-CoV-2, su forma de acción, mecanismo de infección, estructura y generalidades más importantes. Así mismo

se presentaron las diferentes plataformas tecnológicas de las vacunas contra el virus COVID 19 y la forma en que las figuras de la propiedad intelectual se utilizan para la protección de los desarrollos tecnológicos realizados, somos consiente de la polémica que existe en torno a la existencia de las patentes de las vacunas, y se analizaron los aspectos principales a favor y en contra.

Se presento una narrativa de los principales aspectos regulatorios involucrados en la autorización del registro sanitario de las vacunas y se discutió sobre el regreso a la normalidad; en general concluimos que:

Las vacunas Anti-COVID han sido autorizadas y algunas aprobadas por la OMS para su distribución y uso de emergencia; por otro lado, la Unión Europea (UE) ha restringido

la autorización y uso de otras vacunas; y las patentes de las vacunas que actualmente se autorizaron y están aprobadas en el mundo se liberaron para la distribución a diferentes países y finalmente son vacunas que se seguirán evaluando a través de los años, debido a que actualmente la mayoría de las vacunas que se han aplicado son de dos dosis, a excepción de la vacuna CanSino Biologics y Janssen; y debido a que las dos dosis pierden efectividad 6 meses después de la aplicación y frente al surgimiento de nuevas variantes se requirió la necesidad de refuerzos de la vacuna del SARS-CoV-2.

Existe una probabilidad media de que cada año surgirán diferentes variantes; quizá puedan ser de menor o mayor preocupación.

Para que una vacuna resulte efectiva se debe seguir con los protocolos de Bioseguridad que recomiendan las autoridades de salud, y para que el Sistema Inmunológico desarrolle los anticuerpos y células de memoria debe trabajar correctamente y por esa razón es importante tratar de tener un estilo de vida saludable (comer sanamente, practicar actividad física al menos 3 veces por semana con sesiones de 30 minutos, dormir por lo menos 7 horas, principalmente); aunque en personas con enfermedades crónico-degenerativas se ha visto que la respuesta Inmunológica frente a las vacunas ha sido disminuida.

Finalmente, las vacunas han demostrado una elevada efectividad para evitar el colapso de hospitalizaciones por la enfermedad COVID-19, y así poder retomar la educación de forma presencial y reactivar la economía de varios negocios.

Al momento de finalizar este artículo de opinión el mundo avanza lentamente hacia la nueva normalidad, con olas de COVID 19 que

poco a poco son menos mortales pero igual de contagiosas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

A.C., C. N. (s.f.). El papel del Farmacéutico y Personal de Farmacia ante Coronavirus COVID-19.

Acosta, B., & Naranjo, M. (2022). Una panorámica sobre patentes, vacunas y COVID-19. . Prometeica-Revista de Filosofía y Ciencias , 131-142.

AstraZeneca. (s.f.). Obtenido de Centro de Información de la vacuna COVID-19 : <https://www.azmed.com.mx/vacuna-covid-astrazeneca.html>

AstraZeneca México.(s.f.). Obtenido de ¿Cómo funciona la vacuna contra COVID-19?: <https://www.facebook.com/168415820161183/videos/411066543407062/>

BBC News. (s.f.). Obtenido de China aprueba la primera patente de una vacuna para el Coronavirus .

BBC News Mundo. (s.f.). Obtenido de Vacuna contra COVID-19 en Reino Unido como primer país en probar la vacuna de Pfizer y Biontech: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55159654>

Bermudes. (2021). United States Patente n° 10,973,908.

Canals, L. ., (2021). Revisión del concepto de inmunidad poblacional, a propósito de la epidemia COVID-19 y del desarrollo de vacunas. Scielo .

CDC. (1 de abril de 2022). Obtenido de Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades: <https://espanol.cdc.gov/>

coronavirus/2019-ncov/vaccines/different-vaccines/Moderna.html

CDC. (4 de abril de 2022). Obtenido de Centro de Control y Prevención de Enfermedades: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/index.html>

Cevallo, M. Á. (s.f.). ¿Cómo ves? UNAM Revista digital. Obtenido de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/276/dosis-adicional-de-la-vacuna-contr-la-covid-19-si-o-no>

Cevallos, M. Á. (2020). Nuevo Coronavirus. La epidemia . ¿Cómo ves? UNAM, 8-13.

CNN Salud. (2021). Obtenido de Una por todas las variantes del nuevo Coronavirus identificadas hasta el momento : <https://cnnespanol.cnn.com/2021/06/23/todas-variantes-covid-19-identificadas-orix/>

COFEPRIS . (s.f.). Obtenido de Guía para modificaciones a las condiciones del registro sanitario : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/525238/Gu_a_de_Modificaciones_de_Vacunas.pdf

Comisión Europea . (s.f.). Obtenido de Vacunas seguras contra la COVID-19 para la población Europea: https://ec.europa.eu/info/live-work-travel-eu/coronavirus-response/safe-covid-19-vaccines-europeans_es

Company Company, C., & Priede, C. J. (2011). Manual de Gramática Histórica. Ciudad de México: Primeros 100 años.

Convención de Inspección Farmacéutica. (s.f.). Obtenido de Notas explicativas para los fabricantes farmacéuticos sobre la preparación del Archivo Maestro en el Sitio: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/180174/anexositemasterfile.pdf>

Convención de Inspección Farmacéutica Régimen de Cooperación de la Inspección Farmacéutica. (s.f.). Obtenido de Guía para las Buenas Prácticas de Fabricación de Medicamentos (Anexos): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/180173/anexo20PIC_.pdf

Coronavirus. ¿Cómo aumenta la capacidad de infección del SARS-COV-2 con cada nueva variante? (s.f.).

Correa, J. (2021). Acceso a vacunas contra el COVID-19: el impacto de las patentes. Pensar en Derecho , 123.

Csiszovski, e. a. (2021). London Patente n° 10,973,909.

Csiszovszki. (2021). Inglaterra Patente n° 10,973,909.

Diario Oficial de la Federación. (s.f.). Obtenido de Programa de Precalificación para Medicamentos y Vacunas de la Organización Mundial de la Salud : https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5555923&fecha=29/03/2019

Díaz, Q. J. (2021). Vacunas contra la COVID-19 y aparición de variantes del SARS-COV-2. Reflexionando sobre el caso de México . Scielo

Dynavax. (2021). Emeryville, California Patente n° 178396.

El tiempo . (13 de enero de 2022). Obtenido de <https://www.eltiempo.com/salud/omicron-estudios-determinan-la-eficacia-de-las-vacunas-contr-la-variante-644640>

Farmazine . (s.f.). Obtenido de Patentes de composición y su vinculación con su registro sanitario : <https://farmazine.mx/articulos/patentes-de-composicion-y-su-vinculacion-con-el-registro-sanitario>

Farmazine . (s.f.). Obtenido de Los Diseños Industriales y su importancia en la Industria Farmacéutica : <https://farmazine.mx/articulos/los-disenos-industriales-y-su-importancia-en-la-industria-farmaceutica>

Filosóficas, I. d. (Dirección). (2021). Ética y Vacunación [Película].

Food and Drug Administration (FDA). (s.f.). Obtenido de Autorización del uso de emergencia de la vacuna contra COVID-19 de Pfizer-Biontech para prevenir la COVID-19: <https://www.fda.gov/media/144625/download>

Fuentes, A. R. (2021). Características de la enfermedad por Coronavirus 2019: una revisión de literatura emergente. . Med Wave Revista Biomédica .

Fuentes. J, P. M. (s.f.). Genobiósidos N- y S- Funcionalizados y precursores Químicos. . Síntesis del Tiourientri-y Tetrasacáridos . Sevilla, España .

Glanville. (2021). Estados Unidos Patente n° 10,953.

Gobierno de México. (s.f.). Obtenido de Permiso de venta y distribución de Productos Biológicos y Hemoderivados : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/584747/Gu_a_usuarios_para_liberacion_de_lotes.pdf

Gobierno de México . (s.f.). Obtenido de Guía técnica para la aplicación de la vacuna inactivada de células VERO SINOVAC .

Gobierno de México . (s.f.). Obtenido de Cómo proceder ante un resultado fuera de especificaciones para la liberación de lote de producto biológico: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/338521/Proceso_por_Fuera_Especificaciones.pdf

Gobierno de México . (s.f.). Obtenido de Guía para el registro de Medicamentos .

Gobierno de México . (s.f.). Obtenido de Eventos Supuestamente Atribuibles a la Vacunación e Inmunización : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287240/ESAVI_2014.pdf

Gobierno de México . (s.f.). Obtenido de México participará en COVAX para facilitar la obtención de vacunas contra COVID-19 : <https://www.gob.mx/sre/prensa/mexico-participara-en-covax-facility-para-la-obtencion-de-vacunas-contra-covid-19>

González Merino, A., & Castañeda Zavala, Y. (2021). Propiedad Intelectual en época de SARS-COV-2 (COVID-19). La disyuntiva entre lo privado y el bienestar social. Sociología , 183-218.

Guía Tripartita Armonizada (ICH). (s.f.). Obtenido de Calidad de productos Biotecnológicos, Pruebas de estabilidad de productos Biotecnológicos/ Biológicos Q5C: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/163167/Q5C_Guideline_esp.pdf

He, e. a. (2021). CA US Patente n° 10,906,944.

Inmunoprevenibles, D. d. (28 de febrero de 2021). Ministerio de Salud Argentina. Obtenido de https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2021-03/manual-vacunador-sinopharm_12-3-2021.pdf

ISO 9001. (s.f.).

ISO 9001. Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos. (2015).

Jackson, A. L., Anderson, E. J., Eaphael, N. G., Roberts, P. C., & Makhene, M. (2020). An mRNA Vaccine against SARS-COV-2.

Laura, G. S. (2016). De los Corales a los rascacielos . ¿Cómo ves? Química , 42-45.

New York Times . (4 de abril de 2022). Obtenido de <https://www.nytimes.com/es/2022/04/04/espanol/segundo-refuerzo-covid.html>

OMPI. (s.f.). Obtenido de Informe sobre prácticas y retos en relación con actividades de educación a distancia y de investigación en línea.

OMPI. (s.f.). OMIPI. Obtenido de Informe sobre prácticas y retos en relación con actividades de educación a distancia y de investigación en línea: https://www.wipo.int/edocs/mdocs/copyright/es/sccr_39/sccr_39_6.pdf

OMS.(s.f.)Obtenido de la vacuna e Inmunización: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/vaccines-and-immunization-whata-isvaccination?adgroupsurvey=%7badgroupsurvey%7d&gclid=EAIaIQobChMI8cmZm>

O'Neill, L. (13 de septiembre de 2021). BBC News . Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-58544894>

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual . (s.f.). Obtenido de Consideraciones en torno a la Propiedad Intelectual, la innovación, el acceso y la COVID-19 : https://www.wipo.int/about-wipo/es/dg_gurry/news/2020/news_0025.html

Organización Mundial de la Salud . (s.f.). Obtenido de Directrices sobre la evaluación y estabilidad de las vacunas : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/163169/Annex_3_WHO_TRS_962-3_ES_REV.PDF

Organización Mundial de la Salud . (21 de septiembre de 2021). Obtenido de OMS : [https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-sinovac-covid-19-vaccine-](https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-sinovac-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know?fbclid=IwAR3RvGXe9hS4WeqOG0gPb2D8bemCaCvC97pARrLoFLPh1ToHMBIpfafRa_I)

[what-you-need-to-know?fbclid=IwAR3RvGXe9hS4WeqOG0gPb2D8bemCaCvC97pARrLoFLPh1ToHMBIpfafRa_I](https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-j-j-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know)

Organización Mundial de la Salud . (9 de diciembre de 2021). Obtenido de OMS : <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-j-j-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know>

Organización Mundial de la Salud . (23 de febrero de 2022). Obtenido de OMS: https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-moderna-covid-19-mrna-1273-vaccine-what-you-need-to-know?gclid=EAIaIQobChMIk8OkwKzV9AIVwUQRCh0zXAXQEAAAYASAAEgKJ6_D_BwE

Organización Mundial de la Salud . (16 de marzo de 2022). Obtenido de OMS : <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-oxford-astrazeneca-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know>

Organización Mundial de la Salud. (7 de mayo de 2021). Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-sinopharm-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know>

Organización Mundial de la Salud. (21 de enero de 2022). Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/who-can-take-the-pfizer-biontech-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know>

Organización Mundial de la Salud . (16 de marzo de 2022). Obtenido de [https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)-vaccines?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=EAIaIQobChMIo5mDIN7R9wIV8gl9Ch0LIgSSEAAAYASAAEgL5Nfd_BwE](https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-(covid-19)-vaccines?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=EAIaIQobChMIo5mDIN7R9wIV8gl9Ch0LIgSSEAAAYASAAEgL5Nfd_BwE)

- Pastrian, S. G. (2020). Bases Genéticas y Moleculares del COVID-19 (SARS-COV-2). Mecanismos de patogénesis y respuesta inmune. *Int. Odontostomat*, 14.
- Peiro, S. G., Valcarcel, B, & Ortún Rubio, V. (2021). ¿Es la solución liberar las patentes de las vacunas COVID? The conversation.
- Peiró, S., González López, V., & Órtun Rubio, V. (2021). ¿Es la solución liberar las patentes de las vacunas COVID? The conversation.
- Pompo, M. L. (2008). Regulación de Productos Biológicos y Biotecnológicos en Latinoamérica y el Caribe .
- Quiang, e. a. (2021). Beijing Patente nº 087957.
- Red Panamericana de Armonización de la Regulación Farmacéutica . (s.f.). Obtenido de Requisitos Armonizados para el registro de vacunas en la Región de las Américas y Guía de Preparación de una solicitud de registro sanitario: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Requisitos-armonizados-Red-PARF-Vacunas.pdf>
- Risco, A. L., León Risco, K., & Llamó Hoyos, G. (s.f.). Bases Moleculares de la Patogénesis del COVID-19 y estudios in-silico de posibles tratamientos farmacológicos .
- Robert. (2021). Estados Unidos Patente nº 10,975,139.
- Robert, e. a. (2021). United States Patente nº 10,975,139.
- Rule. (2021). Bureau Patente nº 156267 A1.
- Salud, O. M. (20 de mayo de 2009). Instrucciones para el almacenamiento y transporte de muestras de casos de humanos y animales sospechosos o confirmados y aislamientos del virus de gripe A(H1N1) .
- Salud, S. d. (s.f.). Automuestreo para la liberación de Productos Biológicos .
- Sánchez Romero, M., García Lechuz Moya, J., González López, J., & Orta Mira Nieves . (2019). Recogida, transporte y procesamiento general de las muestras de laboratorio de Microbiología Clínica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* , 127-34. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-recogida-transporte-procesamiento-general-muestras-S0213005X17303907>
- Santos, S. N., & Salas, Coronado, R. (2020). Origen, características estructurales, medidas de prevención, diagnóstico y fármacos potenciales para prevenir y controlar COVID-19. . *Med Wave*.
- Saudani, J. (7 de abril de 2022). National Geographic . Obtenido de https://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/xe-nueva-variante-covid-19-que-preocupa-a-oms_18126
- Scientific, T. F. (2020). Fisher scientific . Obtenido de Recipiente de congelación “Mr.Frosty”: <https://www.fishersci.es/shop/products/mr-frosty-freezing-container/11315674>
- Secretaría de Salud. COFEPRIS. (s.f.). Obtenido de Titulares de Registro de Medicamentos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/163173/FICHA_TECNICA.pdf
- Secretaría General de Salud, Diario Oficial de la Federación . (s.f.). Obtenido de Ley General de Salud en materia de Medicamentos de tipo Biológico .

- Shiao. (2021). Canada Patente nº 10.973,910. 2.5(United States Patente nº 10,973,908, 2021)
- Shiao, e. a. (2021). Montreal C.A Patente nº 10,973,910. 2.6 (CA US Patente nº 10,906,944, 2021)
- Smith, e. a. (2021). Gaithersburg Patente nº 10, 953. 2.7 (Bureau Patente nº 156267 A1, 2021)
- Sputnik V. (s.f.). Obtenido de The first registred COVID-19 vaccine. Proven Human Adenoviral Vector Technology. Vaccine. General Information. 2.8 (Emeryville, California Patente nº 178396, 2021)
- Sputnik V the first registered COVID-19 vaccine proven human adenoviral vector technology. (s.f.). Obtenido de <https://sputnikvaccine.com/esp/about-vaccine/> 2.9 (Moscow Patente nº 000591, 2021)
- Vaccines.gov. (s.f.). Obtenido de Vacunarse lo protege a usted y a su familia. Tipos de Vacunas : <https://www.hhs.gov/inmunizacion/basicos/tipos/index.html> 2.1.1 (Beijing Patente nº 087957, 2021)

Referencias Imágenes

- World and Health Organization . (s.f.). Obtenido de Vacunas aprobadas contra COVID-19 por la OMS: <https://www.who.int/es/news/item/01-06-2021-who-validates-sinovac-covid-19-vaccine-for-emergency-use-and-issues-interim-policy-recommendations>
- World and Health Organization. (2020). Obtenido de Seguimiento de las variantes del SARS-COV-2: <https://www.who.int/es/activities/tracking-SARS-COV-2-variants>
- Zubcova. (2021). Moscow Patente nº 000591.

Patentes

- 2.1 (Gaithersburg Patente nº 10, 953, 2021)
- 2.2 (United States Patente nº 10,975,139, 2021)
- 2.3 (Montreal C.A Patente nº 10,973,910, 2021)
- 2.4 (London Patente nº 10,973,909, 2021)

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.708>

**ACTIVIDAD REPELENTE DE LOS ACEITES ESENCIALES
AMOMYRTUS MELI, *PEUMUS BOLDUS* Y *SENECIO NUTANS*, EN
TRITOMA INFESTANS (HEMIPTERA: REDUVIIDAE)**

REPELLENT ACTIVITY OF *AMOMYRTUS MELI*, *PEUMUS BOLDUS* AND *SENECIO NUTANS* ESSENTIAL OILS, ON *TRITOMA INFESTANS* (HEMIPTERA: REDUVIIDAE)

Marycruz Mojica¹

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier, Chuquisaca, Bolivia¹
mojica.marycruz@gmail.com

María Noel Reynoso²

Sofía Mengoni²

Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas
(UNIDEF-CITEDEF-CONICET-CIPEIN) Villa Martelli, Argentina²

Raúl Adolfo Alzogaray^{2,3}

Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín
San Martín, Argentina³

Carlos Fernando Pinto⁴

Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca⁴
pinto.carlos@usfx.bo

Enviado 9-9-2022, aceptado 6-10-2022

Resumen

Triatoma infestans, es el principal vector de la enfermedad de Chagas en Bolivia y países vecinos. Su control se basa principalmente en tratamientos con insecticidas sintéticos, pero existen pocos estudios sobre los efectos de los repelentes naturales en esta especie. El objetivo de este estudio fue evaluar la actividad repelente de los aceites esenciales (AEs) de especies nativas de Chile, Argentina y Bolivia: *Amomyrtus meli* (Phil.) D. Legrand & Kausel [Myrtaceae], *Peumus boldus* Molina [Monimiaceae] y *Senecio nutans* Sch. Bip. [Asteraceae] obtenidos por hidrodestilación. La arena experimental estuvo constituida por un papel filtro que tenía una mitad tratada con acetona y la otra mitad con una solución de AE en acetona. Como control positivo se

utilizó *N, N*-dietil-3-metilbenzamida (DEET). Se colocó una ninfa de quinto estadio de *T. infestans* sobre el papel y, durante 10 minutos se registró el tiempo que el insecto estuvo en la zona tratada con AE o en la zona alternativa. Se evaluaron cinco concentraciones de cada AE entre 4.12, 8.25, 16.5, 33.0 y 66.0 µg/cm². Los tres AEs produjeron un efecto repelente sobre *T. infestans*, y su perfil de repelencia fue similar al de la DEET. Futuras investigaciones deberían centrarse en el estudio de la repelencia individualizada de compuestos específicos de los AE además de las interacciones toxicológicas entre ellos cuando se aplican como mezclas simples. En particular, las interacciones sinérgicas serían un fenómeno

atractivo para el desarrollo de productos repelentes de triatominos.

Palabras claves: *Triatoma infestans*, aceites esenciales, actividad repelente, bioensayos.

Abstract

Triatoma infestans, is the main vector of Chagas disease in Bolivia and neighboring countries. Its control is mainly based on treatments with synthetic insecticides, but there are few studies on the effects of repellents on this species. This paper aimed at evaluating the repellent activity of essential oils (EOs) from native species of Chile, Argentina and Bolivia: *Amomyrtus meli* (Phil.) D. Legrand & Kausel [Myrtaceae], *Peumus boldus* Molina [Monimiaceae] and *Senecio nutans* Sch. Beep. [Asteraceae] obtained by hydrodistillation. The experimental sand consisted of a filter paper that had one half treated with acetone and the other half with an EO solution in acetone. As a positive control, N, N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET) was used. A fifth instar nymph of *T. infestans* was placed on the paper and for ten minutes, the time that the insect was in the area treated with EO or in the alternative zone was recorded. Five concentrations of each EA between 4.12, 8.25, 16.5, 33.0 and 66.0 µg/cm² were evaluated. All three EOs produced a repellent effect on *T. infestans*, and their repellency profile was similar to DEET. Future researches should focus on the study of the individualized repellency of the main components of the EO and the toxicological interactions between them when applied as simple mixtures. In particular, synergistic interactions would be an attractive phenomenon for the development of triatomine repellent products

Keywords:

Triatoma infestans, essential oils, repellent activity, bioassays.

Introducción

La enfermedad de Chagas, es una infección parasitaria, crónica, sistémica, causada por el protozoo *Trypanosoma cruzi*, fue descubierta en 1909 por Carlos Chagas, la transmisión es vectorial, oral, vertical o por transfusión sanguínea (Anis, et al. 2010).

Es un importante problema de salud en América Latina (Moncayo, et al. 2006). Debido al aumento de la migración de la población, la enfermedad de Chagas se ha extendido por todo el mundo y en la actualidad es considerada como un problema de salud, no solo en los países endémicos (Dutra, et al. 2014). Afecta a unos 8 millones de personas en América Latina, de las cuales el 30-40% tiene o desarrollará cardiomiopatía, megasíndromes digestivos o ambos (Anis, et al. 2010).

Bolivia es el país con mayor prevalencia de la Enfermedad de Chagas en el mundo, en la actualidad existen más de 600.000 personas afectadas y representa el 92,6% de todos los casos nuevos en el Cono Sur. Según Coalición Chagas de Médicos sin Fronteras, se estima que hay una media anual de más de 8.000 nuevas infecciones por picadura de vinchuca, insecto vector del parásito *Trypanosoma cruzi* (OMS, 2017).

Mediante Ley N° 3374 del 23 de marzo de 2006, Bolivia ha declarado la enfermedad de Chagas como prioridad nacional y existe un programa de salud en el que se prioriza el control de vectores y la vigilancia entomológica (Ministerio de Salud y Deportes, Programa Nacional de Chagas de Bolivia, 2007).

Se sabe que existen grandes limitaciones técnicas y socioeconómicas para abordar

el manejo clínico o acceder a tratamientos efectivos y actualizados por lo que las estrategias de prevención son especialmente importantes (Pinazo, et al. 2020). En Bolivia, el principal vector de la enfermedad de Chagas es *Triatoma infestans* (Hemíptera: Reduviidae) y, la mayoría de las poblaciones domésticas son resistentes al piretroide deltametrina, un insecticida muy utilizado en el control de vectores (Rojas, 2007; Vassena, et al. 2007).

El control químico de los insectos que participan en la transmisión del Chagas es una de las principales medidas recomendadas para reducir la incidencia de la enfermedad (WHO, 2002). La OMS recomienda el uso de piretroides porque, además de su actividad insecticida producen un efecto repelente que hace que los insectos abandonen sus refugios y se expongan a las superficies tratadas (WHO, 2002).

Un repelente de insectos ha sido definido como “algo que hace que los insectos realicen movimientos orientados para alejarse de su fuente” (White, et al. 2015).

Se utilizan comúnmente para proteger a las personas de las picaduras de insectos hematófagos (Debboun, et al. 2015). Sin embargo, existen relativamente pocos estudios sobre los efectos de los repelentes en triatomíneos (Moretti, et al. 2017). Pero el uso de repelentes como medida de protección individual para interrumpir la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas, no es habitual. Esto se puede deber en gran medida a la falta de estudios y demostraciones de su eficacia para este fin. Sin embargo, los repelentes podrían ser útiles para proteger a los habitantes de viviendas infestadas con vinchucas, los agentes sanitarios y los trabajadores temporarios que viven parte del año en zonas afectadas por el Chagas. En

las regiones donde el Chagas es endémico, suele haber también mosquitos transmisores de otras enfermedades; el uso de repelentes de amplio espectro podría brindar una protección general contra varios insectos que amenazan la salud humana.

El enfoque en productos de origen vegetal con baja toxicidad, resultados amigables con el medio ambiente, aunque suelen ser menos eficaces que los productos sintéticos pudiesen convertirse en una estrategia adicional para el manejo integral de este problema sanitario (Reynoso, Zerba, et al. 2019).

Los aceites esenciales (AE) son mezclas naturales de fenoles y terpenoides (mono [C10] y sesquiterpenos [C15] de bajo peso molecular), derivados estructuralmente del isopreno que tienen baja toxicidad en mamíferos y se degradan rápidamente (Pavela y Benelli, 2016). Los efectos letales y subletales en los insectos han sido ampliamente documentados (Katz, Miller, et al. 2008).

Amomyrtus meli (Phil) D. Legrand y Kausel [Myrtaceae], *Peumus boldus* Molina [Monimiaceae] y *Senecio nutans* Sch. Bip. [Asteráceas] son especies nativas de Chile, Bolivia y Argentina, cuyos AEs muestran actividad farmacológica como repelente (Landrum, et al. 2004; Urzúa, et al. 1983). También hay literatura sobre los efectos insecticidas y repelentes de AEs derivados de estas tres plantas o sus componentes frente a otros insectos como *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Aráoz, et al. 2015; Pizarro, et al. 2013; Urzúa, et al. 2010).

La bibliografía también menciona que se verificó la actividad repelente del aceite esencial

de boldo (*Peumus boldus* solo y combinados con otras especies vegetales como *Laurelia sempervirens* y *Laureliopsis philippiana*, contra adultos de *S. zeamais*. (Bustos, et al. 2017).

Hasta donde se sabe, ningún estudio previo ha evaluado los efectos de los AEs de estas especies vegetales sobre *T. infestans*. En este estudio, el objetivo es evaluar la actividad repelente de los AEs de *A. meli*, *P. boldus* y *S. nutans* contra ninfas de *T. infestans*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material biológico

Los bioensayos se realizaron con ninfas de quinto estadio de *T. infestans*, las cuales se encontraban en ayunas desde la última muda (colonia de laboratorio). Los insectos, presentaron un comportamiento locomotor y morfología externa regulares para la especie, los mismos fueron manipulados mediante una pinza entomológica suave Bioquip (Shanghai, China).

Reactivos

Como control positivo se utilizó DEET, denominado químicamente: N, N-dietilmeta-toluamida. Es el componente activo de los repelentes de insectos utilizados a nivel mundial, su eficacia ha sido demostrada sobre gran cantidad de insectos, incluyendo ninfas de *Rhodnius prolixus* (Sfara, et al. 2011). Como control negativo, en cada ensayo se utilizó acetona, la cual también fue utilizada como solvente de los aceites esenciales. Tanto la

DEET (97%) como la acetona PA se adquirieron de Sigma Aldrich (Buenos Aires, Argentina).

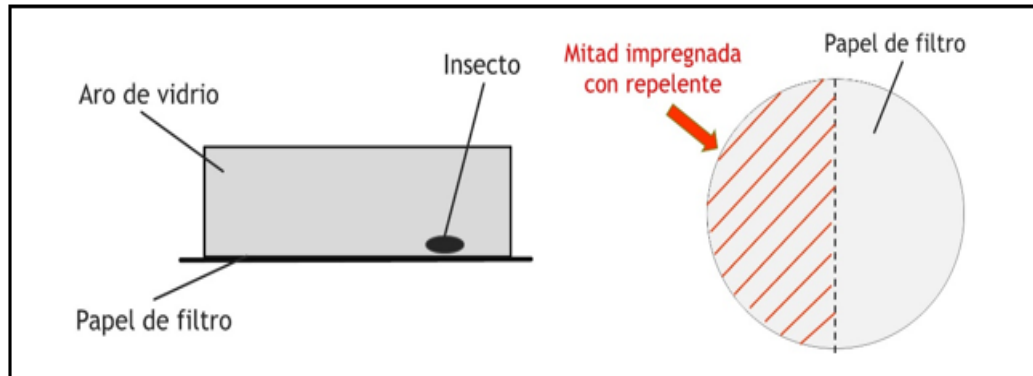
Aceites esenciales (AEs)

Se utilizaron AEs de *A. meli*, *P. boldus* y *S. nutans*, que fueron provistos por el Laboratorio de Química Ecológica de la Universidad de Chile.

Los principales componentes del AE de *A. meli* fueron alfa-farneseno (20,2%), germacreno D (16,5%), alfa-copaeno (15,3%) y beta-cariofileno (12,1%). Ascaridol (60,3%), m-cimeno (19,2%) y 1,8-cineol (15,7%) fueron los compuestos más abundantes en el AE de *P. boldus*. Finalmente, en el AE de *S. nutans* predominaron el 4-terpineol (23,7%), el cinamato de metilo (11,4%) y el sabineno (10,3%) (Niemeyer y Teillier, 2007).

Bioensayos de repelencia

Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Entomología del Instituto Experimental de Biología de la Universidad Mayor, Real de San Francisco Xavier de Chuquisaca. La arena experimental se colocó dentro de un gabinete de madera, que permaneció con la puerta cerrada durante el bioensayo. Internamente se instaló una lámpara de iluminación en la parte superior, se contó con un sensor de temperatura, de un termómetro digital para control de temperatura interna y externa (26 ± 2 °C). Se utilizó una cámara de video (cámara web Full HD aGent edición V5) para capturar imágenes del movimiento del insecto. La cámara estaba conectada a una computadora personal.

Figura 1. Arena experimental para la evaluación de repelencia de los AEs

La arena experimental fue un círculo de papel de filtro (diámetro: 110 mm). La mitad del papel se trató con una solución acetónica con los AEs respectivos de forma individual (0,25 mL), y la otra mitad solo con acetona (0,25 mL). Se evaluaron cinco concentraciones de cada AE, (4.12, 8.25, 16.5, 33.0 y 66.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Se usó DEET como control positivo, el cual también fue diluido en acetona, las concentraciones utilizadas fueron de 4.12, 8.25, 16.5, 33.0 y 66.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Se utilizó un cilindro de vidrio (diámetro: 110 mm; alto: 15 mm) para evitar que los insectos abandonaran la arena experimental, figura 1. Luego, se situó sobre el papel una ninfa de quinto estadio de *T. infestans*, se registró el tiempo que permaneció el insecto en la zona tratada con AE o en la zona alternativa. El tiempo experimental fue de 10 minutos. Se realizaron cinco réplicas de cada ensayo.

Análisis estadístico

Se calculó un coeficiente de distribución (DC): $DC = (AT - At) / AT$; donde AT es el tiempo experimental y At es el tiempo que la ninfa pasó en la mitad tratada con AE. El DC puede variar entre 0 y 1, donde 0 representa la máxima atracción por el AE y 1, la máxima repelencia. Los resultados se analizaron con un

Modelo Lineal Generalizado (GLM) y un test *a posteriori* de Tukey, con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

Se evaluaron los aceites esenciales de tres especies nativas de Sud América como agentes repelentes, en donde los tres AEs y la DEET produjeron una repelencia significativa sobre *T. infestans*.

Todas las concentraciones del AE de *A. meli* produjeron una repelencia significativa respecto al control negativo ($p < 0,05$), ver figura 2. No hubo diferencias significativas entre las tres concentraciones más bajas ($p > 0,05$) y las dos concentraciones más altas produjeron la mayor repelencia.

Los AEs de *P. boldus* y *S. nutans* también produjeron una repelencia significativa en todas las concentraciones aplicadas ($p < 0,05$), como se puede apreciar en las figuras 3 y 4.

Finalmente, todas las concentraciones del control positivo DEET produjeron una repelencia significativa ($p < 0,05$) (Figura 5). El perfil de repelencia de los tres AEs fue similar al de la DEET.

Figura 2. Coeficiente de distribución según concentración del aceite esencial de *A. meli*. Las cajas señaladas con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

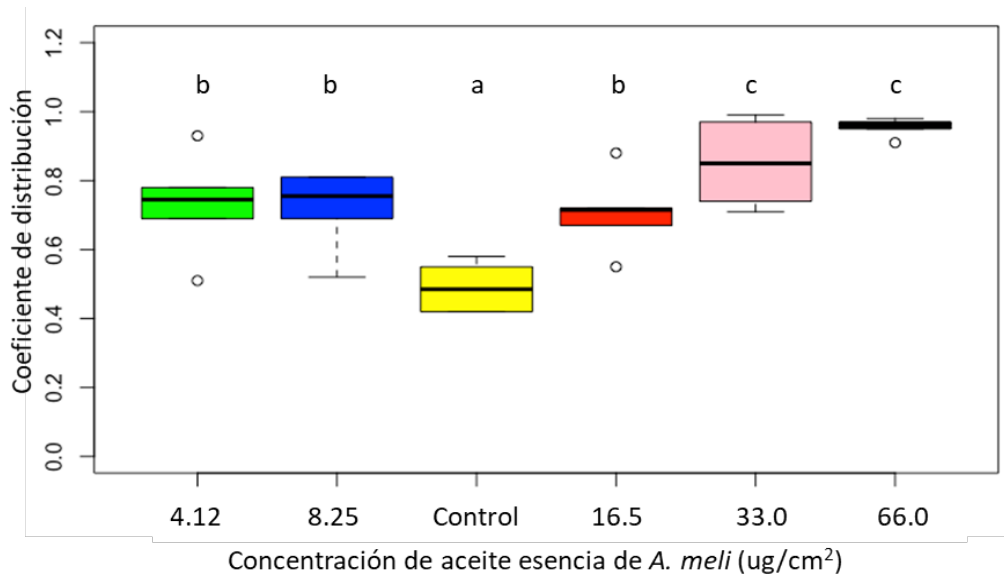


Figura 3. Coeficiente de distribución según concentración del aceite esencial de *P. boldus*. Las cajas señaladas con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

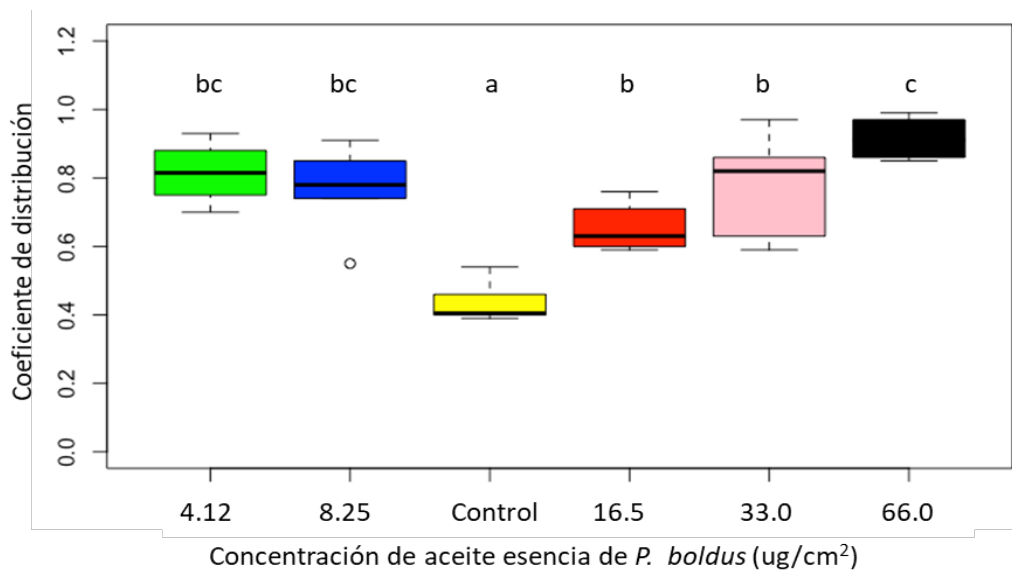


Figura 4 Coeficiente de distribución según concentración del aceite esencial de *S. nutans*. Las cajas señaladas con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

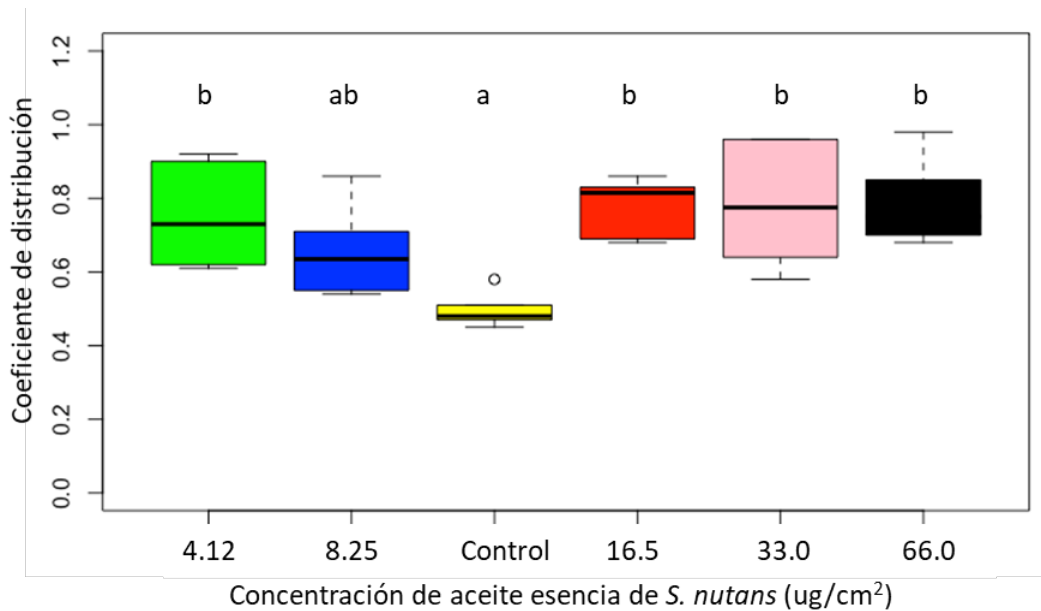
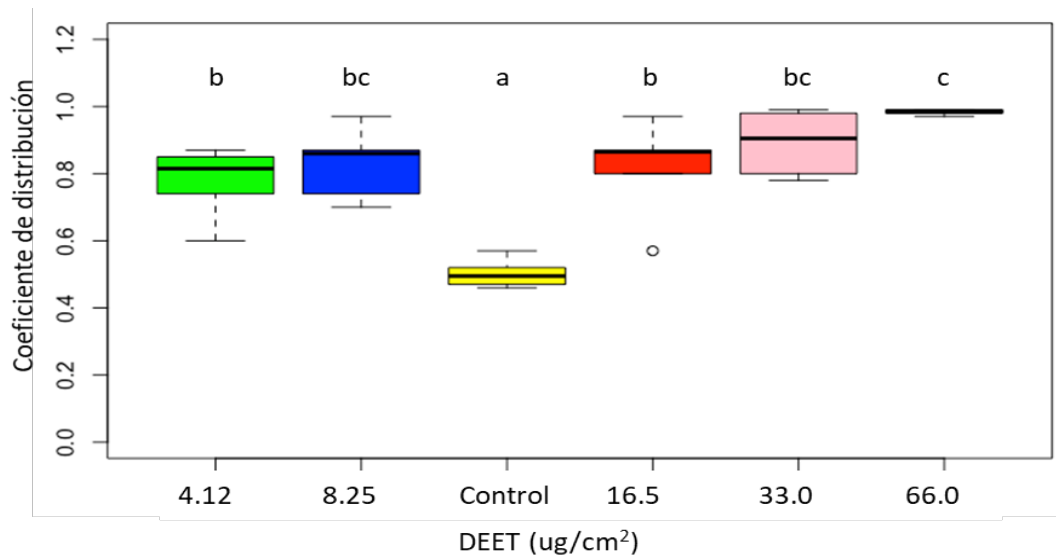


Figura 5 Coeficiente de distribución según concentración de DEET. Las cajas señaladas con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).



En la comparación entre AEs y DEET, se corresponde a *S. nutans* y la DEET ($p < 0,05$) observó que la única diferencia significativa (Tabla 1).

Tabla 1 Comparación de la repelencia entre los diferentes aceites esenciales y DEET (control positivo)

COMPARACIONES	VALOR DE P
<i>S. nutans</i> - <i>A. meli</i>	0,092
<i>P. boldus</i> - <i>A. meli</i>	0,992
DEET - <i>A. meli</i>	0,999
<i>P. boldus</i> - <i>S. nutans</i>	0,340
DEET - <i>S. nutans</i>	0,032
DEET - <i>P. boldus</i>	0,912

DISCUSIÓN

Este trabajo demostró que los AEs de *A. meli*, *P. boldus* y *S. nutans* tienen un efecto repelente sobre *T. infestans*, añadiendo información para la implementación de AEs al control vectorial de *T. infestans*.

El principal componente del AE de *A. meli* es el alfa-farneseno (Niemeyer y Teillier, 2007), el cual ha mostrado actividad repelente frente a otros insectos como el barrenador de la baya *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) (Vega, et al. 2017). Por otro lado, el componente principal del AE de *P. boldus* es el ascaridol (Niemeyer y Teillier, 2007), componente importante en otros AEs con actividad insecticida y repelente frente a una serie de insectos como *Culex quinquefasciatus*, *Spodoptera littoralis*, *Musca doméstica* y *Sitophilus zeamais* entre otros (Aros, et al. 2019; Benelli, et al. 2020). Finalmente, el principal componente en el AE de *S. nutans* fue el 4-terpineol (Niemeyer y Teillier, 2007), el cual también ha sido mencionado como componente en el AE de otras plantas con actividad antibacteriana y repelente

por ejemplo contra *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Liu, et al. 2013; Lopez, et al. 2018).

En este estudio se utilizó un control positivo, DEET, que es un repelente sintético universal utilizado en varios productos comerciales con un efecto informado sobre *T. infestans* (Reynoso, et al. 2017). Según nuestros resultados, el AE de las plantas estudiadas puede lograr efectos repelentes similares al de la DEET.

Estudios de la actividad repelente contra *T. infestans* de otras sustancias y extractos mostró efectos diferenciales dentro de los estadios de las ninfas, posiblemente relacionados con cambios anatómicos y fisiológicos (Dadé, et al. 2018). En este estudio sólo se consideró a ninfas de quinto estadio de laboratorio. Es posible que puedan ocurrir interacciones sinérgicas con la mezcla de los AEs estudiados y repelentes sintéticos, esta estrategia podría ser relevante ya que la obtención de aceites esenciales supone el empleo de una gran cantidad de material vegetal. En este sentido, se exploraron las interacciones sinérgicas de los AEs como repelentes sobre otros vectores y se observó que se deben considerar diferentes formas de

administración al evaluar la repelencia (Gaire, et al. 2020; Ramírez, et al. 2020).

Los AEs de *A. meli*, *P. boldus*, y *S. nutans* mostraron actividad repelente contra ninfas de quinto estadio de *T. infestans* de una colonia de laboratorio. El efecto fue similar al de la DEET. Sin embargo, futuras investigaciones deberían estar enfocadas a evaluar la actividad repelente de los principales compuestos presentes en el AE de *A. meli*, *P. boldus* y *S. nutans*. También deberían estudiarse sus posibles interacciones y efectos sinérgicos sobre los insectos *T. infestans* silvestres, en diferentes etapas de su ciclo biológico. Una vez identificadas las moléculas que produzcan el mayor efecto repelente, habrá que profundizar el estudio de sus propiedades. Se deberá explorar, por ejemplo, si evitan que *T. infestans* se alimente de un hospedador vivo; cuánto tiempo dura su efecto protector; si producen reacciones dérmicas en mamíferos y otros ensayos que permitirán dilucidar su potencial como repelente para proteger a seres humanos de la picadura de triatominos.

CONCLUSIONES

Se evalúa la repelencia producida por los aceites esenciales de *A. meli*, *P. boldus* y *S. nutans* sobre *T. infestans*. Los resultados obtenidos mostraron un buen efecto repelente, similar al efecto producido por la DEET. Estos resultados justifican continuar investigando el potencial repelente de los AEs, ya sea puros o combinados con otros repelentes naturales o sintéticos y sobre poblaciones silvestres de *T. infestans* en diferentes estadios de evolución biológica.

AGRADECIMIENTOS

MM expresa su agradecimiento al Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (UNIDEF-CITEDEF-CONICET-CIPEIN).

Argentina, por brindar capacitación y orientación en los bioensayos, a la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, por la provisión de los aceites esenciales de *A. meli*, *P. boldus*, *S. nutans*, al Instituto Nacional de laboratorios de Salud de Bolivia, al Dr. Aruni J. por brindar asesoramiento y apoyo técnico. CP y MM agradecen el apoyo financiero brindado por el proyecto Bol:01 del ISP (International Science Programme at Uppsala Univesitet).

REFERENCIAS

- Anis, R. J., Anis, R. M., & Marin-Neto, J. (Abril de 17 de 2010). *Enfermedad de Chagas. Seminario| Volumen 375, Número 9723, P1388-1402*. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60061-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60061-X)
- Aráoz, C., Lizarraga, E., Schneider, M., Virla, E., & Catalán, C. (2015). *Actividad biológica del aceite esencial de Senecio nutans y S. viridis var. viridis sobre el minero del tomate, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae)*. *Lilloa 52 (Suplemento): IV Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus Aceites Esenciales*. Recuperado el 2020, de https://www.researchgate.net/publication/301696049_Actividad_biologica_del_aceite_esencial_de_Senecio_nutans_y_S_viridis_var_viridis_sobre_el_minador_del_tomate_Tuta_absoluta_Lepidoptera_Gelechiidae
- Aros, J., Silva-Aguayo, G., Fischer, S., Figueroa, I., Rodríguez-Maciel, J., Lagunes-Tejeda, A., Aguilar-Marcelino, L. (2019). *Actividad insecticida del aceite esencial del paico Chenopodium ambrosioides L. Sobre Sitophilus zeamais Motschulsky*. *Revista Chilena de Agropecuaria & Ciencias animales*, 35(3), 282–292. doi:<https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000504>

- Benelli, G., Pavela, R., Cianfaglione, K., Sender, J., Danuta, U., Maślanko, W., Maggi, F. (2020). *El aceite esencial rico en ascaridol del romero de los pantanos (Ledum palustre) que crece en Polonia ejerce actividad insecticida sobre mosquitos, polillas y moscas sin efectos graves sobre organismos no objetivo y células humanas.* doi:https://doi.org/10.1016/J.FCT.2020.111184
- Bustos, G., Silva, G., Fisher, S., Figueroa, I., Urbina, A., & Rodríguez, J. C. (2017). Repelencia de Mezclas de Aceites Esenciales de Boldo, Laurel Chileno, y Tepa contra el Gorgojo del Maíz. *Southwestern Entomologist*, 42(2), 551-562.
- Dadé, M., Zeinsteger, P., Bozzolo, F., & Mestorino, N. (2018). *Actividades repelentes y letales de extractos de frutos de Chinaberry (Melia azedarach L., Meliaceae) contra Triatoma infestans. Fronteras en la ciencia veterinaria.* doi:https://doi.org/10.3389/
- Debboun, M., Frances, S., & Strickman, D. (2015). Manual de repelentes de insectos.
- Dutra, W., CAS, Menezes, C., Magalh, M., & Gollob, K. (2014). *Immunoregulatory networks in human Chagas disease. Parasite Immunology*, 2014,36,377–387. Recuperado el 2019, de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/pim.12107
- Gaire, S., Scharf, M., & Gondhalekar, A. (2020). *Interacciones de toxicidad sinérgica entre componentes de aceites esenciales de plantas contra el chinche común (Cimex lectularius L.). Insectos*, 11(2). doi:https://doi.org/10.3390/INSECTS11020133
- Katz, T., Miller, J., & Hebert, A. (2008). *Repelentes de insectos: perspectivas históricas y nuevos desarrollos. Revista de la Academia Estadounidense de Dermatología*, 58(5), 865–871. doi:https://doi.org/10.1016/J.JAAD.2007.10.005
- Landrum, L., & Salywon, A. (2004). *Sistemática de Amomyrtus (Burret) D. Legrand & Kausel (Myrtaceae). Bonplandia*, 13, 21–29. doi:https://www.jstor.org/stable/41941257
- Liu, X., Li, Y., Li, H., Deng, Z., Zhou, L., Liu, Z., & Du, S. (2013). *Identificación de los constituyentes repelentes e insecticidas del aceite esencial de las partes aéreas de Artemisia rupestris L. contra Liposcelis bostrychophila Badonnel. Molecules (Basilea, Suiza)*, 18(9), 10733–10746. doi:https://doi.org/10.3390/MOLECULES180910733
- Lopez, S., Lima, B., Agüero, M., Lopez, M., Hadad, M., Zygadlo, J., . . . Tapia, R. (2018). *Composición química, actividad antibacteriana y repelente de los aceites esenciales de Azorella trifurcata, Senecio pogonias y Senecio oreophyton. Revista árabe de química*, 11 (2), 181–187. doi: https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2014.11.022
- Ministerio de Salud y Deportes, Programa Nacional de Chagas de Bolivia. (2007). *El Programa Nacional de Chagas, In Triantrominos de Bolivia y la enfermedad de Chagas.* La Paz.
- Moncayo, A., Ortiz, & MI. (2006). An update on Chagas disease (human American trypanosomiasis). *Ann Trop Med Parasitol*, 100: 663–677.
- Moretti, A., Seccacini, E., Zerba, E., Canale, D., & Alzogaray, R. (2017). *Los monoterpenos botánicos Linalool y Eugenol Flush-Out Ninfas de Triatoma infestans (Hemiptera: Reduviidae). Revista de Entomología Médica*,

54(5), 1293–1298. doi:<https://doi.org/10.1093/JME/TJX068>

Niemeyer, H., & Teillier, S. (2007). *Aromas de la Flora Nativa de Chile. Productora Gráfica Andros Ltda., Santiago, Chile. 448 pp.* Recuperado el 2022, de http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145455/aromas_de_la_flora_nativa_de_chile.pdf?sequence=1&isAllow

OMS (2017). *La enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana)* [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-tripanosomiasis\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-tripanosomiasis))

Pavela, R., & Benelli, G. (2016). *¿Los aceites esenciales como biopesticidas ecológicos?: desafíos y limitaciones* *Trends in Plant Science*, 21, 1000-1007. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>

Pizarro, D., Silva, G., Tapia, M., Rodríguez, J., Urbina, A., Lagunes, A., Aguilar-Medel, S. (2013). *Actividad insecticida del polvo de Peumus boldus Molina (Monimiaceae) contra Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)*. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(4), 420–430. Recuperado el 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85628141010>

Ramírez, M., Ortiz, M., Guerenstein, P., & Molina, J. (2020). *Nuevos repelentes para los insectos hematófagos Rhodnius prolixus y Triatoma infestans, vectores de la enfermedad de Chagas*. *Parásitos y vectores*, 13(1). doi:<https://doi.org/10.1186/S13071-020-04013-5>

Reynoso, M., Seccacini, E., Calcagno, J., Zerba, E., & Alzogaray, R. (2017). *Toxicidad, repelencia y lavado en Triatoma infestans*

(Hemiptera: Reduviidae) expuestos a los repelentes DEET e IR3535. *PeerJ*, 5(5). doi:<https://doi.org/10.7717/PEERJ.3292>

Reynoso, N., Zerba, E., & Alzogaray, R. (2019). *Un nuevo tipo de sinergismo como base para la innovación en formulaciones que controlan vinchucas*. Buenos Aires, Argentina.

Rojas Cortés, M. (2007). *Triatominos de Bolivia y la enfermedad de Chagas*. 352–352.

Sfara, V., Mougabure, G., Zerba, E., & Alzogarayab, R. (2011). *Adaptation of the repellency response to DEET in Rhodnius prolixus*. Recuperado el 2021, de www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022191011002125

Urzúa, A., & Acuña, P. (1983). *Alcaloides de la corteza de Peumus boldus*. Recuperado el 2020, de www.researchgate.net/publication/236232254_

[+Alkaloids_from_the_bark_of_Peumus_boldus](#)

Urzúa, A., Santander, R., Echeverría, J., Villalobos, C., Palacios, S., & Rossi, Y. (2010). *Propiedades insecticidas de Peumus boldus Mol: aceite esencial sobre la mosca doméstica, Musca domestica L.* *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromat*, 9(6).

Vassena, C., Picollo, M., Santo, P., & Zerba, E. (2007). *Desarrollo y anejo de la resistencia a insecticidas peritroides en Triatoma infestans: Situación en Bolivia*. Ministerio de Salud y Deportes-Bolivia.

Vega, F., Simpkins, A., Miranda, J., Harnly, J., Infante, F., Castillo, A., Cossé, A. (2017). *Un potencial repelente contra la broca del café (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)*.

Revista de ciencia de insectos, 17 (6).
doi:<https://doi.org/10.1093/JISESA/IEX095>

White, G., & Moore, S. (2015). Terminología de los repelentes de insectos, págs. 3–30. En M. Debboun, SP Frances y D. Strickman. (eds.), *Manual de repelentes de insectos*, 2ª ed. CRC Press, Boca Ratón, FL.

WHO-World Health Organization. 2002. *Control of Chagas disease*. WHO, Geneva

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.709>

MUERTES RELACIONADAS A COVID-19 SEGÚN ESTADO DE VACUNACIÓN EN CHUQUISACA – BOLIVIA 1 DE MARZO 2020 A 31 DE ENERO DE 2022

DEATHS RELATED TO COVID-19 ACCORDING TO VACCINATION STATUS IN CHUQUISACA- BOLIVIA FROM MARCH 01ST 2020 TO JANUARY 31ST 2022

Hernán César Rios Escalier MD,Msc.
Profesor Centro de Estudios Posgrado e Investigación (C.E.P.I.)
Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca
Virology Department PAHO-WHO Pedro Kouri Tropical Medicine Institute
E-mail: cesaritoout@gmail.com

Entregado 15-8-2022 aceptado 10-10-2022

RESUMEN

La pandemia del SARS CoV- 2 que causa la Covid-19 del Síndrome Respiratorio Agudo Severo SARS ha matado hasta ahora a más de 1.585 personas en Chuquisaca e infectado a más de 859.530 en Bolivia y en otras partes del mundo. Los datos del sistema de vigilancia epidemiológica del Servicio Departamental de Salud acerca de la mortalidad en 29 municipios del departamento de Chuquisaca se utilizaron para llevar a cabo la evaluación oportuna del impacto en la salud del 1 de marzo de 2020 al 31 de enero de 2022. Se observó una tasa de letalidad de 3% con un mayor impacto en la primera ola (6, 4%).

La letalidad fue mayor en el sexo femenino con tendencia creciente por edad.

Los datos que se presentan en el presente trabajo intentan dar respuesta al número cada vez mayor de publicaciones respecto a esta enfermedad viral emergente. En el contexto boliviano hacemos énfasis a evaluaciones de

las olas epidemiológicas de la Covid-19 en el departamento de Chuquisaca.

ABSTRACT

The SARS CoV-2 pandemic that causes Severe Acute Respiratory Syndrome Covid-19 has so far killed more than 1,585 people in Chuquisaca and infected more than 859,530 in Bolivia and other parts of the world. The data from the epidemiological surveillance system of the Departmental Health Service on mortality in 29 municipalities from Chuquisaca Department were used to conduct timely health impact evaluation from March 1, 2020 to January 31, 2022. In addition, it was observed a fatality rate of 3% with a greater impact in the first wave (6,4%).

Lethality was higher in females with an increasing trend by age.

The data presented in this paper attempts to respond to the increasing number of publications regarding this emerging viral disease. In the

Bolivian context, we emphasize evaluations of the epidemiological waves of Covid-19 in the department of Chuquisaca.

PALABRAS CLAVE:

Pandemia, vacunas, coronavirus, secuelas de covid-19, comorbilidad, incidencia, grupo étnico, mortalidad, sistema de vigilancia.

KEY WORDS:

Pandemic, Vaccines, Coronavirus, Aftermath of Covid-19, Comorbidity, Incidence, Age Group, Mortality, Surveillance System.

INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud recibió un conglomerado de 27 casos de Síndrome Respiratorio Agudo de etiología desconocida detectado en la ciudad China de Wuhan.

Los pacientes tenían sintomatología clínica caracterizado por fiebre, algunos presentaron disnea y cambios neumónicos atípicos en la radiografía de tórax (lesiones infiltrativas bilaterales). El primer caso fue detectado en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan para posteriormente extenderse a nivel mundial.

Este conglomerado de pacientes tenía el antecedente de haber visitado el mercado mayorista de productos marítimos de Wuhan que además comercializa animales exóticos, el cual fue cerrado luego el 1 de enero de 2020. (J. Riou et al. 2020)

El 7 de enero de ese año las autoridades sanitarias de China identificaron un nuevo coronavirus (n-CoV), como posible etiología. Se llegó a descartar SARS-CoV, además de MERS-CoV, influenza aviar, adenovirus y otras enfermedades de transmisión viral y bacteriana.

Hasta el 9 de febrero de 2022, la enfermedad por Coronavirus Covid-19 ha afectado a más de 402 millones de personas en todo el mundo y ha causado más de 5 millones de muertes. (COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center).

El comportamiento de la pandemia ha sido diferente a nivel de los países y se han tomado diferentes variables para entender la enfermedad como factores demográficos, sociales, culturales y económicos (Oksanen A. et al. 2020).

Desde que la OMS declaró a la Covid-19 como una pandemia, los investigadores han desarrollado vacunas para hacer frente a la emergencia sanitaria sin precedentes a la fecha con más de 200 candidatos en investigación y 7 ya aprobados para su uso en diferentes partes del mundo. (Coronavirus Vaccine Tracker 2021).

En nuestro país la introducción de diferentes plataformas de vacunas ha permitido desarrollar nuevas políticas sanitarias frente a las cuarentenas rígidas y medidas de contención y mitigación realizadas en las primeras olas de la pandemia.

En ese sentido la Organización Mundial de la Salud ha recomendado la vacunación como una medida de contención primaria, para minimizar el riesgo de salud en población general y el costo económico que conlleva para los países debido al colapso del sistema de salud, además de la prevención y evitar la morbimortalidad causada por la enfermedad (OMS ruta SAGE 2020).

ACCIONES DE CONTROL DE LAS AUTORIDADES CHINAS

El 31 de diciembre de 2019 se inició la investigación epidemiológica dirigida por un equipo nacional de expertos de China realizando la búsqueda activa de casos e investigaciones retrospectivas.

IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SALUD PÚBLICA

Se procedió al cierre del mercado de Wuhan para llevar a cabo investigaciones, saneamiento ambiental y desinfección. Se adoptaron actividades de comunicación pública de riesgos para mejorar la conciencia pública y medidas de autoprotección.

Se realizaron aislamiento de casos, así como identificación y seguimiento de contactos. Investigación de laboratorio y elaboración de una guía técnica sobre el nuevo Coronavirus que se va actualizando a medida que se dispone de información adicional.

Todos estos eventos llevaron a que, a inicios del 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconociera la situación pandémica del nuevo Coronavirus (World Health Organization, Coronavirus disease COVID-19, 2020).

La pandemia ha cambiado la actividad asistencial actual en el sistema de salud, incluido medidas destinadas a la reactivación económica en varios países del mundo (Bathia y Docherty, 2020).

AGENTE CAUSAL

Los coronavirus constituyen un grupo de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta infecciones graves.

Existen 4 subgrupos principales: alfa, beta, gamma y delta.

Entre los coronavirus comunes de importancia humana podemos mencionar:

229E alfacoronavirus

NL63 alfacoronavirus

OC 43 beta coronavirus

HKU1 beta coronavirus

Otros Coronavirus Humanos

MERS-CoV es el betacoronavirus que causa el Síndrome Respiratorio Agudo de Medio Oriente.

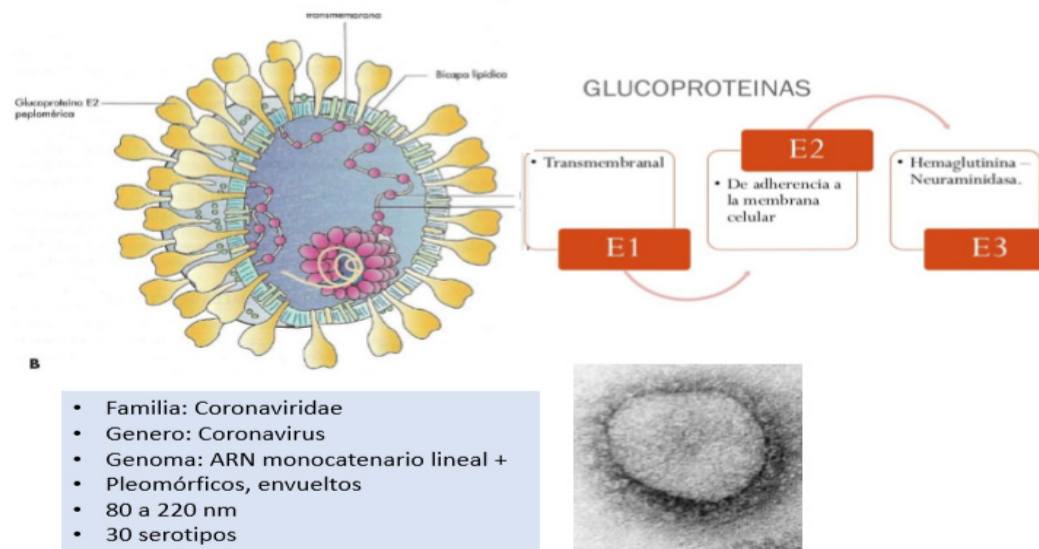
SARS CoV, es el betacoronavirus que causa el Síndrome Respiratorio Agudo Severo o SARS.

Nuevo Coronavirus 2019 (Covid-2019)

El género Coronavirus es zoonótico, las personas de todo el mundo habitualmente se infectan con Coronavirus humanos 229E, NL63, OC43, HKU1.

Los Coronavirus que infectan animales pueden mutar e infectar humanos y convertirse en un nuevo Coronavirus humano, así tenemos como ejemplos: el SARS-CoV, MERS y Covid-2019.

GRAFICO 1. AGENTE CAUSAL.



Fuente. CDC. 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV), Wuhan, China. Updated January 20, 2020. Disponible en : <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019nCoV/summary.html>

Durante las primeras olas de covid-19 en Bolivia (marzo de 2020 a enero de 2021) antes de la introducción de las vacunas fue esencial, las medidas de contención y mitigación epidemiológica. Desde entonces, los ensayos clínicos de las vacunas Covid-19 han demostrado seguridad y eficacia en voluntarios sanos (Hui et al. WHO y epidemiology of SARS 2003) y se han implementado tanto en Bolivia como en todo el mundo empezando por grupos vulnerables mayores a 60 años y con patología de base.

Sin embargo, aún se desconoce algunos factores relevantes por lo que los ensayos clínicos no han incluido a las vacunas, debido a que, en muchas personas, la respuesta de las vacunas podría ser sub-óptima debido a edad avanzada, comorbilidades, esquema de vacunación, etc. (Chang et al. 2020).

Aunque se han implementado las vacunas tanto en ensayos clínicos como estudios observacionales con resultados prometedores siguen persistiendo riesgo de resultados graves para Covid-19, especialmente en lo que respecta al ingreso hospitalario y muerte posterior a la vacunación a pesar de contar con el tiempo adecuado para que se desarrolle inmunidad.

El riesgo de Covid-19 severo en grupos vacunados incluye la exposición, riesgo de infección irruptiva y riesgo de que una infección progrese a gravedad.

Por lo tanto, se hace necesario con urgencia identificar personas vacunadas que tenga algún factor de riesgo grave de ingreso hospitalario en inclusive de muerte por Covid-19 a pesar de haber tenido un esquema de vacunación con esquema completo.

COVID-19 EN BOLIVIA

Bolivia ha sido uno de los países de Latinoamérica más golpeados por el SARS CoV-2 con más de 859.530 casos y alderedor de 61.469 registrados en Chuquisaca.

Las cifras en el brote inicial del departamento de Chuquisaca parecen sugerir una mayor gravedad de la enfermedad con una tasa de letalidad mucho más alta que la reportada en China 2,3% frente a 6,4%. (Onder y Regazza, 2020).

El Reporte Epidemiológico 464 da cuenta que 3.650 pacientes se recuperaron de Covid-19 de acuerdo al diagnóstico masivo se realizaron 10.827 pruebas, 1.667 dieron resultado positivo y 9.160 fueron descartadas.

El registro de pacientes recuperados por departamento es el siguiente: 335 en Santa Cruz, 1025 en Cochabamba, 235 en La Paz, 148 en Chuquisaca, 212 en Tarija, 60 en Potosí, 773 en Oruro, 791 en Beni y 53 en Pando (Ministerio de Salud de Bolivia, 2021).

En marzo del 2021 mediante Resolución Ministerial N°0098 el Ministerio de Salud y Deportes (MSyD) del Estado Plurinacional de Bolivia, como organismo rector del Sistema de Salud, aprueba el “Plan para la Vacunación Contra la COVID-19 (PVCC)”, el mismo fue elaborado teniendo en cuenta los conocimientos, experiencia e información disponible hasta el momento, así como recomendaciones de organismos internacionales como el Grupo de Expertos, de Asesoramiento Estratégico en Inmunización SAGE, que propuso una hoja de ruta para priorizar los usos de las vacunas contra la COVID-19.

La finalidad del documento fue brindar el marco estratégico y operativo para el despliegue de la vacuna a nivel departamental, desde la llegada de la primera remesa ha transcurrido un año de intenso trabajo que requirió de alianzas de sectores e instituciones para que la población chuquisaqueña reciba la vacuna, y con ella la esperanza de vivir la difícil situación de la pandemia de Covid -19. Durante estos meses,

el sistema de salud del departamento ha sido exigido en todas sus capacidades para enfrentar la pandemia, con el compromiso del personal de salud para continuar con la vacunación, de febrero a diciembre del 2021 se alcanzó una cobertura del 65,4% en primeras dosis y el 55,4% en segundas dosis de personas vacunadas.

Bolivia reportó los primeros casos el 10 de marzo de 2020, un caso en el departamento de Oruro y otro en el departamento de Santa Cruz. El caso de Oruro se trató de una persona de sexo femenino, de 64 años de edad, boliviana, residente en Italia de donde llegó días antes. El caso de Santa Cruz, también una persona de sexo femenino, de 60 años de edad, proveniente de también de Italia. A partir de allí, se inició la propagación exponencial afectando especialmente al departamento de Santa Cruz. En Oruro el primer conglomerado a partir del primer caso se contuvo por ocho semanas, pero luego se produjo un incremento acelerado de casos. El primer deceso fue reportado por el departamento de Santa Cruz el 29 de marzo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Diseño. - Se realizó un estudio observacional de corte transversal, descriptivo, no experimental y retrospectivo, desde el inicio de la pandemia en Chuquisaca - Bolivia antes de la disponibilidad de vacunas (marzo del 2020), hasta el 31 de enero de 2022 cuando ya se tenía una cobertura de vacunación del 69,5% con primeras dosis y 61,5% con segundas dosis según datos del Ministerio de Salud de Bolivia (Ministerio de Salud de Bolivia, 2021).

Técnicas de recolección de datos. - La recolección de datos se realizó en base a diferentes bases de datos de Excel versión Microsoft 2013, Certificados Médico Único de Defunción, Sistema de Información en

Vigilancia Epidemiológica y Registro Nominal de Vacunaciones Electrónico (RNVe).

PRIMERA VACUNA EN LLEGAR

La primera vacuna en llegar al Estado Plurinacional de Bolivia correspondió al biológico Sputnik-V desarrollado por la empresa Gamaleya de Rusia, y fue puesto a disposición de personal de salud y población mayor de 60 años con patología de base según el plan nacional de vacunación desarrollado por el ministerio de salud.

Posteriormente se tuvo el ingreso de otras vacunas con diferente plataforma vacunal

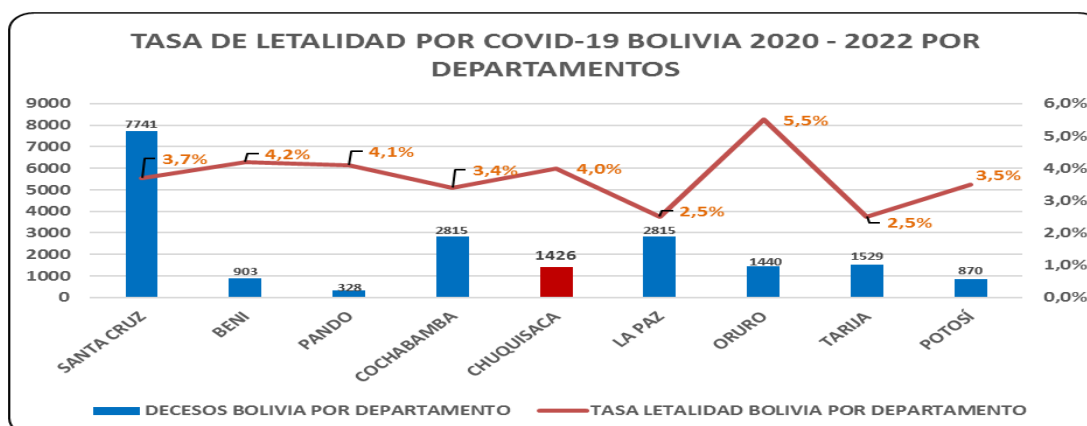
como fue el caso Sinopharm de China, Oxford Astrazeneca, Pfizer Biontech, Jansen y Moderna, estas últimas 4 mediante el mecanismo COVAX de la OMS (Ministerio de Salud de Bolivia, 2021).

RESULTADOS

En la Primera fase según el plan nacional de vacunación del estado plurinacional de Bolivia se autoriza la vacuna en favor de adultos mayores de 60 años y con enfermedad de base, además del personal de salud.

De los hallazgos de la base de datos revisada, se obtuvo los siguientes resultados:

GRÁFICO 2: TASA DE LETALIDAD POR COVID-19 BOLIVIA 2020 - 2022



DEPARTAMENTOS	DECESOS BOLIVIA POR DEPARTAMENTO	TASA LETALIDAD BOLIVIA POR DEPARTAMENTO
SANTA CRUZ	7741	3,7%
BENI	903	4,2%
PANDO	328	4,1%
COCHABAMBA	2815	3,4%
CHUQUISACA	1426	4,0%
LA PAZ	2815	2,5%
ORURO	1440	5,5%
TARIJA	1529	2,5%
POTOSÍ	870	3,5%

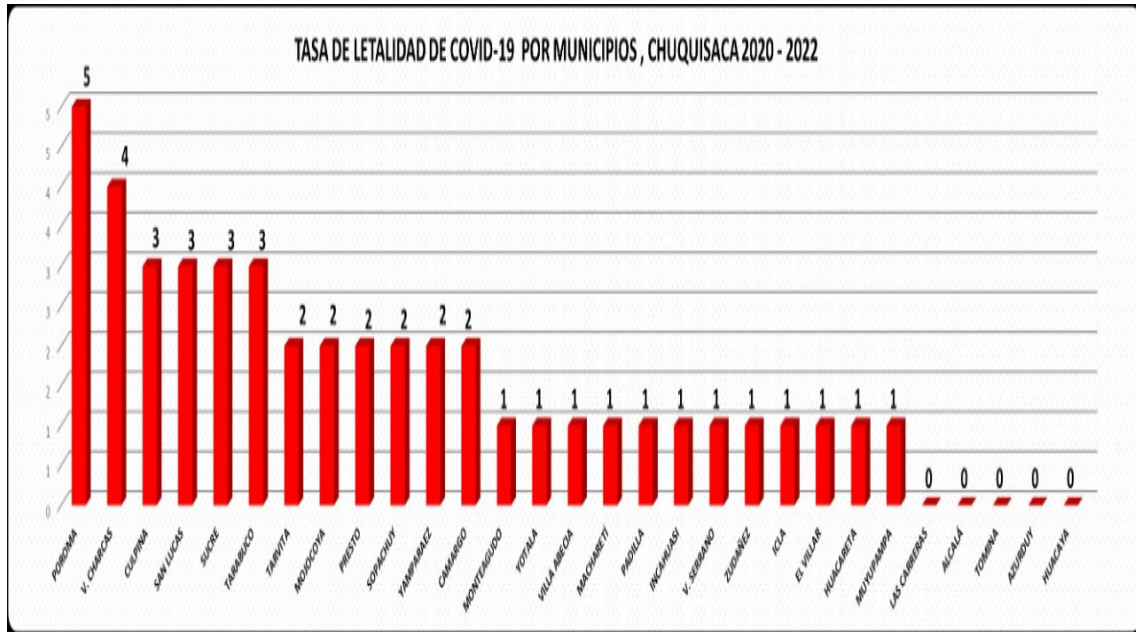
Fuente. - Elaboración propia

La letalidad por Covid-19 en el departamento de Chuquisaca que se muestra en el gráfico 2 fue de 4%, estando por encima de la media nacional que es de 3,7%. Sin embargo, si hacemos un comparativo desde el inicio de la pandemia con la primera ola en la cual se reportó una tasa de letalidad de 6%, en el transcurso de la pandemia la letalidad fue reduciéndose en especial desde que se realiza la introducción de la vacunación hasta una reducción de 2,5% para el mes de febrero y 0,1% para agosto de 2022 respectivamente.

Estos resultados demuestran el gran impacto que ha tenido la introducción de la vacunación en el país desde finales del mes de febrero de año 2021 y el avance de las coberturas de vacunación en grupos específicos según el plan nacional de vacunación, dando como resultados evidentes una reducción sistemática de la tasa de letalidad en el departamento de Chuquisaca.

En la tabla 2 también se puede observar que la mayor tasa de letalidad corresponde al departamento de Oruro en la era pos vacunación con 5,5% y 4,2% al departamento de Beni.

GRÁFICO 3: TASA DE LETALIDAD COVID-19 POR MUNICIPIOS CHUQUISACA 2020 - 2021

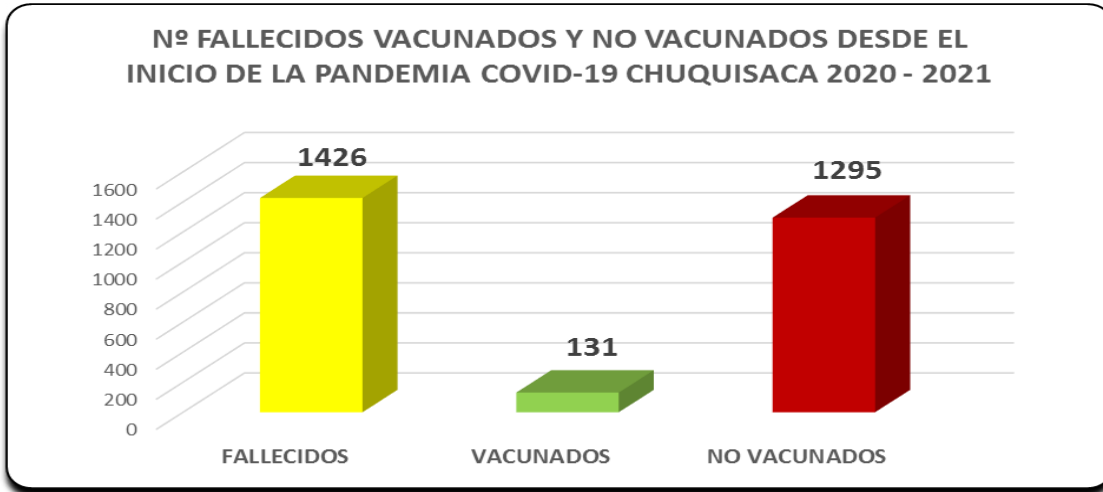


Fuente. – Elaboración propia

El gráfico 3 muestra la tasa de letalidad según municipios del departamento de Chuquisaca, teniendo 5 municipios por encima de la media departamental, de los cuales el municipio

de Poroma destaca con 4% de letalidad y el municipio de Sucre con 3%.

GRÁFICO 4: FALLECIDOS VACUNADOS Y NO VACUNADOS DESDE EL INICIO DE LA PANDEMIA DE COVID-19 CHUQUISACA 2020 - 2021

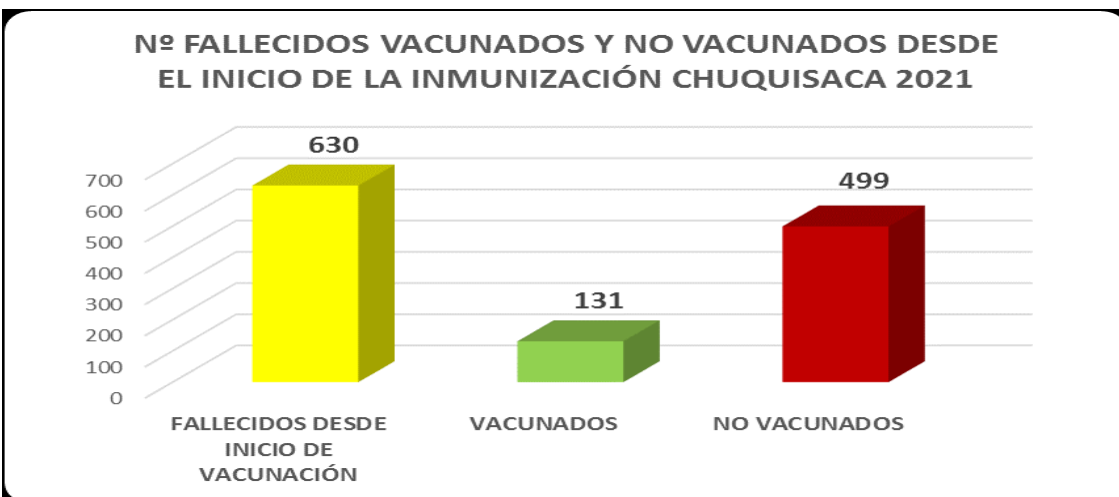


Fuente. - Elaboración propia

Del total de fallecidos por Covid-19 (1426) en el departamento, se reportaron 1295 personas fallecidas sin vacunas y 131 personas inmunizadas desde el mes de marzo de 2020 correspondiente al inicio de la pandemia en el departamento de Chuquisaca, según se puede

observar en el gráfico 4. En este aspecto es importante hacer notar que no se disponía de ninguna vacuna con la cual se hubiera podido realizar la contención primaria recomendada por la OMS.

GRÁFICO 5: FALLECIDOS VACUNADOS Y NO VACUNADOS DESDE EL INICIO DE LA INMUNIZACIÓN CHUQUISACA 2021

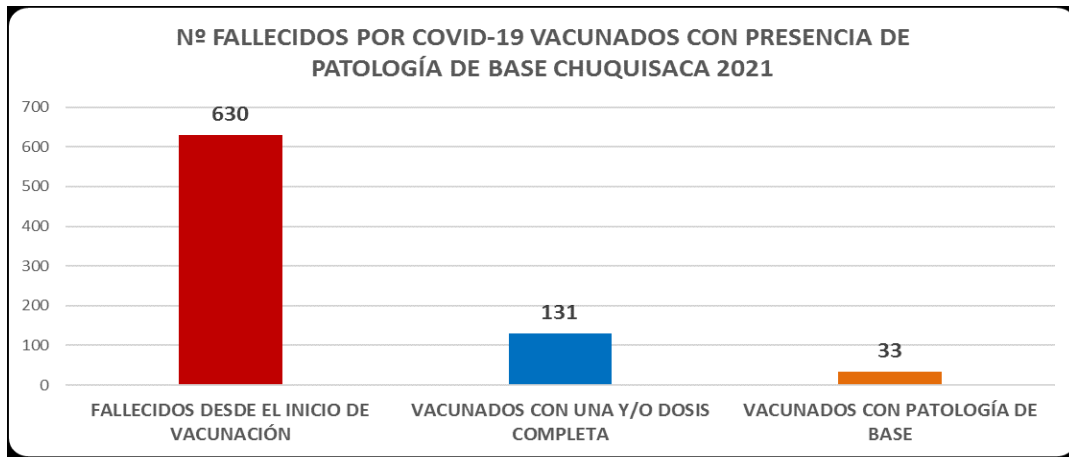


Fuente. – Elaboración Propia

Desde el inicio de inmunización contra la Covid-19 en el Departamento se reportaron 630 fallecidos, de los cuales 499 no fueron inmunizados y 131 recibieron las vacunas. Esto hace inferir que la vacunación tiene un rol importante en la lucha contra la pandemia de la Covid -19, debido a que más del 80%

de los decesos correspondían a pacientes no vacunados. El 20% restante corresponde a personas que recibieron la vacunación pero entre los hallazgos importantes se identifico que tenían comorbilidades y correspondían al grupo etario mayor a 60 años.

GRÁFICO 6: FALLECIDOS POR COVID-19 VACUNADOS CON PRESENCIA DE PATOLOGÍA DE BASE CHUQUISACA 2021

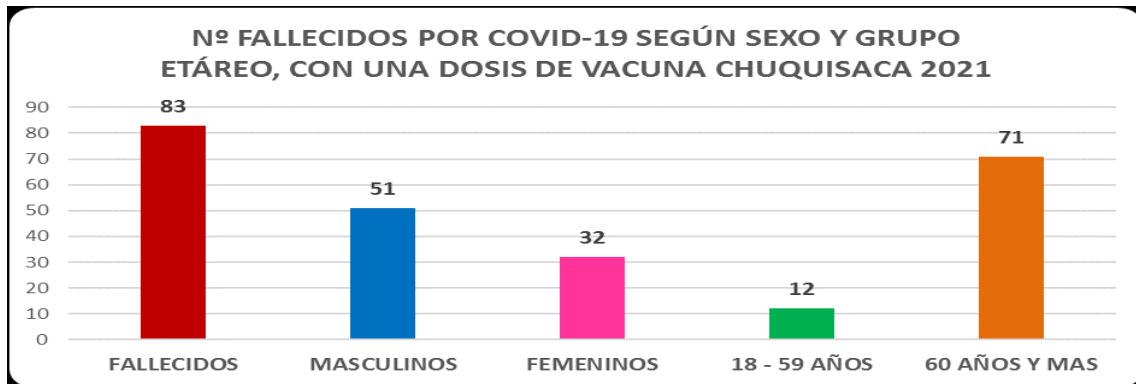


Fuente.- Elaboración Propia

De los 630 fallecidos por covid-19 desde el inicio de la vacunación, 131 de los mismos fueron inmunizados con una dosis y/o dosis

completa, de las cuales 33 personas presentaban alguna patología de base.

GRÁFICO 7: DISTRIBUCIÓN DE FALLECIDOS POR COVID-19 SEGÚN SEXO Y GRUPO ÉTAREO, CON UNA DOSIS DE VACUNA CHUQUISACA 2021



Fuente.- Elaboración Propia

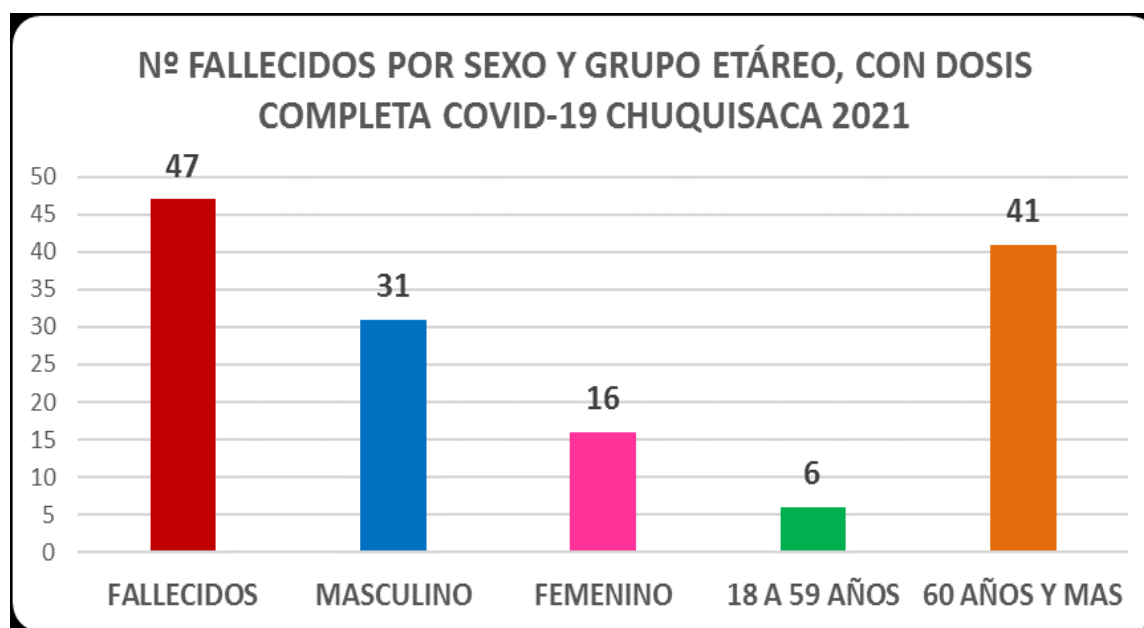
Al principio de la pandemia surgieron estudios especialmente en Wuhan y Lombardía en los cuales la mortalidad en el sexo masculino duplicaba al sexo femenino. (Graselli et al, 2020).

Los primeros datos si bien mostraron que los hombres en general murieron a una tasa más alta cuando se los comparó con las mujeres, las tendencias variaron con el tiempo y lugar. En el presente estudio los datos son similares a los encontrados por Grasselli et al. Sin embargo, algunos factores sociales como tipo de trabajo,

o problemas de salud podrían jugar un papel fundamental en estas diferencias en cuanto a género se refiere además se debe tomar en cuenta que la probabilidad, de que los hombres tengan trabajos en áreas de transporte, fábricas, agricultura o construcción sean factores de riesgos aumentando la exposición al virus del sexo masculino.

De los 83 fallecidos por Covid-19, con una dosis de vacuna, el sexo masculino presenta la mayor letalidad (51/61%) y el grupo etario más afectado es de 60 años y más (71/86%).

GRÁFICO 8: DISTRIBUCIÓN DE FALLECIDOS POR COVID-19 SEGÚN SEXO Y GRUPO ETARIO, CON DOSIS COMPLETA DE VACUNA CHUQUISACA 2021

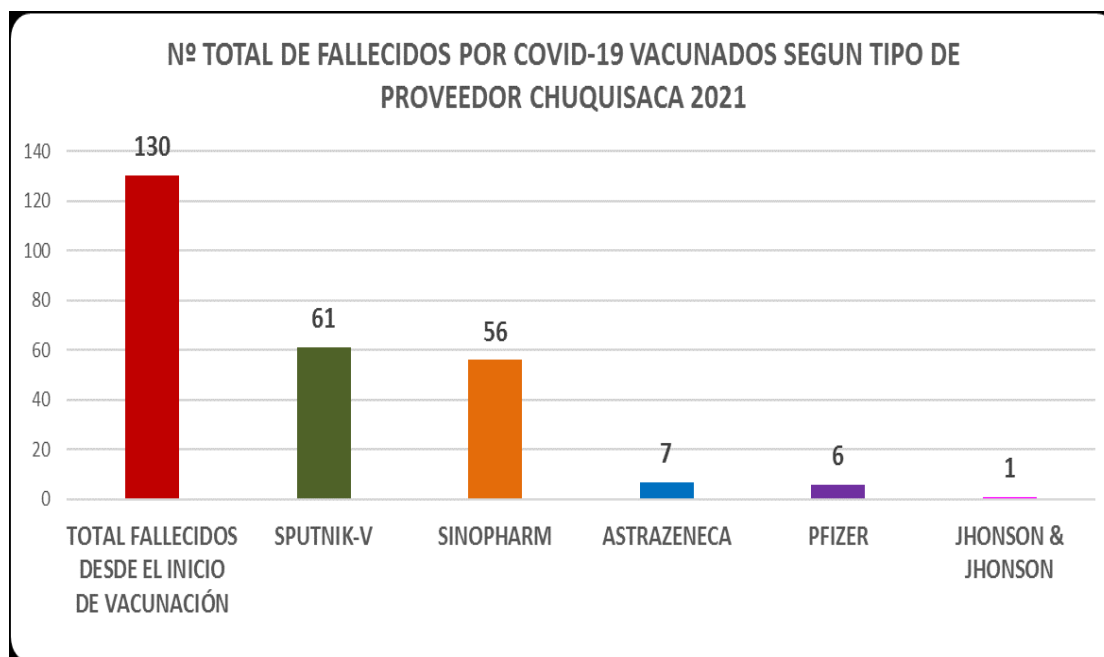


Fuente.- Elaboración Propia

De los 47 fallecidos por Covid-19, con dosis completa de la vacuna, el sexo masculino presenta la mayor letalidad (31/66%) y el

grupo etario más afectado es de 60 años y más (41/87%).

GRÁFICO 9: TOTAL DE FALLECIDOS POR COVID-19 VACUNADOS SEGÚN TIPO DE PROVEEDOR CHUQUISACA 2021

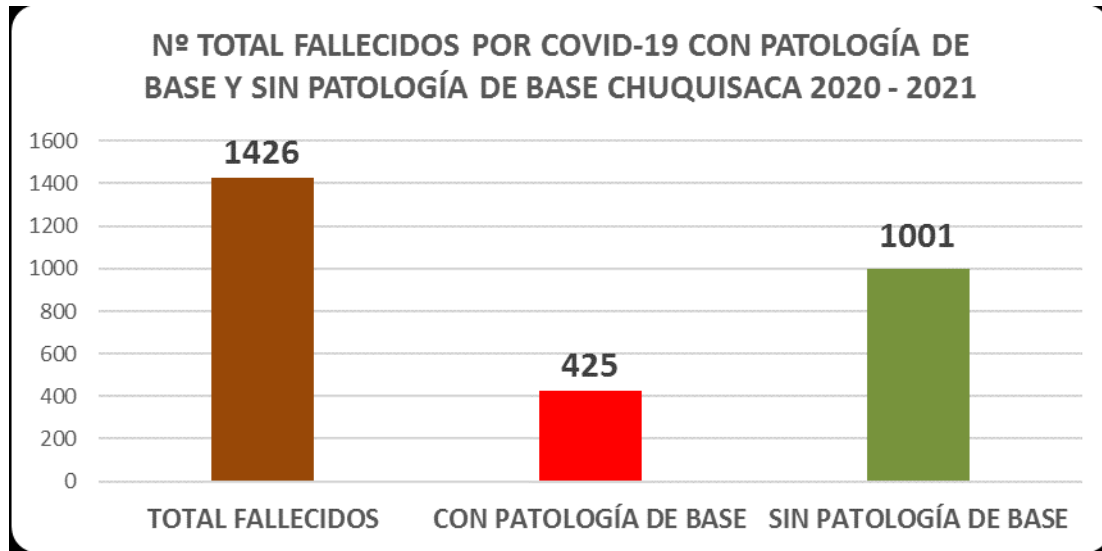


Fuente.- Elaboración Propia

Las vacunas contra la Covid-19 se someten a pruebas rigurosas en el transcurso de los ensayos clínicos para cumplir con estándares antes de ser aplicados a una población general. En este sentido los efectos adversos pueden ser coincidentes en las campañas de vacunación, así como muertes relacionadas o asociadas a estos eventos adversos. La evidencia científica respalda la seguridad de las vacunas y hay estudios que demuestran que la vacunación supera cualquier riesgo o preocupación, que sin lugar a dudas pueden presentarse casos excepcionales. Los informes de estas muertes posteriores a la vacunación y las afirmaciones engañosas han alimentado la duda entre las personas que deben abordarse. (Fichera A, 2021).

Es de esta manera que de los 130 fallecidos por covid-19 vacunados, 61 fueron inmunizados con Sputnik-V y 56 con la vacuna Sinopharm respectivamente; con una menor frecuencia la vacuna Johnson & Johnson en 1 caso, 7 correspondiente a Astrazeneca y 6 con la vacuna Pfizer.

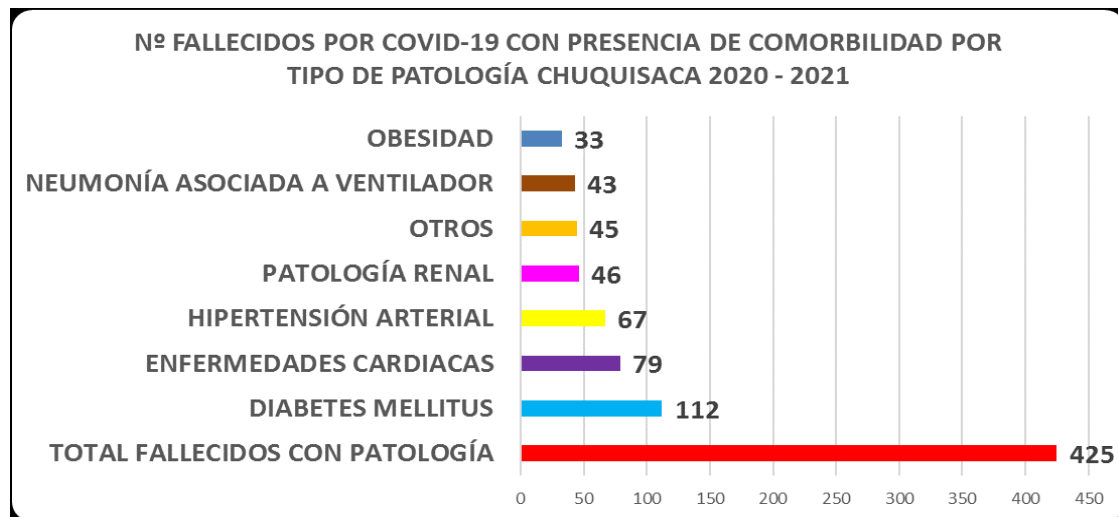
GRÁFICO 10: FALLECIDOS POR COVID-19 CON PATOLOGÍA DE BASE Y SIN PATOLOGÍA DE BASE CHUQUISACA 2021



Fuente.- Elaboración Propia

Del total de fallecidos por Covid-19 (1426) en el departamento, se reportaron 1001 personas fallecidas sin patología de base y 425 personas que presentaban alguna comorbilidad.

GRÁFICO 11: FALLECIDOS POR COVID-19 CON PRESENCIA DE COMORBILIDAD POR TIPO DE PATOLOGÍA CHUQUISACA 2020 - 2021



Fuente.- Elaboración Propia

De los 425 fallecidos por Covid-19, una mayoría presentaban diversas comorbilidades, dentro de las más frecuentes, tenemos Diabetes Mellitus, Enfermedades Cardiacas,

Hipertensión Arterial, entre otras que no dejan de ser importantes por su alta frecuencia.

La significativa transmisibilidad y mortalidad de este nuevo coronavirus a nivel mundial sumado a comorbilidades hacen que sea un problema de salud pública en el mediano plazo. (Adhicari y Mao, 2020)

Hasta el 4 de mayo de 2020, se había reportado más de 184 países afectados, con 3 millones 435 894 casos confirmados y 239.604 fallecimientos (WHO, 2020).

Aunque los síntomas más comunes reportados de la Covid-19, son fiebre, tos seca, mialgias, fatiga y disnea (Adhicari y Mao 2020). Se ha reportado que la gravedad de casos reportados se debe a factores genéticos y no genéticos, identificándose polimorfismos en los genes ACE2 y TMPRSS2. (Asselta R, Parabosch 2020; Cao 2020).

Los obtenidos concuerdan con varias investigaciones que aportan evidencias de asociación entre formas graves de Covid-19 y la presencia de antecedentes patológicos personales de Diabetes, Miocardiopatías e Hipertensión Arterial, patología Renal y Obesidad mórbida (Guang 2020 y Wang 2020).

La identificación de estas comorbilidades es de suma importancia ya que de estas depende un adecuado abordaje en la terapéutica de los pacientes afectados, así como el delineamiento de estrategias de salud pública orientadas a la prevención y tratamiento de las complicaciones médicas en el contexto de la Covid-19.

DISCUSIÓN

La Covid-19 es una enfermedad viral emergente que en el lapso de 3 meses fue declarado pandemia por la Organización Mundial de la Salud (Rothan, 2020).

Aún cuando se ha avanzado en el conocimiento de la epidemiología, fisiopatología, inmunología y clínica de la enfermedad, aún queda mucho por dilucidar en especial la asociación de comorbilidades y gravedad clínica de la enfermedad.

En nuestro estudio la importancia de la vacunación tiene un rol preponderante debido a la abismal brecha cuando se compara fallecimientos de personas que contaban con la vacunación desde que se tenía disponible los biológicos en el país. Sin embargo, en el presente trabajo la Diabetes, Enfermedad Cardiovascular, Enfermedad Renal y Obesidad mórbida están entre las comorbilidades que mayor riesgo implican en el desarrollo de una presentación clínica grave que conlleva a la muerte, sin dejar de lado que otras enfermedades respiratorias tipo influenza A, SARS CoV, MERS también están asociadas a la evolución de la gravedad. (Mertz 2013, Hong 2014).

HALLAZGOS PRINCIPALES

Los datos de nuestro estudio sugieren una mortalidad de Covid-19 ligeramente más alta para los hombres. Sin embargo, al interpretar la mortalidad más alta para los hombres cuando se los compara con las mujeres, se debe inferir que entre las causas se necesitan realizar estudios de exceso de mortalidad y que podrían estar involucrados factores sociales y laborales para esta tendencia heterogénea. (Klein et al. 2020).

La evidencia de pandemias pasadas, incluida la gran pandemia de influenza de 1918 y otros brotes recientes de Coronavirus, sugieren que las aparentes disparidades relacionadas con el género en el riesgo y los resultados se explicaron en gran medida por variables estructurales demográficas y de género geográficamente específicas (Shatuck Heidorn et al 2020).

Se ha identificado una variedad de riesgos clínicos y epidemiológicos importantes para los resultados de letalidad grave desde el inicio de la pandemia en el departamento de Chuquisaca. Se ha utilizado un conjunto de datos disponibles en diferentes unidades del Servicio Departamental de Salud, así como base de datos nacionales, vinculados principalmente a registro laboratorial contra SARS CoV-2, registro de muertes, así como datos hospitalarios para una muestra representativa de la población de más de 300.000 habitantes.

FORTALEZAS Y LIMITACIONES DE ESTE ESTUDIO

El presente estudio tiene algunas fortalezas importantes, pero también algunas debilidades que están relacionadas directamente con la Covid-19 además de algunos factores de predicción de algoritmos utilizados en predicción de riesgo clínico ampliamente utilizados. (Hippisley 2018).

Las principales fortalezas incluyeron el uso de base de datos fiables desarrollados y modificados al contexto boliviano por la unidad de Epidemiología del Servicio Departamental de Salud que sirvieron en la construcción de indicadores para el seguimiento y monitoreo en toda la pandemia hasta la fecha de elaboración del presente manuscrito. (Collins et al. 2020).

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Hernán César Ríos-Escalier: conceptualización, investigación, administración del proyecto, redacción del borrador original, redacción, edición y revisión.

María de los Ángeles Delgadillo Iglesias: Conceptualización, Investigación, Metodología, supervisión, redacción, revisión y edición.

Julio César Siñani Uribe: Recopilación de datos, análisis formal, metodología, software, gráficos, validación, redacción, revisión, edición.

Ronald Pérez Aquino: Recopilación de datos, análisis formal, metodología, software, gráficos, validación, redacción, revisión, edición.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean brindar un agradecimiento especial al director Técnico del Sedes Chuquisaca Juan José Fernández Murillo por la predisposición a brindar los datos presentado en la presente investigación.

REFERENCIAS

- 1.- Adhikari SP, Meng S, Wu YJ, Mao YP, Ye RX, Wang QZ, et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infectious Diseases of Poverty*. 2020; 9:29.
- 2.- Asselta R, Paraboschi EM, Mantovani A, Duga S. ACE2 and TMPRSS2 variants and expression as candidates to sex and country differences in COVID-19 severity in Italy. *MedRxiv [Internet]*. New York: Cold Spring Harbor; 2020 [Citado 06/06/2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1101/2020.03.30.20047878>
3. Bhatia R. Quantitative Estimation of Covid-19 Related Unemployment On Suicide and Excess Mortality in the United States. *medrxiv [Internet]*. 2020 May 18 [cited 2020 Jun 9];(1):1–6. Available from: <http://medrxiv.org/cgi/content/short/2020.05.02.20089086>
4. Hui DS, I Azhar E, Madani TA, Ntoumi F, Kock R, Dar O, et al. The continuing 2019-

nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health - The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Int J Infect Dis.* 14 de enero de 2020; 91:264-266

5. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is Suspected Geneva, World Health Organization. Disponible en: [https://www.who.int/internal-publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infectionwhen-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/internal-publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infectionwhen-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)

6. Chan JF-W Yuan S Kok K-H et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020; 325:514-523

7. Collins GS, Altman DG. An independent external validation and evaluation of QRISK cardiovascular risk prediction: a prospective open cohort study. *BMJ*2009;339:b2584. doi:10.1136/bmj.b2584. pmid:19584409Abstract/FREE Full TextGoogle Scholar

8. COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center [Internet]

Johns Hopkins coronavirus resource center. 2020 ([cited 20 December 2021]. Available from:) <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

9. Coronavirus Vaccine Tracker. [citado 28 Mar 2021]Disponible en:

<https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html>

10. Cao Y, Li L, Feng Z, Wan S, Huang P, Sun X, et al. Comparative genetic analysis of the novel coronavirus (2019-nCoV/SARS-CoV-2)

receptor ACE2 in different populations. *Cell Discovery.* 2020; 6:11.

11. Docherty K, Butt J, De Boer R, Dewan P, Koeber L, Maggioni A, et al. Excess deaths during the Covid-19 pandemic: An international comparison [Internet]. medRxiv. Cold Spring Harbor Laboratory Press; 2020 May [cited 2020 Jun 16]. Available from: <http://medrxiv.org/content/early/2020/04/28/2020.04.21.20073114.abstract>

12. Fichera A. Flawed paper on COVID-19 vaccines, deaths spreads widely before retraction [Internet] Philadelphia, PA: FactCheck.org; 2021. [cited 2021 Jul 2]. Available from: <https://www.factcheck.org/2021/07/scicheck-flawed-paper-on-covid-19-vaccines-deaths-spreads-widely-before-retraction/>

13. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med.* 2020; 382(18):1708-20.

14. Grasselli G, Massimiliano G., Zanella A., Giovanni A., Massimo A., Giacomo Bellani, E. B., et al. Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in intensive care units in Lombardy, Italy. *JAMA Intern. Med.*, 2020, 180(10): 1345-1355

15. Hippisley-Cox J, Coupland C, Brindle P. Development and validation of QRISK3 risk prediction algorithms to estimate future risk of cardiovascular disease: prospective cohort study. *BMJ*2017;357: j2099. doi:10.1136/bmj.j2099. pmid:28536104Abstract/FREE Full TextGoogle Scholar

16. Hippisley-Cox J, Coupland C. Development and validation of QDiabetes-2018 risk prediction algorithm to estimate future

- risk of type 2 diabetes: cohort study. *BMJ*2017;359:j5019. doi:10.1136/bmj.j5019. pmid:29158232Abstract/FREE Full TextGoogle Scholar
17. Hippisley-Cox J, Coupland C. Development and validation of QMortality risk prediction algorithm to estimate short term risk of death and assess frailty: cohort study. *BMJ*2017;358:j4208. doi:10.1136/bmj.j4208. pmid:28931509Abstract/FREE Full TextGoogle Scholar
18. Hong KW, Cheong HJ, Choi WS, Lee J, Wie SH, Baek JH, et al. Clinical courses and outcomes of hospitalized adult patients with seasonal influenza in Korea, 2011 - 2012: Hospital-based Influenza Morbidity & Mortality (HIMM) surveillance. *J Infect Chemother.* 2014; 20:9-14.
19. Klein L, Santosh D., Ursin R.L., Kathryn S., Franck M.J. Biological sex impacts COVID-19 outcomes *PLoS Pathog.*, 16 (6) (2020), Article e1008570.
20. Mertz D, Kim TH, Johnstone J, Lam PP, Science M, Kuster SP, et al. Populations at risk for severe or complicated influenza illness: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2013;347:f5061.
21. <https://www.minsalud.gob.bo/es/5724-reporte-464-de-covid-19-3-650-pacientes-recuperados-9-160-pruebas-negativas-y-2-267-781-dosis-de-la-vacuna-aplicadas-hasta-la-fecha>
22. Onder G, Rezza G, Brusaferro S. Case-fatality rate and characteristics of patients dying in relation to COVID-19 in Italy. *JAMA.* 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4683> PMID: 32203977
23. Organización Mundial de la Salud. Hoja de ruta del SAGE de la OMS para el establecimiento de prioridades en el uso de vacunas contra la COVID-19 en un contexto de suministros limitados. [Internet]. 2020 [citado 28 Mar 2021] Disponible en: https://cdn.who.int/media/docs/defaultsource/immunization/sage/covid/sageprioritization-roadmap-covid19-vaccineses.pdf?sfvrsn=bf227443_36&download=true
24. Oksanen A., M. Kaakinen, R. Latikka, I. Savolainen, N. Savela, A. Koivula. Regulation and Trust: 3-month follow-up study on COVID-19 mortality in 25 European countries. *JMIR Public Health Surveill.*, 6 (2020), pp. e19218.
25. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19-11 March 2020. cited 2020 Jul 28]. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
26. Riou J. C.L. Althaus. Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020. *Euro Surveill.*, 25 (2020), pp. 2000058
27. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun* [Internet]. 2020 [Citado 06/04/2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32113704/>

28. Shattuck-Heidorn Hether, Sarah S Richardson, Meredith Reiches What's Really Behind the Gender Gap in Covid-19 Deaths?. The New York Times (2020) [aprox. 1 p.]. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>.
29. The epidemiology of severe acute respiratory syndrome in the 2003 Hong Kong epidemic: an analysis of all 1755 patients. Ann Intern Med. 2004; 141: 662-673
30. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus and infected pneumonia in Wuhan, China. JAMA [Internet]. 2020 [Citado 06/04/2020];323:
31. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19). Situation Report-105. [Internet]. Ginebra: World Health Organization; 2020 [Citado 06/04/2020]. Disponible en: http://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200504-covid-19-sitrep-105.pdf?sfvrsn=4cdda8af_2

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.710>**CAPITAL SOCIAL VINCULANTE Y ESTRÉS ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS****BONDING SOCIAL CAPITAL AND ACADEMIC STRESS IN UNIVERSITY STUDENTS**Mario Eduardo Castro Torres¹<https://orcid.org/0000-0002-6792-0202>

Sucre, Bolivia. mariocastrotorres@gmail.com

Pablo Marcelo Vargas Piérola²<https://orcid.org/0000-0003-0165-819X>

Investigador independiente. pablomarcelovp@gmail.com

Carlos Fernando Pinto Navia³<https://orcid.org/0000-0003-0242-2269>

Sucre, Bolivia. cpintonavia@gmail.com

Rubén Alvarado⁴<https://orcid.org/0000-0002-8091-0324>Chile. ruben.alvarado@uv.cl⁴Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca^{1, 3}

Departamento de Salud Pública, Escuela de Medicina, Facultad de Medicina

Universidad de Valparaíso. Valparaíso⁴

Recibido 17-10-2022, aceptado 1-11-2022

Resumen

Aunque el estrés académico (EA) es un problema con alta incidencia en universitarios, hay pocos estudios sobre el tema. Este trabajo busca determinar si existe correlación entre el capital social vinculante (CSV) y sus dimensiones (tamaño de red, confianza, reciprocidad y propiedad de los recursos) con los síntomas psicológicos (SPsi) del EA, determinando su fuerza y significancia. Método: Se evaluó la correlación entre las dimensiones del CSV con los SPsi del EA en una muestra de 150 estudiantes universitarios voluntarios. Se usó el coeficiente de Spearman (r_s) para establecer la correlación, la prueba de independencia de Chi-cuadrado de Pearson (X^2) para establecer la diferencia entre grupos y el análisis de residuos (R_{ij}) para determinar

dirección y significancia. Resultados: Un tercio de los estudiantes presenta alta frecuencia de SPsi mientras que la cuarta parte una regular. El CSV tiene una correlación negativa, débil y significativa con los SPsi ($r_s(123) = -.18, p = .040$), al igual que la confianza ($r_s(123) = -.19, p = .031$). Adicionalmente, se identificó una correlación negativa, significativa y fuerte entre la dimensión confianza del CSV y el SPsi 20 [ansiedad, angustia o desesperación] del EA ($X^2 = 4.83; gl = 1; p = .028; V$ de Cramer = 0.21). Discusión: El tamaño del efecto de las correlaciones da cuenta de que existen otras variables involucradas en la relación entre capital social y EA, lo que implica mediación. Es necesario mejorar a futuro la explicación de la relación entre CSV y EA incluyendo

más variables en un modelo más complejo de análisis.

Palabras clave: capital social, estrés académico, síntomas psicológicos, estudiantes universitarios.

Abstract

It is well known that academic stress (AS) is problem with a high incidence in university students, however, there are few studies on the subject. This paper aims at determining a correlation between binding social capital (BSC) and its dimensions (network size, trust, reciprocity, and resources ownership) with psychological symptoms (PSy) of AD, determining also its strength and importance. Method: it presents the evaluation for correlation between dimensions of BSC with PSy of AD in a sample of 150 volunteer university students. It also presents the usage of Spearman's coefficient (rs) for establishing the correlation, the use of Pearson's Chi-square test for independence (X^2) in terms of determining the difference between groups and residual analysis (Rü) for showing direction and significance. Results: A third of students present a high frequency of PSy while the fourth part has got a regular frequency. The BSC has got a negative correlation, weak but important with PSy ($rs(123) = -.18, p = .040$), as well as trust ($rs(123) = -.19, p = .031$). In addition, it was identified a negative, significant and strong correlation between trust dimension of BSC and the PSy 20 [anxiety, anguish or desperation of EA ($X^2 = 4.83; gl = 1; p = .028; V$ de Cramer = 0.21)]. Discussion: the effect size of the correlations show that there are other variables involved between social capital and EA relation, which implies mediation. There is the need of improving explanation of relation

between BSC and EA including more variables in a more complex mode of analysis in a future.

Key words: Social capital, academic stress, psychological symptoms, university students

Introducción

Los estudiantes universitarios conforman una población con importantes problemas de salud, los que precisan de atención. Investigaciones identificaron que por lo menos un tercio de los estudiantes de primer año tienen problemas de salud mental (Auerbach et al., 2018) y que la cuarta parte padece algún grado de depresión (Sheldon et al., 2021), siendo la exposición prolongada al estrés académico (EA) una de sus causas (Cobiellas-Carballo, 2020; Montoya Vélez et al., 2010). De hecho, la población estudiantil que tiene mayor nivel de EA es justamente la de los universitarios (Jurado-Botina et al., 2022; Pulido et al., 2011).

Por otra parte, los estudios de Yoo (2016, 2018) muestran que el capital social vinculante (CSV) disminuye el EA en estudiantes de secundaria y universitarios. Además, investigaciones recientes efectuadas con jóvenes universitarios asocian el capital social con una disminución del nivel de estrés general y con menos problemas de salud mental (Lisnyj et al., 2021; Sotaquirá et al., 2022).

Capital Social

Las redes sociales son la base del capital social (Bourdieu, 1983/2001; Chen et al., 2018). Una red social puede ser definida como una estructura compuesta por un conjunto determinado (i.e. con límites precisos) de personas o grupos, vinculados a través de múltiples relaciones, las que son el resultado de la interacción y del intercambio permanente

de recursos, así tangibles como intangibles (Aguirre, 2011; Everton, 2018; Lozares, 1996).

El capital social es la suma de recursos, tanto tangibles (e.g. bienes, dinero) como intangibles (e.g. conocimiento, prestigio social), reales o sólo potenciales, disponibles gracias al acceso a una red social con conexiones confiables, estables y recíprocas. Por ello, el capital social incluye: a) Los recursos incluidos en la red social, aprovechables a través del proceso de intercambio dentro de ella. 2) La red social misma, que es un recurso *per se* (Adler & Kwon, 2002; Bourdieu, 1983/2001; Chen et al., 2018; Kawachi & Berkman, 2014; Lin, 2001). La cantidad de capital social deriva de: 1) El tamaño o amplitud de la red social. 2) El volumen de capital económico y/o simbólico de las personas incluidas en la red social. 3) El grado de confianza y reciprocidad percibida en la red (Bourdieu, 2001; Gannon & Roberts 2020; Lin, 2001; Wang et al., 2014).

Por las cualidades de las redes sociales, el capital social se divide en: 1) Capital social vinculante (CSV), el cual se forma en redes sociales homogéneas, constituidas por personas similares en los ámbitos social, económico y demográfico, así como en su visión del mundo (i.e. valores, creencias, actitudes). El CSV surge gracias a lazos con familiares y amigos cercanos (que conforman una red social primaria), caracterizándose por tener vínculos estrechos o fuertes, con un lazo emocional intenso, contacto frecuente e intercambio constante de recursos; esto conlleva una obligación social de reciprocidad y alto nivel de confianza entre sus miembros. 2) Capital social puente, el cual se genera en una red social heterogénea, a través de la participación de la persona en diferentes grupos, instituciones y organizaciones (que son parte de una red social secundaria), siendo sus vínculos o relaciones más débiles que los del

CSV. (Chen et al., 2009, 2018; Ferlander, 2007; Mishra, 2020; Poortinga, 2012; Putnam, 2000; Szreter & Woolcock, 2004)

Estrés académico

Según el modelo sistémico cognoscitivo, el EA se define como un “un proceso sistémico, de carácter adaptativo y esencialmente psicológico, que se presenta de manera descriptiva en tres momentos: Primero: el alumno se ve sometido, en contextos escolares, a una serie de demandas que, bajo la valoración del propio alumno son consideradas estresores (input). Segundo: esos estresores provocan un desequilibrio sistémico (situación estresante) que se manifiesta en una serie de síntomas (indicadores del desequilibrio). Tercero: ese desequilibrio sistémico obliga al alumno a realizar acciones de afrontamiento (output) para restaurar el equilibrio sistémico” (Barraza, 2006, p. 126).

En primer lugar, las demandas del entorno educativo son evaluadas por el estudiante (Lazarus, 2001) (Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020); pueden ser: a) Externas, o sea solicitudes, obligaciones o expectativas de personas significativas; y/o también obligaciones o limitaciones sociales. b) Internas, o sea expectativas propias, basadas en valores, creencias y objetivos personales (Wade-Bohleber et al., 2020). Cuando estas demandas son percibidas por el estudiante como una amenaza a su integridad biológica y/o psicológica y/o a la calidad de sus relaciones sociales significativas y además considera que no se posee los recursos necesarios para satisfacerlas, son consideradas estresores (Barraza, 2006; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020; Thoits, 1985; Wade-Bohleber et al., 2020). Esta percepción de amenaza es resultado de dos procesos de evaluación:

I) Primaria, cuando en función de sus valores, creencias y objetivos personales, el estudiante determina si las consecuencias de las demandas son irrelevantes, beneficiosas o estresantes; en otras palabras, evalúa si la demanda es importante para su bienestar o simplemente no lo es. Si es importante, el estudiante estima si lo perjudica o lo beneficia; si determina que la demanda es perjudicial (o estresante) –es decir es relevante para su bienestar y puede perjudicar el mismo– se pasa a:

II) Secundaria, cuando el estudiante evalúa si los acontecimientos o demandas significan daño (perdida), desafío o amenaza, en base a un análisis de las posibles formas de afrontar las demandas con éxito y de la capacidad de hacerlo en función de las condiciones y recursos disponibles (Barraza, 2006; Lazarus, 2001). Los recursos son: a) Externos, proporcionados por el ambiente social de forma tangible (materiales) o intangible (socioemocionales). b) Internos, o competencias personales: autoeficacia, autoestima, autorregulación emocional, capacidad de resolución de problemas y conocimiento (Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020) (Wade-Bohleber et al., 2020).

El estudiante identificará daño o pérdida cuando las consecuencias de las demandas ya causaron antes perjuicios o daños a la integridad biológica, psicológica o social de la persona. Identificará amenaza cuando prevea que las demandas ocasionarán daños en un futuro cercano y no se cuenta con los recursos suficientes para enfrentarlas; esto genera distrés –que en este estudio se considera como sinónimo de estrés– y emociones negativas (Barraza, 2006; Lazarus, 2001). Finalmente, identificará desafío cuando considere que la amenaza puede ser superada con los recursos que se posee; esto origina lo que se denomina

eustrés, lo que produce emociones positivas. Para que una demanda sea considerada desafío o amenaza, es importante cuán predecible o controlable es percibida por el estudiante (Barraza, 2006; Lazarus, 2001).

En segundo lugar, la percepción de amenaza causa un desequilibrio sistémico en el estudiante ante una (potencial) disminución –directa o indirecta– de elementos necesarios para sobrevivir (Dewe, 2017; Holmgreen et al., 2017; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020). El desequilibrio sistémico se manifiesta en síntomas (Crosswell & Lockwood, 2020; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020), porque los estresores generan una excitación fisiológica que incluye la activación o excitación de los sistemas nervioso autónomo, neuroendocrino, metabólico e inmune (Crosswell & Lockwood, 2020; Fink, 2016; McEwen & McEwen, 2015), lo que produce cambios en el organismo para responder a la situación estresante; cuando estos cambios se mantienen por mucho más tiempo del necesario, los cambios producidos en el organismo producen un desgaste (Fink, 2016, McEwen & McEwen, 2015) que se manifiesta en síntomas físicos del EA: alteraciones del sueño (insomnio, somnolencia) y una sensación de cansancio permanente (fatiga crónica) asociados a dolores de cabeza, musculares y problemas digestivos (Pozos et al., 2016; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020; Suárez-Montes & Díaz-Subieta, 2015). Esto afecta a las funciones ejecutivas (atención, memoria, razonamiento) implicadas en la planificación y ejecución de actividades (McEwen & McEwen, 2015). Como consecuencia, aparecen síntomas psicológicos (SPsi) del EA a nivel cognitivo, emocional y comportamental. A nivel cognitivo, al verse afectas las funciones ejecutivas (McEwen & McEwen, 2015), aparecen los síntomas cognitivos del EA: problemas de concentración, mal

funcionamiento de la memoria a corto y largo plazo y problemas de razonamiento (Pozos et al., 2016; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020; Suárez-Montes & Díaz-Subieta, 2015). A nivel emotivo, se afecta la autorregulación de las emociones; lo que lleva a un estado de tensión o excitación excesivo, con aprehensión o preocupación y frustración (McEwen & McEwen, 2015), por lo que se manifiestan los síntomas emocionales del EA: incapacidad de relajarse y estar tranquilo, irritabilidad, tristeza, impaciencia e impulsividad (Pozos et al., 2016; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020; Suárez-Montes & Díaz-Subieta, 2015). Todo lo anterior afecta el comportamiento personal y social, manifestándose síntomas comportamentales del EA: modificación de la ingesta de alimentos (aumento o disminución), conflictos personales más frecuentes y aislamiento (Pozos et al., 2016; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020; Suárez-Montes & Díaz-Subieta, 2015). Los SPsi son los indicadores más adecuados para evaluar los niveles de estrés y también son los predictores más precisos del efecto del estrés sobre la salud mental y física, tanto a mediano como a largo plazo (Crosswell & Lockwood, 2020; Fink, 2016; Pozos-Radillo et al., 2016). En estudios sobre EA, los SPsi son los más comunes y los que más se asocian con estresores académicos (Alias et al., 2020; Casuso-Holgado et al., 2019).

En tercer lugar, el desequilibrio sistémico causado por el EA lleva al estudiante a generar un proceso cognitivo y conductual para adaptarse mejor al entorno, empleando diversos recursos para modificar (i.e. disminuir, evitar, aguantar o controlar) la situación y/o las consecuencias de la misma (i.e. los síntomas) (Lazarus & Folkman, 1984; Lazarus, 2001; Ruiz Camacho & Barraza-Macías, 2020).

Capital Social y Estrés académico

Un estudio realizado en Corea del Sur estableció que existe una relación causal entre CSV y EA, confirmando que los universitarios con un mayor nivel de CSV presentan menores niveles de EA (Yoo, 2016). Además, se identificó una fuerte relación negativa entre CSV y estrés general en universitarios (Kalaitzaki et al., 2020) (Lisnyj et al., 2021). En otras poblaciones también se evidencia que el CSV tiene una relación negativa con el EA de examen (Németh & Bernáth, 2022) y el EA (Yoo, 2018).

En Latinoamérica, se ha estudiado la correlación del capital social con variables como apoyo social y depresión, pero no existen hasta el momento trabajos sobre la relación entre CSV y EA (Jurado-Botina et al., 2022; Servedeon Quincho, et al., 2021).

Propósito del presente estudio

Como existen pocos trabajos a nivel mundial sobre la relación entre capital social y EA, se necesita investigar más sobre el tema. En base a la revisión de la literatura y estudios previos, se considera que el CSV y los SPsi del EA son las variables más adecuadas para hacerlo, considerando al CSV como un recurso fundamental asociado al proceso de EA y a los SPsi como el indicador más preciso para evaluar los niveles del EA. Por ello, se plantea la hipótesis de que existe una relación negativa y significativa entre el CSV y los SPsi del EA.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo principal determinar si existe correlación entre el CSV y los SPsi del EA. Y como objetivos secundarios: i) Determinar si los componentes del CSV (tamaño, confianza, reciprocidad y propiedad de los recursos) se correlacionan con los SPsi del EA. ii) Si se

verifica alguna correlación, determinar la fuerza y significancia de la misma. iii) Determinar si la diferencia entre los niveles altos y bajos de los SPsi del EA está asociada a los niveles de CSV.

Materiales y métodos

Diseño

Este estudio usa un enfoque correlacional con diseño transversal para evaluar el grado de correlación entre el CSV y sus dimensiones con los SPsi del EA (Ato et al., 2015; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Muestra

La muestra para el presente estudio se obtuvo por el método de muestreo intencional no probabilístico, por conveniencia. La misma estuvo compuesta por 150 estudiantes voluntarios de primer año de la Facultad de Humanidades de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier en Sucre, Bolivia. Se excluyó a 25 estudiantes por no completar todos los cuestionarios empleados. La muestra final tuvo 125 participantes, con una media de 19 años, en un rango entre los 18 y los 21 años; fueron 23 hombres (18.40%) y 102 mujeres (81.60%).

Instrumentos

El CSV se midió por medio de la Escala de Capital Social Personal (PSCS-16), con 16 ítems organizados en una escala Likert con cinco alternativas de respuesta. La fiabilidad original del total de la prueba obtuvo un coeficiente alpha de Cronbach (α) = .90; la dimensión CSV un coeficiente alpha de Cronbach (α) = .75; y la dimensión Capital Social Puente un coeficiente alpha de Cronbach (α) = .92 (Wang et al., 2014). Esta escala mide el nivel de capital social que una persona posee a nivel global, así como las

dos dimensiones del mismo: CSV y capital social puente; y a su vez, cada uno de éstos dividido en cuatro componentes: a) Tamaño de la red. b) Confianza en los miembros de la red. c) Propiedad de los recursos. d) Reciprocidad (Wang et al., 2014). Para el presente estudio se empleó solamente la dimensión de CSV y sus cuatro componentes.

Los SinP se midieron a través de la dimensión “Síntomas Psicológicos” del Inventario de Estrés Académico (SISCO), la que evalúa la frecuencia con que éstos se presentan. Cuenta con cinco ítems en una escala Likert con cinco alternativas de respuesta. La fiabilidad original de la escala obtuvo un alpha de Cronbach (α) = .90 (Barraza, 2007).

Análisis de datos

Para la tabulación de los datos se empleó el programa MSO-Excel (Versión 16.0.4266.1001). Posteriormente, para el análisis estadístico descriptivo e inferencial se utilizó el programa XLSTAT (Versión 2022.3.2.1352) (Addinsoft, 2022).

Para el análisis descriptivo se utilizaron la media, la desviación estándar y la categorización de los resultados de acuerdo a las normas de cada prueba.

En el análisis inferencial, para determinar la confiabilidad y validez de las puntuaciones de las pruebas empleadas se realizó el análisis factorial de las mismas, extrayendo los factores mediante el análisis de componentes principales, con rotación varimax, valorando la estructura factorial por medio de las cargas (λ) de cada ítem, que debió ser mayor a 0.5; y el valor del coeficiente alpha de Cronbach (α), que debió ser mayor a 0.7 (Martínez González et al., 2020; Pérez & Carretero-Dios, 2005). Para determinar la distribución normal de los datos

se empleó la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos valores debieron obtener un valor p mayor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ para considerar que los datos de las variables seguían una distribución normal (Martínez González et al., 2020).

Para comprobar la presencia de correlación entre las variables, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) ya que las pruebas utilizadas emplean una escala de medida ordinal (Likert) (González Betanzos et al., 2017; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018; Pérez-Tejada, 2008). Primeramente, se evaluó la magnitud o grado de correlación (Triola, 2018) en base a la clasificación de Akoglu (2018). Finalmente, para determinar la fuerza o tamaño del efecto de las correlaciones se examinaron los valores del coeficiente de determinación (r_s^2) de los coeficientes de correlación (Badenes Ribera, 2016), lo que permitió identificar la proporción de la asociación que explica la covarianza conjunta y también la relevancia de la asociación, tomando como punto de corte un valor de r_s^2 igual o mayor a 0.66 (Badenes Ribera, 2016; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Para analizar la asociación (dependencia) entre los niveles de la manifestación de SPsi y los niveles de CSV se procedió a recategorizar los datos de las variables en base a la media, de tal forma que los valores inferiores a la media se definieron como bajos a la vez que los valores iguales o superiores a la media como altos; con estos datos se elaboraron tablas de contingencia de 2X2, de tal forma que pudieran servir para analizar si la diferencia entre los grupos de alta y baja manifestación de los SPsi del EA está asociada a los niveles de CSV y sus componentes. Las tablas de contingencia fueron analizadas por medio de la prueba de independencia de chi-cuadrado de

Pearson (X^2) con corrección de Yates ya que la distribución chi-cuadrado es continua y la de los datos es discreta; esta incorrección no tiene grandes efectos en variables discretas con varias categorías, pero sí en el caso de tener dos categorías Calderón Saldaña & de los Godos Urcia, 2011; Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018; López-Roldán & Fachelli, 2015; Triola, 2018), es decir una tabla 2X2 como en el presente estudio. Para rechazar la hipótesis de que la frecuencia con la que se presentan los SPsi es independiente de los niveles de CSV (es decir, que no existe asociación entre los niveles de CSV y la frecuencia con que se presentan los SPsi), el valor de chi-cuadrado (X^2) debió ser mayor que valor crítico del mismo y su valor p menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ (González Betanzos et al., 2017; López-Roldán & Fachelli, 2015; Triola, 2018).

Para determinar la fuerza o tamaño del efecto de asociación de la prueba de chi-cuadrado (X^2) se utilizó el coeficiente V de Cramer (Badenes Ribera, 2016; McHugh, 2013; Mendenhall et al., 2017; López-Roldán & Fachelli, 2015). La significancia del coeficiente V de Cramer está asociado al de chi-cuadrado (X^2), por lo que si el primero es significativo el segundo también lo es (Mendenhall et al., 2017). Para evaluar la magnitud del mismo se empleó la clasificación de Akoglu (2018) que considera que valores entre 0.05 y 0.10 señalan un efecto débil, valores entre 0.10 y 0.15 denotan un efecto moderado, valores entre 0.15 y 0.25 señalan un efecto fuerte y valores superiores a 0.25 un efecto muy fuerte.

La prueba de chi-cuadrado (X^2) sólo permite determinar la diferencia entre grupos de forma general; más específicamente, si en el presente caso de estudio existe una asociación entre los niveles de CSV y la frecuencia con que se presentan los SPsi del EA. Para determinar si la

relación es significativa, la dirección positiva o negativa de dicha asociación, así como para comprobar la relación específica entre cada categoría (nivel de manifestación de los SPsi con relación al nivel del CSV y sus componentes) se realizó un análisis detallado de tablas de contingencia. Para tal efecto, se empleó análisis de residuos de chi-cuadrado (X^2); el residuo (R_{ij}) es el valor de la diferencia entre las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas (teóricas); debería ser superior a 0 y cuanto más alto sea este valor, existe mayor grado de asociación entre variables (Calderón Saldana & de los Godos Urcia, 2011; López-Roldán & Fachelli, 2015). Para evaluar el nivel de significación, los valores del residuo (R_{ij}) fueron ajustados y los valores de estos últimos debieron ser superiores a $\pm 1,96$ para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (López-Roldán & Fachelli, 2015).

Resultados

Como se puede observar en la tabla 1, la Escala de Capital Social Personal (PSCS-16) y la dimensión de SPsi del Inventario de Estrés Académico (SISCO), muestran valores en el coeficiente alpha de Cronbach que superan el punto de corte establecido para considerar las puntuaciones como fiables. Asimismo, se reprodujo la estructura factorial original de los constructos; los valores de las cargas (λ) de los ítems estuvieron en un rango de 0.64 a 0.86 en la Escala de Capital Social Personal y de 0.73 a 0.89 en la dimensión de SPsi del Inventario de Estrés Académico, el cual finalmente fue conformado por cuatro de los cinco ítems originales ya que el ítem 22 fue eliminado al no presentar una carga factorial adecuada. Los indicadores o ítems finales se presentan en el anexo 1.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos para el estudio de las variables

Variable	M	DE	Rango	Q1	Mdn	Q3	RQI	α de Cronbach
CSV	2.25	0.88	1-4.5	1.50	2.13	2.75	1.25	.94
T-CSV	2.24	1.01	1-5	1.50	2.00	3.00	1.50	.95
C-CSV	2.06	1.07	1-5	1.00	2.00	3.00	2.00	.90
P-CSV	2.44	0.97	1-5	1.50	2.50	3.00	1.50	.78
R-CSV	2.27	1.03	1-5	1.50	2.00	3.00	1.50	.82
SPsi	50.65	0.84	6.25-100	38	50	63	25	.89
Síntoma 18	49.40	0.98	0-100	25	50	75	50	
Síntoma 19	49.20	1.05	0-100	25	50	75	50	
Síntoma 20	49.80	1.03	0-100	25	50	75	50	
Síntoma 21	54.20	0.95	0-100	50	50	75	25	

Nota. CSV= capital social vinculante; SPsi=síntomas psicológicos de estrés académico; T-CSV = tamaño de la red; C-CSV = confianza; P-CSV = propiedad de los recursos; R-CSV = reciprocidad; Síntoma 18 = Inquietud (incapacidad de relajarse y

estar tranquilo); Síntoma 19 = Sentimientos de depresión y tristeza (decaído); Síntoma 20 = Ansiedad, angustia o desesperación; Síntoma 21 = Problemas de concentración.

Nota. Síntoma 18 = Inquietud (incapacidad de relajarse y estar tranquilo); Síntoma 19 = Sentimientos de depresión y tristeza (decaído); Síntoma 20 = Ansiedad, angustia

o desesperación; Síntoma 21 = Problemas de concentración.

Q1 = cuartil 1; Mdn = Mediana; Q3 = cuartil 3; RQI = rango intercuartil.

Las frecuencias de las puntuaciones de los estudiantes en CSV indican que la mayor parte posee un nivel moderado, siendo la confianza la dimensión con nivel más alto (80,8%), como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2
Frecuencias del CSV

Variable/ Categoría	Total CSV		T-CSV		C-CSV		P-CSV		R-CSV	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
^a Alto	21	16.80	27	21.60	0	0.00	21	16.80	30	24.00
^b Moderado	87	69.60	79	63.20	101	80.80	80	64.00	77	61.60
^c Bajo	17	13.60	19	15.20	24	19.20	24	19.20	18	14.40

Nota. T-CSV = tamaño de la red; C-CSV = confianza; P-CSV = propiedad de los recursos; R-CSV = reciprocidad; Total CSV = Promedio de las puntuaciones de los cuatro componentes.

^a alto: mayor que $M+DE$. ^b moderado: $M-DE$ a $M+DE$. ^c Bajo: inferior a $M-DE$

Por lo que se refiere a los SPsi, se advirtió que más de la tercera parte de los universitarios

presenta SPsi con alta frecuencia (siempre 7.20% + casi siempre 30.4%), siendo el SPsi 21 (Problemas de concentración) el más usual (siempre 6.4% + casi siempre 32.0%). Adicionalmente, la cuarta parte también presenta SPsi regularmente (algunas veces 27.20%) y otra cuarta parte ocasionalmente (rara vez 24.80%). Esto se puede apreciar con más detalle en la Tabla 3.

Tabla 3
Frecuencias del SinP

Variable Categoría	Total SinP		SinP18		SinP19		SinP20		SinP21	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
^a Nunca	13	10.40	5	4.00	12	9.60	9	7.20	4	3.20
^b Rara vez	31	24.80	37	29.60	27	21.60	31	24.80	27	21.60
^c Algunas veces	34	27.20	48	38.40	46	36.80	45	36.00	46	36.80
^d Casi siempre	38	30.40	26	20.80	33	26.40	32	25.60	40	32.00
^e Siempre	9	7.20	9	7.20	7	5.60	8	6.40	8	6.40

Nota. SinP18 = Inquietud (incapacidad de relajarse y estar tranquilo); SinP19 = Sentimientos de depresión y tristeza (decaído); SinP20 = Ansiedad, angustia o desesperación; SinP21 = Problemas de concentración; Total SinP = Promedio de las puntuaciones de los cuatro síntomas.

^a nunca: entre 0 y 20. ^b rara vez: entre 21 y 40.

^c algunas veces: entre 41 y 60. ^d casi siempre: entre 61 y 80. ^e siempre: entre 81 y 100.

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Ver Anexo 2) establecieron que ninguna de las variables sigue una distribución normal.

Las correlaciones de Spearman entre CSV y SPsi se presentan la Tabla 4. La puntuación total de los SPsi mostró una correlación negativa, débil y significativa con el total de la puntuación del CSV ($r_s(123) = -.18, p = .040$) y con la dimensión confianza ($r_s(123) = -.19, p = .031$). El SPsi 19 (Sentimientos de depresión y tristeza [decaído]) mostró correlaciones negativas, débiles y significativas con el CSV y sus dimensiones (tamaño de red, confianza y reciprocidad). De la misma forma, el SPsi 20 (Ansiedad, angustia o desesperación) mostró correlaciones negativas, débiles y significativas con el CSV y sus dimensiones (tamaño de red, confianza y propiedad de los recursos). Los SPsi 18 y 21 no presentaron correlaciones significativas.

Tabla 4

Correlaciones para el estudio de las variables

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.T-CSV	-									
2.C-CSV	.62***	-								
3.P-CSV	.55***	.65***	-							
4.R-CSV	.70***	.72***	.65***	-						
5.Total CSV	.83***	.87***	.83***	.89***	-					
6.SinP18	-.02	-.06	-.05	.03	-.05	-				
7.SinP19	-.18*	-.25**	-.15	-.20*	-.23**	.53***	-			
8.SinP20	-.18*	-.24**	-.27**	-.17	-.26**	.61***	.73***	-		
9. SinP21	-.05	-.08	-.07	.00	-.07	.54***	.57***	.60***	-	
10.Total SinP	-.14	-.19*	-.16	-.10	-.18*	.79***	.85***	.89***	.79***	-

Nota. T-CSV = tamaño de la red; C-CSV = confianza; P-CSV = propiedad de los recursos; R-CSV = reciprocidad; Total CSV = Promedio de las puntuaciones de los cuatro componentes.

T-CSV =; C-CSV =; P-CSV =; R-CSV =; Total CSV =; SinP18 =; SinP19 =; SinP20 =; SinP21 =; Total SinP; SinP18 = Inquietud (incapacidad de relajarse y estar tranquilo); SinP19 =

Sentimientos de depresión y tristeza (decaído); SinP20 = Ansiedad, angustia o desesperación; SinP21 = Problemas de concentración; Total SinP = Promedio de las puntuaciones de los cuatro síntomas.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

En relación a la fuerza o tamaño del efecto de las correlaciones, ninguno de los valores del coeficiente de determinación (r_s^2) supero el punto de corte establecido, siendo el rango de las mismos entre 0.034 y 0.062.

En base a la prueba de asociación de Chi-cuadrado de Pearson (X^2) con corrección de Yates se estableció una sola relación estadísticamente significativa y fuerte entre la dimensión confianza del CSV y el SPsi 20 (Ansiedad, angustia o desesperación) del EA ($X^2 = 4.83$; $gl = 1$; $p = .028$; V de Cramer = 0.21). Como se observa en la Tabla 5, la proporción de estudiantes con mayor frecuencia de manifestación del SPsi 20 de EA es mayor en el grupo que tiene niveles bajos de confianza.

Tabla 5

Tabla contingencia entre Confianza de CSV y Síntoma académico 20

Síntoma 20 de EA		
Confianza CSV	Bajo	Alto
Alto	19 (47.50)	22 (25.88)
Bajo	21 (52.47)	63 (74.12)

Nota. CSV=Capital social vinculantes; Síntoma 20 = Ansiedad, angustia o desesperación; EA = Estrés académico. Los números entre paréntesis indican porcentajes de columna.

El análisis de los residuos determinó: a) Una relación negativa y significativa entre un nivel alto de confianza de CSV y un nivel alto de frecuencia de manifestación del síntoma 20 de EA. b) Una relación positiva y significativa

entre un nivel alto de confianza de CSV y una baja frecuencia de manifestación del SPsi 20 de EA. c) Una relación positiva y significativa entre un nivel bajo de confianza de CSV y un nivel alto de frecuencia de manifestación del SPsi 20 de EA. d) Una relación negativa y significativa entre un nivel bajo de confianza de CSV y una baja frecuencia de manifestación del SPsi 20 de EA. Esto se puede apreciar en la Tabla 6.

Tabla 6

Relación entre nivel de Confianza de CSV y Síntoma académico 20 (Residuos absolutos de chi-cuadrado)

Síntoma 20 de EA		
Confianza CSV	Bajo	Alto
Alto	1.623*	-1.114*
Bajo	-1.134*	0.778*

Nota. CSV=Capital social vinculantes; Síntoma 20 = Ansiedad, angustia o desesperación; EA = Estrés académico.

* Significativo a un nivel $\alpha = 0.05$ en base a residuos ajustados.

Discusión

Los hallazgos de este estudio muestran que existen correlaciones negativas y significativas, aunque débiles, entre el CSV y su dimensión confianza con tres variables: i) La puntuación total de los SPsi de EA. ii) El SPsi 19 (Sentimientos de depresión y tristeza [decaído]) del EA. iii) El SPsi 20 (Ansiedad, angustia o desesperación) del EA. También evidencian que el componente tamaño de la red del CSV mostro una correlación negativa y significativa pero débil con dos variables: a) El SPsi 19 del EA. b) El SPsi 20 del EA. Además, el componente reciprocidad del CSV tiene una correlación significativa, negativa y débil con el SPsi 19. Finalmente, el componente propiedad de los recursos del CSV tiene una correlación significativa, negativa y débil con el SPsi 20.

Todos estos hallazgos coinciden parcialmente con estudios previos; como el de Yoo (2016) quien estableció una relación causal y negativa entre el CSV y el EA en adolescentes surcoreanos; y el estudio de Kalaitzaki et al. (2020) que reportaron una relación negativa entre CSV y estrés en universitarios.

Los resultados del análisis comparativo entre los grupos de alto y bajo nivel de CSV reflejan una relación fuerte y estadísticamente significativa entre los niveles del componente confianza del CSV y la frecuencia con que se manifiesta el SPsi 20 del EA. Se evidencia que existe una relación significativa y negativa entre: a) Alto nivel de confianza y alto nivel de manifestación del SPsi 20 del EA. b) Bajo nivel de confianza

y bajo nivel de manifestación del SPsi 20 del EA. Por otra parte, los resultados muestran que existe una relación significativa y positiva entre: 1) Altos niveles de confianza y bajos niveles de manifestación del SPsi 20 del EA. 2) Bajos niveles de confianza y altos niveles de manifestación del SPsi 20 del EA. Todo esto implica que existe la suficiente evidencia estadística para suponer que los niveles con los que se manifiesta el SPsi 20 del EA en los universitarios está asociado a los niveles de confianza hacia su red social. Estos resultados coinciden parcialmente con el estudio de Kim et al. (2012) que reportaron una asociación negativa entre confianza y depresión, siendo la confianza un fuerte predictor de depresión en la población de Corea del Sur; y el trabajo de van der Horst y Coffé (2012) que reportaron una asociación positiva entre confianza y bienestar subjetivo.

Sin embargo, el tamaño del efecto de las correlaciones da cuenta de que existen otras variables involucradas en la relación entre capital social y EA, lo que implica que en dicha relación debe existir mediación de otras variables. Algunos estudios previos apuntan en esa dirección, como el trabajo de Yoo (2018) que estableció que la relación entre CSV y EA está mediada por la autoestima; de igual manera, Németh y Bernáth (2022) encontraron que la autoestima media la relación entre CSV y EA referido a exámenes.

Conclusiones

En primer lugar, los objetivos del presente estudio han sido cumplidos, pues se identificó que hay asociación entre el CSV y el EA. En segundo lugar, la hipótesis sobre la existencia de una relación negativa y significativa entre el CSV y los SPsi fue comprobada. En tercer lugar, se ha verificado la asociación entre niveles de

confianza de CSV y los niveles de un SPsi del EA. En cuarto lugar, en base a los resultados obtenidos, se ha verificado la necesidad de mejorar en un futuro la explicación de la relación entre CSV y EA incluyendo más variables en un modelo más complejo de análisis.

En base a estos resultados, se puede afirmar que existe relación negativa y significativa entre CSV y EA, siendo la más relevante aquella entre el componente confianza del CSV y el SPsi 20 del EA. Por lo tanto, se acepta la hipótesis propuesta.

La investigación presenta algunas limitaciones, pues no puede establecer relaciones causales estadísticamente verificables, sino solamente inferirlas, debido al diseño empleado.

Este es un estudio inicial que, a pesar de sus limitaciones, demuestra que existe asociación entre CSV y EA. También evidencia que existe una alta frecuencia de SPsi del EA en los universitarios de la muestra de estudio. Estos resultados muestran la necesidad de desarrollar más estudios en el área, que a corto, mediano y largo plazo permitan a la USFX, así como a otras universidades, desarrollar programas de intervención para mejorar la calidad de vida de sus estudiantes.

Referencias

Addinsoft. (2022). *XLSTAT statistical and data analysis solution*. New York, USA. <https://www.xlstat.com/es>

Adler, P. S., & Kwon, S.-W. (2002). Social Capital: Prospects for a New Concept. *Academy of management review*, 27(1), 17. <https://doi.org/10.2307/4134367>

Aguirre, J. L. (2011). Introducción al análisis de redes sociales. *Documentos de Trabajo del Centro Interdisciplinario para el Estudio de*

Políticas Públicas, 82(2), 1–159. <https://www.ciepp.org.ar/images/ciepp/docstrabajo/doc%2082.pdf>

Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18(3), 91–93. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>

Alias, N. F., Mustafa, S. M. S., & Hamzah, L. M. (2020). The symptoms of stress as perceived by university students. *International Journal of Social Science Research*, 2(1), 134–144. <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/ijssr/article/view/8938>

Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de psicología*, 29(3). <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>

Auerbach, R. P., Mortier, P., Bruffaerts, R., Alonso, J., Benjet, C., Cuijpers, P., Demyttenaere, K., Ebert, D. D., Green, J. G., Hasking, P., Murray, E., Nock, M. K., Pinder-Amaker, S., Sampson, N. A., Stein, D. J., Vilagut, G., Zaslavsky, A. M., Kessler, R. C., & WHO WMH-ICS Collaborators. (2018). WHO World Mental Health Surveys International College Student Project: Prevalence and distribution of mental disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, 127(7), 623–638. <https://doi.org/10.1037/abn0000362>

Badenes Ribera, L. (2016). *Tamaño del efecto y su intervalo de confianza y meta-análisis en Psicología* [Tesis Doctoral, Universitat de València]. <https://roderic.uv.es/handle/10550/56330>

Barraza, A. (2006). Un modelo conceptual para el estudio del estrés académico. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 9(3), 110–

129. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/repi/article/view/19028>
- Barraza, A. (2007). El inventario SISCO del estrés académico. *Investigación Educativa Duranguense*, 7(1), 89–93. <http://www.upd.edu.mx/PDF/Revistas/InvestigacionEducativaDuranguense7.pdf>
- Bourdieu, P. (2001). Las formas del capital . En D. F. Krell (Ed.), & J. M. Beneitez (Trad.), *Poder derecho y clases sociales* (2da ed., pp. 241–258). Desclee De Brouwer, DDB. (Reimpreso de *Handbook of theory an research for the sociology of education*, pp. 241-258 de J. G. Richardson, Ed., 1983, Greenwood Press)
- Calderón Saldaña, J. P., & de los Godos Urcia, L. A. A. (2011). *Estadística para la tesis de postgrado*. Lulu.com.
- Casuso-Holgado, M. J., Moreno-Morales, N., Labajos-Manzanares, M. T., & Montero-Bancalero, F. J. (2019). The association between perceived health symptoms and academic stress in Spanish Higher Education students. *European journal of education and psychology*, 12(2), 109. <https://doi.org/10.30552/ejep.v12i2.277>
- Chen, X., Stanton, B., Gong, J., Fang, X., & Li, X. (2009). Personal Social Capital Scale: an instrument for health and behavioral research. *Health Education Research*, 24(2), 306–317. <https://doi.org/10.1093/her/cyn020>
- Chen, Xinguang, Gao, M., Xu, Y., Wang, Y., & Li, S. (2018). Associations between personal social capital and depressive symptoms: Evidence from a probability sample of urban residents in China. *The International Journal of Social Psychiatry*, 64(7), 668–678. <https://doi.org/10.1177/0020764018803123>
- Cobiellas Carballo, L. I., Anazco Hernández, A., & Góngora Gómez, O. (2020). Estrés académico y depresión mental en estudiantes de primer año de medicina. *Educación médica superior (Impresa)*, 34(2). <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2125>
- Crosswell, A. D., & Lockwood, K. G. (2020). Best practices for stress measurement: How to measure psychological stress in health research. *Health Psychology Open*, 7(2), 2055102920933072. <https://doi.org/10.1177/2055102920933072>
- Dewe, P. (2017). Demand, resources, and their relationship with coping: Developments, issues, and future directions. En *The Handbook of Stress and Health* (pp. 427–442). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118993811.ch26>
- Everton, S. (2018). Social network analysis: A brief introduction. En *Networks and religion: Ties that bind, loose, build-up, and tear down* (pp. 47–84). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108241748.003>
- Ferlander, S. (2007). The importance of different forms of social capital for health. *Acta Sociologica*, 50(2), 115–128. <https://doi.org/10.1177/0001699307077654>
- Fink, G. (2016). Stress, definitions, mechanisms, and effects outlined. En *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior* (pp. 3–11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800951-2.00001-7>
- Gannon, B., & Roberts, J. (2020). Social capital: exploring the theory and empirical divide. *Empirical Economics*, 58(3), 899–919. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1556-y>
- González Betanzos, F., Escoto Ponce de León, M. del C., & Chávez López, J. K. (Eds.). (2017).

Estadística aplicada en Psicología y Ciencias de la salud. El Manual Moderno, Editorial. <https://store.manualmoderno.com/gpd-estadistica-aplicada-en-psicologa-a-y-ciencias-de-la-salud-9786074486223-9786074486407.html>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de La Investigacion*. McGraw-Hill Education.

Holmgreen, L., Tirone, V., Gerhart, J., & Hobfoll, S. E. (2017). Conservation of resources theory: Resource caravans and passageways in health contexts. En *The Handbook of Stress and Health* (pp. 443–457). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118993811.ch27>

Jurado-Botina, L., Montero-Bolaños, C., Carlosama-Rodríguez, D., & Tabares-Díaz, Y. (2022). Estrés académico en estudiantes universitarios de Iberoamérica: una revisión sistemática. *Cuadernos hispanoamericanos de psicología*, 2021(2), 1–18. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/CHP/article/view/estres-academico-universitarios>

Kalaitzaki, A., Tsouvelas, G., & Koukouli, S. (2020). Social capital, social support and perceived stress in college students: The role of resilience and life satisfaction. *Stress and Health: Journal of the International Society for the Investigation of Stress*, smi.3008. <https://doi.org/10.1002/smi.3008>

Kawachi, I., & Berkman, L. F. (2014). Social Capital, Social Cohesion, and Health. En *Social Epidemiology* (pp. 290–319). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780195377903.003.0008>

Kim, S.-S., Chung, Y., Perry, M. J., Kawachi, I., & Subramanian, S. V. (2012). Association between interpersonal trust, reciprocity, and depression in South Korea: a prospective

analysis. *PloS One*, 7(1), e30602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030602>

Lazarus, R. S. (2001). Relational meaning and discrete emotions. En K. R. Scherer, A. Schorr, & T. Johnstone (Ed.), *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research* (pp. 37–67). Oxford University Press.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*. Springer Publishing.

Lin, N. (2001). Social capital: Capital captured through social relations. En *Social Capital: A Theory of Social Structure and Action* (pp. 19–28). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511815447.003>

Lisnyj, K. T., Pearl, D. L., McWhirter, J. E., & Papadopoulos, A. (2021). Targeting components of social capital on campus to alleviate Canadian post-secondary students' academic stress. *Current Psychology (New Brunswick, N.J.)*. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01376-5>

López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Análisis de tablas de contingencia. En P. López-Roldán & S. Fachelli (Eds.), *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa* (p. cap. III.6). Bellaterra. <https://ddd.uab.cat/record/131469>

Lozares, C. (1996). La teoría de redes sociales. *Papers*, 48, 103. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v48n0.1814>

Martinez Gonzalez, M. A., Sanchez Villegas, A., Toledo Atucha, E., & Fajardo, J. F. (Eds.). (2020). *Bioestadística Amigable* (4a ed.). Elsevier.

McEwen, B. S., & McEwen, C. A. (2015). Social, psychological, and physiological reactions to stress. En *Emerging Trends in the Social and*

- Behavioral Sciences* (pp. 1–15). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118900772.etrds0311>
- McHugh, M. L. (2013). The chi-square test of independence. *Biochemia Medica*, 23(2), 143–149. <https://doi.org/10.11613/bm.2013.018>
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2017). *Probabilidad y estadística para las ciencias sociales y de la salud* (J. A. V. Arellano, Trad.; 1a ed.). Cengage Learning Editores S.A. de C.V. <https://latam.cengage.com/libros/probabilidad-y-estadistica-para-las-ciencias-sociales-y-de-la-salud/>
- Mishra, S. (2020). Social networks, social capital, social support and academic success in higher education: A systematic review with a special focus on ‘underrepresented’ students. *Educational Research Review*, 29(100307), 100307. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100307>
- Montoya Vélez, L. P., Gutiérrez, J. A., & Toro Isaza, B. E. (2010). Depresión en estudiantes universitarios y su asociación con el estrés académico. *Ces medicina*, 24(1). <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/1011>
- Németh, L., & Bernáth, L. (2022). The mediating role of global and contingent self-esteem in the association between emerging adults’ perceptions of family cohesion and test anxiety. *Journal of Adult Development*, 29(3), 192–204. <https://doi.org/10.1007/s10804-022-09396-6>
- Pérez, C., & Carretero-Dios, H. (2005). Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *International journal of clinical and health psychology: IJCHP*, 5(3), 521–551. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33705307>
- Pérez-Tejada, H. E. (2008). *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud* (3a ed.). Cengage Learning Editores S.A. de C.V.
- Poortinga, W. (2012). Community resilience and health: The role of bonding, bridging, and linking aspects of social capital. *Health & Place*, 18(2), 286–295. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.09.017>
- Pozos-Radillo, E., Preciado-Serrano, L., Plascencia-Campos, A., Valdez-López, R., & Morales-Fernández, A. (2016). Psychophysiological manifestations associated with stress in students of a public university in Mexico: Psychophysiological manifestations associated with stress in students of a public university in Mexico. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing: Official Publication of the Association of Child and Adolescent Psychiatric Nurses, Inc*, 29(2), 79–84. <https://doi.org/10.1111/jcap.12142>
- Pulido Rull, M. A., Serrano Sánchez, M. L., Valdés Cano, E., Chávez Méndez, M. T., Hidalgo Montiel, P., & Vera García, F. (2011). Estrés académico en estudiantes universitarios. *Psicología y Salud*, 21(1), 31–37. <https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/584>
- Putnam, R. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.
- Ruiz Camacho, C., & Barraza-Macias, A. (2020). *Validación del inventario SISCO SV-21 en estudiantes universitarios españoles*. Centro de Estudios Clínica e Investigación Psicoanalítica S.C. <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/SISCO.pdf>

- Serveleon Quincho, F., Rodríguez Galán, D. B., Farfán Pimentel, F.P., Huayta Franco, Y. J., Arenas, R. D., Crispín, R. L., & Reynosa Navarro, E. (2021) Academic stress in university students: Systematic Review. *Elementary Education Online*, 20(5), 3224-3224. <https://www.ilkogretim-online.org/fulltext/218-1616323712.pdf>
- Sheldon, E., Simmonds-Buckley, M., Bone, C., Mascarenhas, T., Chan, N., Wincott, M., Gleeson, H., Sow, K., Hind, D., & Barkham, M. (2021). Prevalence and risk factors for mental health problems in university undergraduate students: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 287, 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.03.054>
- Sotaquirá, L., Backhaus, I., Sotaquirá, P., Pinilla-Roncancio, M., González-Uribe, C., Bernal, R., Galeano, J. J., Mejia, N., La Torre, G., Trujillo-Maza, E. M., Suárez, D. E., Duperly, J., & Ramirez Varela, A. (2022). Social capital and lifestyle impacts on mental health in university students in Colombia: An observational study. *Frontiers in Public Health*, 10, 840292. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.840292>
- Suárez-Montes, N., & Díaz-Subieta, L. B. (2015). Estrés académico, deserción y estrategias de retención de estudiantes en la educación superior. *Revista de salud publica (Bogota, Colombia)*, 17(2), 300–313. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n2.52891>
- Szreter, S., & Woolcock, M. (2004). Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health. *International Journal of Epidemiology*, 33(4), 650–667. <https://doi.org/10.1093/ije/dyh013>
- Thoits, P. A. (1985). Social support and psychological well-being: Theoretical possibilities. En *Social Support: Theory, Research and Applications* (pp. 51–72). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5115-0_4
- Triola, M. F. (2018). *Estadística* (12a ed.). Pearson.
- van der Horst, M., & Coffé, H. (2012). How friendship network characteristics influence subjective well-being. *Social Indicators Research*, 107(3), 509–529. <https://doi.org/10.1007/s11205-011-9861-2>
- Wade-Bohleber, L. M., Duss, C., Cramer, A., & von Wyl, A. (2020). Associations of social and psychological resources with different facets of chronic stress: A study with employed and unemployed adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5032. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145032>
- Wang, P., Chen, X., Gong, J., & Jacques-Tiura, A. J. (2014). Reliability and validity of the personal social capital scale 16 and personal social capital scale 8: Two short instruments for survey studies. *Social Indicators Research*, 119(2), 1133–1148. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0540-3>
- Yoo, C. (2016). Longitudinal relationship between academic stress and bonding social capital: Risk and protective roles of ‘bonding social capital and academic stress’ according to specific situations in south Korean adolescents. *Child indicators research*, 11(1), 245–261. <https://doi.org/10.1007/s12187-016-9433-8>
- Yoo, C. (2018). *Academic Stress and Mental Health among Adolescents: Applying a Multi-Dimensional Stress Coping Model* [Tesis Doctoral, Seoul National University]. <https://hdl.handle.net/10371/1408>

ANEXO 1

Constructos e indicadores

Constructo	Indicador	Texto del indicador
Capital social vinculante		
C-CSV	Ítem 3	¿En cuántos de tus compañeros puedes confiar?
	Ítem 4	¿En cuántos de tus parientes puedes confiar?
P-CSV	Ítem 5	¿Cuántos de tus parientes, vecinos, amigos, compañeros de trabajo y/o clases tienen gran cantidad de vínculos/influencia con otras personas?
	Ítem 6	¿Cuántos de tus familiares cercanos, parientes, vecinos, amigos, compañeros de trabajo y antiguos compañeros de estudio trabajan como profesionales?
R-CSV	Ítem 7	¿Cuántos de tus compañeros de trabajo te ayudarían cuando tú lo pidieras?
	Ítem 8	¿Cuántos de sus amigos te ayudarían cuando tú lo pidieras?
T-CSV	Ítem 1	¿Cuántos amigos tienes?
	Ítem 2	¿Cuántos paisanos/antiguos compañeros tienes?
Síntomas psicológicos		
	SinP18	Inquietud (incapacidad de relajarse y estar tranquilo)
	SinP19	Sentimientos de depresión y tristeza (decaído)
	SinP20	Ansiedad, angustia o desesperación
	SinP21	Problemas de concentración

Nota. T-CSV = tamaño de la red; C-CSV = confianza; P-CSV = propiedad de los recursos; R-CSV = reciprocidad.

ANEXO 2

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Constructo	Valor p
Capital social vinculante	0.000
C-CSV	<0,0001
P-CSV	<0,0001
R-CSV	<0,0001
T-CSV	<0,0001
Síntomas psicológicos	0.030
SinP18	<0,0001
SinP19	<0,0001
SinP20	<0,0001
SinP21	<0,0001

Nota. T-CSV = tamaño de la red; C-CSV = confianza; P-CSV = propiedad de los recursos; R-CSV = reciprocidad.

TECNOLÓGICA

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.711>

BIOFILIA: LA NATURALEZA COMO FACTOR DE TENDENCIA EN EL DISEÑO DE UNA VIVIENDA

BIOPHILIA: NATURE AS A TREND FACTOR IN THE DESIGN OF A HOME

Gareca Apaza Mireya Lauren
Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca
Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat
Centro de Estudios de Posgrado e investigación CEPI U.S.F.X.

Recibido 25-7-22, aceptado-26-10-22

RESUMEN

Antecedentes: Los estudios en este tema señalan que la biofilia es un elemento importante para mejorar la calidad del hábitat de los seres humanos. Por consiguiente, la pandemia ocasionada por el COVID-19 ha generado una mayor valoración de los espacios que habitamos, principalmente de los espacios conectados con la naturaleza.

Objetivo: Proponer estrategias de diseño biofílico que contribuyan al mejoramiento de las condiciones ambientales y espaciales de las viviendas, en correspondencia con los factores de diseño arquitectónicos más relevantes identificados por sus ocupantes.

Material y métodos: Esta investigación utilizó un enfoque cuali-cuantitativo, desde el paradigma interpretativo, se aplicó el método análisis documental y el comparativo. Entre las técnicas se utilizó la encuesta y entrevista, la población encuestada fue de 100 personas y 60 arquitectos, se realizó un muestreo no probabilístico para el primer caso y por conveniencia en el segundo caso.

Resultados y discusión: Los resultados de las encuestas realizadas a los ocupantes nos

muestran que sólo un 13% de viviendas unifamiliares de la ciudad de Sucre presentan espacios con vegetación, un 24% carece de iluminación natural y 8% de ventilación natural. Así mismo, el reglamento local de edificación no contribuye con la presencia de elementos naturales en los espacios libres destinados para este fin, debido a su falta de claridad sobre el tipo de ocupación.

Conclusiones: Un diseño arquitectónico que no contemple aspectos como: espacios abiertos ajardinados, iluminación natural y ventilación, afectará la calidad del hábitat en términos ambientales y sensoriales, así como en la salud de los ocupantes.

PALABRAS CLAVE

Biofilia, calidad del hábitat, áreas verdes, jardín, vivienda, vegetación.

ABSTRACT

Background: Studies on this topic show that biophilia is considered as an important element to improve the quality of human habitat. Consequently, the pandemic caused by COVID-19 has generated a greater appreciation

of the spaces we inhabit, mainly those spaces connected to nature.

Objective: To propose biophilic design strategies that contribute to the improvement of the environmental and spatial conditions of dwellings, in accordance with the most relevant architectural design factors identified by their occupants.

Material and methods: This research applied a qualitative and quantitative approach, from the interpretive paradigm. It also applied the documentary and comparative analysis method. As techniques, the survey and interview were used. The population surveyed consisted of 100 people and 60 professionals in architecture. Besides, it conducted a non-probabilistic sampling for the first case and for convenience for the second case.

Results and discussion: The results obtained by surveys conducted on the occupants show us that only 13% of single-family homes have spaces with vegetation in the city of Sucre, 24% of them lack natural lighting and 8% lack natural ventilation. Likewise, the local building regulations do not contribute to the presence of natural elements in the free spaces given for this purpose, due to their lack of clarity about the type of occupation.

Conclusions: An architectural design that does not include aspects such as: landscaped open spaces, natural lighting and ventilation, will affect the quality of habitat in both environmental and sensory terms, as well as in the occupants' health.

KEYWORDS

Biophilia, habitat quality, green areas, garden, housing, vegetation.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial no parece importante pensar en la naturaleza como un elemento fundamental para un hábitat con calidad, porque gran parte de las visiones pretenden que la naturaleza sea infinita y sin consecuencias, pero esta forma de pensar ha traído consigo desastres medioambientales difíciles de superar por el hombre. Como resultado de esta problemática a nivel mundial, surgieron diversas teorías que intentan disipar estos problemas, entre ellas está la biofilia que se fundamenta en la perspectiva de Erich Fromm, quien fue el primero en usar el término biofilia desde el ámbito de la psicología, afirmó que si el ser humano quiere sobrevivir, debe tener una actitud productiva, creativa y cuidadosa con el medio ambiente (Fromm, 1966) citado por (Cabrera, 2017).

Sin embargo, fue el biólogo Wilson (1984), quien afirmó que el ser humano está conectado con la naturaleza, su teoría sostiene que el contacto con el medio ambiente natural es fundamental para el desarrollo psicosocial de los seres humanos. También afirmó que gran parte de las dolencias de los seres humanos se deben a desconexión con el medio natural, es decir, que la falta de exposición a nuestro verdadero hábitat puede deteriorar el cuerpo (Martínez, 2020).

Por otro lado, (Kellert, Heerwagen, & Mador, 2011) afirman que existe una conexión con base genética entre el ser humano y el bioambiente. Desde la perspectiva biofilica, el diseño presenta una nueva visión, centrada no sólo en dotar de confort y enriquecer el espacio, sino de conectar nuevamente al ser humano con la naturaleza de diversas formas, sean estas naturales o construidas, creando espacios más productivos y eficaces, en suma hábitats más saludables en el que se contemple la vida de otros seres vivos (Orellana, López, Maldonado, & Vanegas, 2017).

De esta manera, la biofilia propone no sólo patrones de diseño, sino estrategias y elementos de diseño que permiten acercar al ser humano con la naturaleza, de tal forma que el ser humano y naturaleza puedan conectarse nuevamente de forma simbiótica, porque la historia de desastres naturales a través del tiempo nos demuestra que el planeta es capaz de subsistir a estas catástrofes como es el caso Chernóbil, donde la naturaleza en su conjunto ha tenido la capacidad de regenerarse a diferencia de los seres humanos que aún no pueden habitar este lugar.

Otros estudios señalan, que uno de los beneficios de la aplicación de la biofilia en el diseño es la generación de nuevas células neuronales, diseños que permiten la relajación y disfrute, permiten que el cerebro genere más oxitocina y serotonina mejorando el ánimo y la forma de pensar de sus habitantes, (Orellana, López, Maldonado, & Vanegas, 2017).

Por tanto, el propósito de la aplicación de la biofilia en un espacio interior residencial, es conectar a sus ocupantes con la naturaleza, mediante estrategias de diseño sustentadas en los patrones biofílicos que se integren al espacio construido, mediante la incorporación de elementos de la naturaleza y contribuir con la salud, el bienestar y confort ambiental.

BIOFILIA

Fue Erich Fromm, el primero en usar el término biofilia desde el ámbito de la psicología, afirmó que si el ser humano quiere sobrevivir, debe tener una actitud productiva, creativa y cuidadosa con el medio ambiente, usó este término en contraposición al de necrofilia que es el amor a la muerte (Fromm, 1966) citado por (Cabrera, 2017). Sin embargo, la teoría de la biofilia fue desarrollada por primera vez por Wilson (1984), que sostiene que los seres

humanos buscan de forma inconsciente un contacto con la naturaleza, buscando además espacios donde se sientan seguros y les brinden confort, de esta manera sugiere que las personas prefieren los ambientes abiertos, claros y bien ventilados en comparación a los ambientes cerrados, con mala iluminación y poca ventilación y con escasa interacción con elementos naturales. Esta teoría sostiene que el contacto con el medio ambiente natural es importante para el desarrollo psicosocial humano, similar a la relación entre seres humanos, (Orellana, López, Maldonado, & Vanegas, 2017). De esta manera, la biofilia busca tener un contacto con la naturaleza de forma inconsciente lo que a su vez le otorga bienestar psicosocial principalmente.

DISEÑO BIOFÍLICO

Es aquel que incluye elementos vegetales en el diseño y la construcción arquitectónica, que tiene por objetivo contribuir con aspectos estético, sociales y de salud, por tanto el diseño biofílico constituye un aporte esencial en la arquitectura porque aporta en la reducción del estrés, generando un impacto en la salud mental y física así como en la creatividad. Otro de los aportes se encuentra en el rendimiento social y productivo de las personas que favorece el bienestar psicológico, gracias a esto los sujetos se sienten más cómodos, satisfechos y relajados, que se refleja en el estado de ánimo positivo. Es decir, entonces que el diseño biofílico genera un goce estético y de bienestar en los ambientes, (Martínez, 2020).

Según Orellana, López, Maldonado, & Vanegas, (2017), la incorporación de elementos como aire fresco, la luz natural, el agua y elementos como vegetación y plantas, así como conexiones visuales y físicas con la naturaleza, en el diseño se denomina diseño biofílico, es

decir, la fusión de la arquitectura con conceptos de la naturaleza.

PATRONES DE DISEÑO BIOFÍLICO

El propósito de los patrones de diseño biofílico es de orientar durante el proceso de diseño, de esta manera se pretende articular las características de los entornos construidos y naturales, por tanto es un componente esencial de la calidad ambiental, que considera el uso adecuado de los materiales, el aire, el agua y

los suelos para contribuir con el bienestar de los seres humanos, estos patrones se agrupan en:

A. Naturaleza en el espacio: se refiere a la presencia directa, física y efímera de la naturaleza en un espacio o lugar, es decir, uso de plantas vivas, agua y animales, así como brisas, sonidos, aromas y otros elementos naturales, (Browning, Ryan, & Clancy, 2014).

Tabla 1. Naturaleza en el espacio

Nº	PATRÓN	CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
1	Conexión visual con la naturaleza	Un vistazo a elementos de la naturaleza, sistemas vivos y procesos naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Baja la presión sanguínea y el ritmo cardíaco. - Mejora el compromiso y la atención mental. - Impacta positivamente la actitud y la felicidad en general.
2	Conexión no-visual con la naturaleza	Estímulos auditivos, táctiles, olfatorios o gustativos que generan una referencia deliberada y positiva a la naturaleza, sistemas vivos o procesos naturales.	<ul style="list-style-type: none"> - Baja la presión sanguínea sistólica y las hormonas del estrés. - Impacta positivamente el desempeño cognitivo. - Se perciben mejoras en la salud mental y la tranquilidad.
3	Estímulos sensoriales no rítmicos	Las conexiones aleatorias y efímeras con la naturaleza pueden ser analizadas estadísticamente pero no pueden ser pronosticadas con precisión.	<ul style="list-style-type: none"> - Impacta positivamente el ritmo cardíaco, la presión sanguínea sistólica y la actividad del sistema nervioso simpático. - Se mide el comportamiento mediante la observación y - cuantificación de la atención y exploración.
4	Variaciones térmicas y de corrientes de aire	Cambios sutiles en la temperatura del aire, humedad relativa, una corriente de aire que se percibe en la piel y temperaturas superficiales que imitan entornos naturales.	<ul style="list-style-type: none"> - Impacta positivamente el confort, bienestar y productividad. - Impacto positivo en la concentración. - Mejora la percepción de placer temporal y espacial (aliestesia).

5	Presencia de agua	Una condición que mejora cómo experimentamos un lugar al ver, oír o tocar agua.	<ul style="list-style-type: none"> – Reduce el estrés, aumenta los sentimientos de tranquilidad, reduce el ritmo cardiaco y la presión sanguínea. – Mejora la concentración y restaura la memoria. – Mejora la percepción y la respuesta psicológica. – Se observan preferencias y respuestas emocionales positivas.
6	Luz dinámica y difusa	Aprovecha la variación de la intensidad de la luz y la sombra que cambia con el tiempo y recrea condiciones que suceden en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> – Impacta positivamente el funcionamiento del sistema circadiano. – Aumenta el confort visual.
7	Conexión con sistemas naturales	Conciencia de los procesos naturales, especialmente los estacionales y los temporales que son característicos de un ecosistema saludable.	<ul style="list-style-type: none"> – Mejora las respuestas positivas de la salud; acentúa la percepción del entorno.

Fuente: Adaptada de “14 patrones de diseño biofílico” por Browning , W.D.; Ryan, C.O.; Clancy, J.O., (2014).

Analogías naturales: se manifiesta mediante representaciones orgánicas de la naturaleza, es decir, objetos, materiales, colores, formas, secuencias y patrones presentes en la naturaleza, representadas como arte, ornamentación, mobiliario, decoración y textiles para el entorno construido, (Browning, Ryan, & Clancy, 2014).

Tabla 2. Analogías naturales

Nº	PATRÓN	CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
1	Patrones de analogías naturales. Formas y patrones biomórficos.	Referencias simbólicas de contornos, patrones, texturas o sistemas numéricos presentes en la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> – Se observan preferencias visuales.
2	Conexión de los materiales con la naturaleza	Materiales y elementos de la naturaleza que, con un procesamiento mínimo, reflejan la ecología y geología local y crean un sentido distintivo de lugar.	<ul style="list-style-type: none"> – Disminuye la presión sanguínea diastólica. – Mejora el desempeño creativo. – Mejora el confort.
3	Complejidad y orden. Patrones de la naturaleza del espacio.	Rica información sensorial que responde a una jerarquía espacial similar a la de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> – Impacta positivamente las respuestas perceptuales y fisiológicas al estrés. – Se observan preferencias visuales.

Fuente: Adaptada de “14 patrones de diseño biofílico” por Browning , W.D.; Ryan, C.O.; Clancy, J.O., (2014).

La naturaleza del espacio: se refiere al contacto con el entorno inmediato en una búsqueda de integrar la naturaleza en el espacio con analogías naturales que provoquen

y generen misterio, sensación de peligro y refugio, (Browning , Ryan, & Clancy, 2014).

Tabla 3. Naturaleza del espacio

Nº	Patrón	Características	Beneficios
1	Panorama	Una vista abierta a la distancia para vigilancia y planificación.	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce el estrés. - Reduce el aburrimiento, irritabilidad y fatiga Mejora el confort y la percepción de seguridad.
2	Refugio	Un lugar para retirarse de las condiciones del entorno o del flujo diario de actividades donde la persona encuentra protección para su espalda y sobre su cabeza.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la concentración, atención y percepción de seguridad.
3	Misterio	La promesa de más información. Se logra mediante vistas parcialmente obscurecidas u otros dispositivos sensoriales para atraer a la persona a sumergirse más profundamente en el entorno.	<ul style="list-style-type: none"> - Induce a una fuerte respuesta al placer.
4	Riesgo/ Peligro	Una amenaza identificable aunada a un resguardo confiable.	<ul style="list-style-type: none"> - Genera fuertes respuestas de dopamina y placer.

Fuente: Adaptada de “14 patrones de diseño biofílico” por Browning , W.D.; Ryan, C.O.; Clancy, J.O., (2014).

VIVIENDA SALUDABLE

La Organización Mundial de la Salud sostiene que el espacio vital debe ser adecuado para poder reducir al mínimo las tensiones psicológicas y sociales, así mismo establece que deben existir lazos familiares con la comunidad y servicios apropiados de seguridad, emergencias, educación, sanitarios, sociales y culturales.

Según la “Asociación Americana de Salud Pública” (A.P.H.A), organismo que cuenta con un equipo multidisciplinario de expertos que tratan el tema de la vivienda, sostienen que la calidad de vivienda está determinada por una serie de condicionamientos de tipo fisiológico, psicológico protección contra accidentes, espacio mínimo habitable y protección contra

la transmisión de enfermedades o contagios, de acuerdo a esto se establecieron los siguientes puntajes, (Tapia , 2003):

- Satisfacción necesidades fisiológicas: 35 puntos
- Satisfacción necesidades psicológicas: 35 puntos
- Protección contra accidentes: 30 puntos
- Espacio mínimo habitable: 40 puntos
- Protección contra transmisión de enfermedades: 60 puntos

PRINCIPIOS HIGIENE DE VIVIENDA SEGÚN LA OMS

La reducción de los factores de estrés y sociales contribuye al desarrollo social y psicológico de las personas, se conoce que en las ciudades la situación habitacional puede ser desfavorable en relación a la buena salud mental, que relacione el concepto del hogar como refugio y con las funciones socioculturales del espacio, porque el hacinamiento, el ruido excesivo, el temor a la delincuencia, la fealdad del entorno se manifiesta en estrés psicológico, (Organización Mundial de la Salud, 1990).

A partir de esto, la OMS (1990) sostiene que para reducir al mínimo estos factores negativos las viviendas deben considerar para contribuir a la salud mental:

- Contar con suficiente espacio habitable, bien ventilado y alumbrado, modestamente amueblado y equipado, con un grado razonable de privacidad y comodidad.
- Proporcionar espacios para el juego, deportes y actividades recreativas con un mínimo traumatismo e infección.
- Estar ubicadas de manera que se reduzca la exposición al ruido, haya vegetación en las proximidades.
- Ser fáciles de mantener limpias y ordenadas.

IMPACTOS DE LA VIVIENDA EN LA SALUD

Las condiciones de la vivienda impactan en la salud de los habitantes, generando diversos tipos de afecciones, entre las que más se destacan están, (Tapia , 2003):

- **Ventilación:** la contaminación del aire interior por cocinas mal ventiladas y cigarros que contribuyen a infecciones respiratorias

como bronquitis y neumonía, particularmente en población infantil, incrementando también el riesgo de cáncer, así como la zoonosis de los animales domésticos que habitan el mismo ambiente de las personas sin posibilidades de espacios abiertos, es decir que el hacinamiento y la falta de ventilación dispersa enfermedades virales.

- **Materiales tóxicos:** algunos materiales en la construcción provocan enfermedades como asma y dermatitis causada por efectos alérgicos, otros como el formaldehído, que resulta un cancerígeno proveniente de los muebles de madera prensada, las fibras vítreas y el asbesto que se asocian a la inflamación pulmonar y fibrosis, el benceno, consecuencia posible del hábito de fumar, señalado como hepatotóxico, el plomo de cañerías, pinturas, cancerígeno que afecta fundamentalmente el sistema nervioso, todos estos compuestos orgánicos volátiles se relacionan con el síndrome del edificio enfermo mediante el lagrimeo, irritación de la piel y las mucosas, síntomas neurológicos, afectación del gusto y el olfato.

- **Humedad:** es el principal factor que genera un crecimiento microbiano en la vivienda a través de las superficies, generando la presencia de hongos.

- **Contaminantes externos:** la infiltración del aire exterior en la vivienda importa contaminantes químicos como el monóxido de carbono productor de hipoxia, el dióxido de azufre, ozono, óxidos de nitrógeno, polvo, provenientes del tránsito automotor afectando la función respiratoria.

También es importante destacar que los grupos más vulnerables son los niños, ancianos y personas con capacidades especiales, así como las amas de casa que se exponen tiempo a los

factores de riesgo de la vivienda debido a su grado de permanencia. En general, todos los aspectos citados contribuyen con la aparición de enfermedades ligadas con deficiencias de la vivienda, de esta manera el inadecuado uso de

algunos materiales usados en los pisos, paredes, techos, y la falta de ventilación, de servicios de saneamiento y de barreras protectoras contra insectos y roedores, (Tapia , 2003).

Tabla 4. Enfermedades y causas en la vivienda

ENFERME- DADES	INFECCIONES			ALÉRGENOS				IRRITANTES Y TOXINAS	
	Virus	Bacte- rias	Hongos	Hongos	Polen	Ácaros y otros artrópodos	Otros	Endotoxinas	Micotoxinas
Asma	X	X	X	X	X	X	X	?	?
Neumonía	X	X	X						
Alveolitis		X	?	X		X	X	?	?
Fiebre del dehu- mificador		X	?	X			?		
Aspergillosis				X	X				
Rinitis	X	X		X	X	X	X	X	?
EDAS	X	X						X	X
Dermatitis				X	X	X	X		
Micotoxicosis									X

Fuente: Lippman, M. 1992 citado por Tapia, 2003.

LA VIVIENDA EN SUCRE

La ciudad de Sucre presenta una imagen heterogénea, con excepción del área patrimonial. Un referente importante por sus características de conjunto arquitectónico es el Centro Histórico que contiene diferentes inmuebles de preservación, de acuerdo a catalogación realizada por la oficina de Patrimonio Histórico, (Toro, 2015).

Sin embargo, fuera del centro histórico, la arquitectura presenta diferentes características y estilos, se mantiene en general la tendencia a ocupar la mayor superficie posible del terreno con área construida donde en general no existen

retiros hacia el espacio público, en general se observa que el área verde no existe, además de que presenta una imagen heterogénea donde se observa una fuerte presencia de viviendas inacabadas donde el ladrillo es el material más visible.

Según el Arq. Aníbarro, W. (2021), las construcciones clandestinas avanzan sin considerar las normas y la planificación que se hace como alcaldía, es muy frecuente que cuando se realizan las regularizaciones las viviendas ya están construidas, ocupando la construcción espacios mayores al 60%, en algunos casos se ha observado que no dejan nada y cubren toda la superficie.

La norma local establece lo siguiente:

Tabla 5. Normas de edificación para viviendas

TIPO	CARACTERÍSTICAS	NORMAS DE EDIFICACIÓN
1. Residencial Predominante de densidad alta (RPa)	Viviendas multifamiliares de densidad alta y a una restringida variedad de usos complementarios.	Superficie Máxima de Ubicación (SMU)= 60% Superficie Máxima de Construcción (SMC)= 250% Altura máxima de fachada (AMF)= 12m Altura planta baja (APB)=3,5m Fachada mínima de lote (FML)=15m Superficie máxima de lote (SML)=450m ²
2. Residencial Predominante De Densidad baja (RPB)	Viviendas unifamiliares y a una restringida variedad de usos complementarios de las mismas.	SMU= 60% SMC= 100% AMF= 7m APB= 3m FML= 10m SML= 200m ²
3. Residencial Predominante De Densidad media (RPM)	Viviendas multifamiliares y unifamiliares de densidad media y a una restringida variedad de usos complementarios.	SMU= 60% SMC= 150% AMF= 10m APB= 3m FML= 12m SML= 300m ²
4. Residencial exclusiva de densidad alta (REA)	Destinada a la localización de vivienda como uso predominante o exclusivo.	SMU= 60% SMC= 100% AMF= 7m APB= 3m FML= 10m SML= 200m ²
5. Zona residencial exclusiva de densidad media (REM)	Viviendas multifamiliares y unifamiliares y hostería.	SMU= 60% SMC=150% AMF= 10m APB= 3,5m FML= 12m SML= 300m ²

6. Zona residencial exclusiva de densidad baja (REb)	Viviendas multifamiliares y unifamiliares de densidad baja	SMU: 60% SMC: 100% AMF= 7m APB= 3m FML= 15m SML= 450m ²
--	--	---

Fuente: Adaptado del Plan de Habilitación y Ordenamiento de Zonas de Expansión Urbana de Sucre (Phozeus), 2021.

Superficie máxima de ubicación (SMU): Es la relación entre la proyección del edificio sobre el terreno y la superficie de la parcela. Dicha

superficie queda definida por la proyección sobre el terreno del perímetro de las superficies cubiertas y semicubiertas del edificio.



Figura 1. Superficie Máxima de Ubicación (SMU)

Fuente: Padilla Osman, 2020. Taller virtual desarrollo de proyectos de arquitectura bajo la norma del G.A.M.S.

De manera general, en diferentes zonas se presenta una tendencia de construcciones en altura, especialmente multifamiliares, como respuesta a las necesidades de la población y al encarecimiento del precio de terrenos y de la construcción en la ciudad, sin contemplar además las viviendas del entorno que quedan sin asoleamiento debido a edificios que carecen de superficies libres que dejen un espacio de transición, lo que va en desmedro de las edificaciones más pequeñas, un sector donde presenta mayor concentración de este tipo de edificaciones es el Barrio Petrolero.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó bajo el paradigma interpretativo, bajo un enfoque cuali-cuantitativo, posibilitando un estudio de tipo social interpretativo con el apoyo de resultados estadísticos. Se utilizó principalmente los métodos de análisis documental, analítico y de modelación. Se realizó encuestas a miembros del colegio de arquitectos de la ciudad de Sucre, en un total de 60, para conocer su percepción sobre la normativa actual. De la misma forma, se realizó una entrevista a personal de la Dirección

de Reordenamiento Territorial para conocer los criterios sobre el reglamento de edificación y su relación con la problemática de confort ambiental de los usuarios. Los instrumentos utilizados fueron boletas de entrevista y cuestionario. Por otro lado, para la encuesta a la población se tomó una muestra por conveniencia que llegó a los 100 encuestados, personas mayores de edad que habitan viviendas unifamiliares, mediante formulario en línea de Google.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las entrevistas realizadas a autoridades institucionales estas afirman que la normativa que se aplica en las líneas municipales, por ejemplo de 60% de construcción y 40% de área libre los propietarios puede proponer patios o jardines a libre elección. Señalan que el problema está asociado además con la falta de ética de algunas personas que hacen de arquitectos y diseñan sin tomar en cuenta criterios de habitabilidad e incumpliendo la normativa de superficie reglamentada.

Tomando en cuenta estos datos, es importante considerar la presencia de vegetación, las autoridades entrevistadas señalan su importancia tomando como referente el cambio climático y los beneficios que estos brindan a los habitantes según la OMS. Sobre este punto


el 46,9% de los arquitectos encuestados, están de acuerdo en que debería destinarse parte de la superficie libre a jardines y no a patios secos.

También señalan que, se puede evaluar a partir de tres aspectos: materiales utilizados, proceso y diseño. Respecto al proceso de ejecución de las nuevas construcciones y su cumplimiento del reglamento, estas están condicionadas por el factor económico, razón por la cual, varias construcciones superan las superficie de ubicación del proyecto – superficie construida – a causa de obtener una mayor rentabilidad del espacio ocupado, dejando de lado la calidad espacial entre otros factores que dan como resultado, ambientes oscuros, sin jardines o patios, ambientes mal iluminados o con mala ventilación y otros.

Sin embargo, esta situación ha quedado en evidencia gracias a la pandemia, que ha permitido a los habitantes reflexionar sobre este aspecto, debido a que las personas han tenido una mayor permanencia en las viviendas, generando una mayor valoración de los aspectos antes mencionados.

A continuación, se presenta dos cuadros que resumen los resultados obtenidos en las encuestas y entrevistas, realizadas a los propietarios de viviendas unifamiliares.

Tabla 6. Diagnóstico sobre la presencia de elementos biofílicos en viviendas de la ciudad de Sucre.

ELEMENTOS DIAGNÓSTICO BIOFÍLICOS	
Luz natural	 <p>El 24% de las personas reportó que carecía de iluminación natural y el 16% indicó que tenía problemas de humedad, aspecto que también está relacionado con la problemática actual de las construcciones clandestinas que no consideran criterios básicos de habitabilidad y no cumplen con la normativa vigente.</p>






Ventilación natural		El 8% reportó que tenían una mala ventilación, esta pregunta está relacionada con los problemas en salud que reportan tener las personas, como dolor de cabeza 46%, alergias 26% entre otras, además el 46% afirmó que la calidad de aire era mejor fuera de sus viviendas aspecto que es parte de la problemática de las normas locales.
Agua como elemento decorativo (fuentes o similares)		Este elemento es considerado como importante, obteniendo una valoración del 77%, las personas consideran que debe estar presente en las viviendas o en parques cercanos a sus viviendas.
Vegetación		Sólo el 13% indica que sus viviendas presentan vegetación arbórea y arbustiva. Sobre este punto, un 98% de los habitantes está de acuerdo en que debería destinarse parte de la superficie libre a jardines.
Fauna		Este aspecto es relevante por la cadena trófica que es capaz de promover un jardín, y el contacto con la naturaleza que promueve la biofilia no se limita sólo la vegetación, de esta manera un 48% de los encuestados indicaron que era importante contribuir con este aspecto mediante la presencia de jardines con árboles y arbustos.
Presencia de elementos naturales en el entorno y dentro de la vivienda		La presencia de parques barriales o zonales son considerados importantes en un 77%, este aspecto además está ligado a la problemática de los loteamientos que fragmentan los espacios verdes, que al final no se consolidan por diversos factores y la población que carece de viviendas con patios o jardines no tiene un espacio de disfrute de un entorno natural.

Tabla 7. Diagnóstico sobre aspectos que cohiben la presencia de elementos biofilicos en las viviendas unifamiliares de la ciudad de Sucre

ASPECTOS ANALIZADOS	DIAGNÓSTICO
Reglamento PHOZEUS y sanciones	Se confirma que la libertad de uso del espacio libre del actual reglamento restringe la posibilidad de que las viviendas unifamiliares cuenten con jardines que presenten vegetación arbórea y arbustiva.

Problemas psicosociales y de salud generados por espacios mal proyectados

Los resultados de las encuestas realizados a los habitantes de viviendas unifamiliares, muestran los problemas derivados de la ausencia de aplicación de criterios básicos de habitabilidad, que a su vez tienen como consecuencia problemas en la salud. De la misma manera, la falta de actualización de un reglamento que corresponde al año 2000 no visibiliza la importancia de fundamentar la presencia de elementos básicos para una vivienda contribuya al desarrollo social y psicológico como lo afirma la OMS para viviendas que brindan calidad e higiene.

Ética profesional y valor de vivienda como mercancía

Los factores analizados muestran una realidad en relación a la calidad de las viviendas unifamiliares, por otro lado las autoridades afirman que muchos proyectos se ejecutan infringiendo varias normas y por personas que no son profesionales calificados, eliminado el valor de la vivienda como espacio habitable y saludable por otro valor mercantilístico.

ESTRATEGIAS BIOFÍLICAS PARA VIVIENDAS

En consonancia a los resultados, a continuación se plantean estrategias aplicables a viviendas unifamiliares. Las siguientes estrategias, tienen por objetivo, servir de lineamientos básicos no sólo para mejorar la normativa actual en

relación a los usos de los espacios libres en las viviendas, sino también plantea la presencia de elementos naturales y criterios básicos de diseño para mejorar el confort térmico, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas unifamiliares y de esta forma contribuir con la calidad espacial.

CONEXIÓN CON UN ENTORNO NATURAL	
1	<p>Proveer de un entorno que ayude a trasladar la atención en un espacio que tenga una gran masa arbórea, fuentes y presencia de aves e insectos que permitan no sólo un desestrés mental, sino físico que permita el paseo y la actividad de contemplación. Las recomendaciones internacionales indican que no debería estar a más de 200m o a 15 minutos caminando apoyado por los parámetros que plantea el Arq. Moreno para la Ciudad de 15 minutos de Paris, además se debe contemplar una superficie de por lo menos 10000m2 destinado a parques o similares, mientras más grande y mayor diversidad presenten estos espacios serán más eficaces en contacto con los seres humanos.</p>

EJEMPLO



High Park - Canadá.

Fuente: La Portada Canadá por Alquire, C. 2018.

PARQUES SOSTENIBLES CON PRESENCIA DE:

- Fuentes, estanques, lagos artificiales, etc.
- Vegetación, arbórea, arbustiva y floral, preferentemente nativas.
- Animales, insectos, etc.
- Césped en zonas que sirvan de alfombra.
- Presencia de senderos y mobiliario.

CONEXIÓN CON LA NATURALEZA EN LA VIVIENDA

2

Ofrecer un entorno natural dentro de la vivienda, para esto será importante aprovechar tanto las terrazas como la superficie libre que corresponde generalmente al 40% del total de la vivienda, destinando los espacios necesarios para el garaje y espacios que precisen de un patio seco, con el objetivo de priorizar jardines que motiven la presencia de elementos naturales, como la presencia de por lo menos un árbol, especies arbóreas y florales, con la posibilidad de una fuente o similares, que permitan la generación de un micro ecosistemas, que contribuyan a reducir el cansancio físico y mental.



Balcón con presencia de jardines verticales y huerto en terraza.
Fuente: Elaboración propia, 2021.

EJEMPLOS



Plantas polinizadoras
Fuente: Amazon, 2021.



Plantas purificadoras de interior.
Fuente: Tierra fértil.com, 2021.



Jardín en patio que propicie la presencia de plantas nativas y resistentes al estrés hídrico.

Fuente: ESPACIOHOGAR.COM por Blank, 2020

JARDINES EN TERRAZAS O PATIOS CON PRESENCIA DE:

- Árbol, hierbas y flores aromáticas, de preferencias nativas, polinizadoras, aromáticas, purificadoras y medicinales y comestibles.
- Agua fluyendo en fuentes o similares.
- Materiales de revestimiento como: piedra, madera y otros.
- Fogón.
- Muebles de descanso hechos de materiales naturales.
- Bandejas de horticultura.
- Presencia de mascotas o animales domesticados.

VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN NATURAL

3

Ofrecer un adecuado confort térmico a través de un adecuado diseño que permita corrientes de aire (ambientales y superficiales) y la entrada iluminación natural que pueda ser controlado por los habitantes, (ej., manual, digital o de relocalización física), mediante vanos (puertas, ventanas, claraboyas) y sistemas de control de iluminación y ventilación para contribuir con una percepción de confort térmico, lo que podrá ayudar a reducir el uso de energía para calefacción y aire acondicionado.

EJEMPLOS



Protector de piel
Fuente: Cristian Richters, 2020.



Ventana sistema oruga
Fuente: TOLDOSORTIZ.COM, 2021.



Claraboya
Fuente: Karem Tzab, 2018.

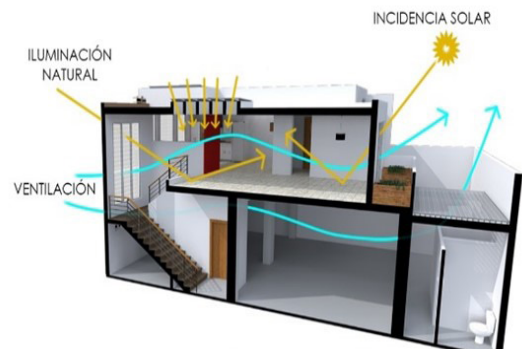


Diagrama de ventilación e iluminación natural.
Fuente: UNIS por Sosa, R., 2015.

PRESENCIA DE MATERIALES Y VANOS

- Uso de protectores de piel como la madera o totora son buenos aislantes del calor y frío.
- Mosquitera enrollable para puerta corrediza, tiene el objetivo de permitir ventilar el dormitorio el tiempo que se desee sin que preocupe la entrada de insectos.
- Protectores de piel tipo persiana fija, pero corrediza que permita su movimiento de acuerdo a la estación y temperatura.
- Conocer la conductividad térmica de los materiales, se recomienda entre: 0.91-0.3 W/m²·K, que favorece a una adecuada climatización, porque evita pérdidas o ganancias indeseadas del exterior.
- Acumulación de calor solar mediante el uso de materiales.
- Analizar la orientación espacio/lugar más óptima.
- Sombra a partir de vegetación o terrazas verdes o cubre muros.
- Permitir ventilación cruzada mediante una adecuada ubicación de vanos.
- Utilizar carpintería que no sea fija.

PRESENCIA DE AGUA

4

Aprovechar los atributos multisensoriales del agua en búsqueda de una sensación relajante y permita la contemplación, contribuya con la temperatura del ambiente, mejore el estado de ánimo, sin embargo, debido a los costos de mantenimiento y uso del agua deben ser usadas con moderación, especialmente en climas con poco acceso al agua. En el caso de estar expuesto se deben ubicar en zonas donde no se evapore con facilidad y espacios con elevado albedo.

EJEMPLOS



Fuente en exterior.
Fuente: Giménez, A., 2020.



Espejo de agua en interior.
Fuente: Plácido, E., 2020



Espejo de agua en terraza.

Fuente: Elaboración propia, 2021

SE PUEDEN PLANTEAR TANTO EN EL INTERIOR COMO EXTERIOR:

- Cascadas artificiales
- Paredes de agua
- Acuarios
- Fuentes
- Arroyos contruidos
- Estanques
- Espejos de agua
- Cortinas de agua

4. CONCLUSIONES

A continuación, se citan algunos aspectos que se consideran importantes en relación al tema abordado:

Los elementos asociados a la naturaleza, no se los debe ver desde un punto de vista estético y apenas funcional, sino considerando todas las bondades que tienen en relación a: psicológico, ambiental, funcional, productivo, medicinal, perceptivo entre muchos otros que contribuyen en un hábitat con calidad, no se debe entender como moda sino como una necesidad debido a los amplios beneficios no sólo para los habitantes, sino también para el planeta.

Los resultados respaldan la importancia de actualizar los reglamentos vigentes, porque la falta de aplicación de principios básicos de habitabilidad como lo señala la OMS, arquitectónicos y biofilicos que a la larga presentan efectos en la salud de los usuarios, debido a la ausencia de vanos de ventilación e iluminación, además de la escasa cantidad de espacios ajardinados.

Se debe reflexionar y reajustar la forma en que vivimos, el vivir aislados debido a la pandemia nos ha permitido evaluar los espacios que habitamos, así como el entorno, aspecto que debe ser abordado en los reglamentos vigentes, que permitan garantizar espacios habitables con calidad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Constituyente . (2009). **CONSTITUCIÓN POLÍTICA**. Bolivia: Gaceta Oficial de Bolivia. Recuperado el 2021, de <http://www.dgsc.gob.bo/normativa/leyes/ley1615-95-CPE.html>
- Ayala, P. (2015). Cimientos para un nuevo modelo de hábitat sostenible [Tesis de maestría]. *MÁSTER UNIVERSITARIO OFICIAL EN EDIFICACIÓN*. Barcelona, España: Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB). Recuperado el 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/41823534.pdf>
- Bauman, Z. (2004). *Modernidad líquida*. México. Obtenido de <https://catedraepistemologia.files.wordpress.com/2009/05/modernidad-liquida.pdf>
- Browning , W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). *14 Patrones de diseño biofilico*. New York: Terrapin Bright Green. Recuperado el 2021, de https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2016/10/14-Patrones-Terrapin-espanol_para-email_1.4MB.pdf
- Cabrera Baz, Á. (2017). Biofilia, restauración urgente para la vida. *RUNAE*, 33-50. Recuperado el Mayo de 2021, de <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/runae/article/view/153>
- Calizaya, V. (2019). Permisos: ¿Qué cumplir para construir una vivienda? *Correo del Sur*. Recuperado el 2021, de https://correodelsur.com/panorama/20190707_permisos-que-cumplir-para-construir-una-vivienda.html
- Colegio de Arquitectos de Bolivia. (2016). **ESTATUTO ORGÁNICO DEL COLEGIO DE ARQUITECTOS DE BOLIVIA**. Obtenido de <https://www.cab.org.bo/wp-content/uploads/2016/02/solo-estatutos.pdf>
- Colegio de Arquitectos de Chuquisaca. (2021). *Estatuto Orgánico del Colegio de Arquitectos de Chuquisaca*. Sucre.
- Fernández , N., Valdivia, J., & Aseguinolaza, I. (2020). La ciudad del cuarto de hora, ¿una solución sostenible para la ciudad postCOVID-19? *CIUDAD Y TERRITORIO*, 5(205), 653-664. Recuperado el 2021, de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/83491>
- Herrera, A., & Ali, M. (2009). PAISAJES DEL DESARROLLO: LA ECOLOGÍA DE LAS TECNOLOGÍAS ANDINAS. *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología*(8). Recuperado el Noviembre de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-54072009000100008
- Hidalgo , P. (2016). *Diseño interior Biosostenible [Tesis de maestría]*. Cuenca, Ecuador: Universidad Azuay. Recuperado el Febrero de 2021, de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5716/1/12036.pdf>
- Honorable Alcaldía Municipald e Sucre. (2000). *Plan de habilitación y ordenamiento de zonas de expansión urbana ciudad de Sucre*. Sucre.
- Human Spaces. (2015). *El Impacto Mundial Del Diseño Biofilico En el Lugar de Trabajo*. Recuperado el 2021, de http://interfaceinc.scene7.com/is/content/InterfaceInc/Interface/EMEA/eCatalogs/Brochures/Human%20Spaces%20report/Spanish/ec_eu-humanspacesreport-es.pdf
- Jiménez , N., & Ramírez, O. (2016). Biomimesis: una propuesta ética y técnica para reorientar la ingeniería por los senderos de la sustentabilidad. *Gestión y ambiente*. Recuperado el 2021, de file:///C:/Users/180415/

Downloads/55371-Texto%20del%20art%C3%ADculo-299057-1-10-20160711.pdf

Kellert, S., Heerwagen, J., & Mador, M. (2011). *Biophilic design*. Estados Unidos: Wiley. Recuperado el Febrero de 2021, de https://www.researchgate.net/profile/Stephen_Kellert/publication/284608721_Dimensions_elements_and_attributes_of_biophilic_design/links/56619d7b08ae15e7462c5712/Dimensions-elements-and-attributes-of-biophilic-design.pdf

Llorente, A. (2020). Coronavirus en Francia: qué es la “ciudad de 15 minutos” que está implementando París y cómo podría ayudar a la recuperación económica tras la pandemia. *BBC News Mundo*. Recuperado el 2021, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53589225>.

Martinez, M. (2020). Guía hacia una vivienda mas saludable [Tesis de grado] Colombia: Universidad Santo Tomás, Bucaraman

Recuperado el 2021, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30848/2020Mart%C3%A9nezVillalbaMar%C3%A9nezDa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, M. (2020). *Guía hacia una vivienda más saludable [Tesis de maestría]*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Santo Tomás. Recuperado el 2021, de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30848>

Novelo, L. (Febrero de 2021). Manejo de materiales y ecotecnologías. Tema 1. [Dipositivas de Power Point]. *Centro de Estudios de Posgrado e Investigación U.S.F.X.* Mérida, México. Recuperado el Febrero de 2021, de <https://arquitectura.cepi.bo/aulavirtual/course/view.php?id=284>

Orellana, B., López, A., Maldonado, J., & Vanegas, V. (2017). Fundamentos de la biofilia y neuroarquitectura aplicada a la concepción de la iluminación en espacios físicos. *MASKANA*. Recuperado el Mayo de 2021, de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1881>

Organización Mundial de la Salud. (1990). *Principios de la higiene de la vivienda*. España. Recuperado el 1990, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38629/9243561278_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pavel, T. (2008). *Arquitectura Vernácula y Diseño: Adecuación del Espacio Habitable en la Ciudad de Nogales, Sonora [Tesis de pregrado]*. <http://148.228.173.140/topofilia/assets/tmtiburcio.pdf>. Hermosillo, México. Recuperado el 2020, de <http://148.228.173.140/topofilia/assets/tmtiburcio.pdf>

Pérez, G. (1986). *El País S.A.* Recuperado el Febrero de 2021, de <http://viajes.elpais.com.uy/2017/07/11/la-casa-de-la-cascada/>

Pozo, C. (2011). *DETERMINACIÓN DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA LA CIUDAD DE SUCRE (Bolivia) [Tesis de maestría]*. Andalucía, España: Universidad Internacional de Andalucía. Obtenido de https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1457/0205_Pozo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Riechmann, J. (2005). *BIOMÍNESIS: RESPUESTA A ALGUNAS OBJECIONES. El ecologista*. Obtenido de <http://institucional.us.es/revistas/argumentos/9/Art1-RIECHMANN.pdf>

Rojas, A. (2017). *Centro cultural- Tarabuco [Tesis de pregrado]*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado

el Diciembre de 2020, de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15609/PG-3972.pdf?sequence=1>

Sánchez , D. (2019). La Biomimesis: más que una herramienta de inspiración para el diseño. *El artificio*(1), 24-36. Recuperado el 2021, de <file:///C:/Users/180415/Downloads/Artificio2019.pdf>

Tapia , J. (2003). *RELACIONES ENTRE LAS CONDICIONES DE LA VIVIENDA Y LA FRECUENCIA DE ENFERMEDADES ENTÉRICAS*. Sucre, Bolivia: UNIVERSIDAD ANDINA “SIMON BOLIVAR”. Recuperado el Mayo de 2021, de <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/619/1/2003-003T-jjtc.pdf>

Toro, M. (2015). Sucre, Ciudad y Arquitectura. *Ciencias Tecnológicas y Agrarias, Handbooks -©USFX*. Recuperado el Octubre de 2019, de http://www.usfx.bo/nueva/areas/Tecnologicas%20y%20Agrarias/Arquitectura/Handbook_Vol_II_Ciencias_Tecnologicas_y_Agrarias_Arquitectura/Art_1_TII.pdf

AGRARIAS

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.712>

APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL VACUNO Y PASTO SECO EN LA VERMIESTABILIZACIÓN DE LODOS RESIDUALES DE LA PTAR (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES) MAGOLLO

USE OF COW MANURE AND DRY GRASS IN THE VERMI-STABILIZATION OF RESIDUAL SLUDGE FROM WWTP (WASTEWATER TREATMENT PLANT) MAGOLLO

Keila Abigail Muñante Carrillo¹Danitza del Rosario Perca Machaca²Ronald Juli Nina³Jan Carlos Quispe Sucasaca⁴Gerson Elisban Alarcón Maquera⁵Leo Ulises Michael Tirado Rebaza⁶

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental ^{1,2,3,4,5}Universidad Privada de Tacna, Maestría en Investigación Científica e Innovación ⁶

Recibido 23-8-22, aceptado 22-9-22

RESUMEN

El tratamiento de aguas residuales en la Planta de Tratamiento de Magollo genera considerables cantidades de lodos residuales, mismos que carecen de un tratamiento eficiente y una disposición final adecuada, significando una grave problemática ambiental para la región de Tacna, Perú. Ante esto, nace la importancia de buscar alternativas sostenibles y económicas que puedan hacerle frente. La vermiestabilización consiste en el uso de lombrices californianas (*Eisenia foetida*) para el tratamiento de lodos residuales coadyuvada por otros materiales orgánicos. El presente estudio tiene como objetivo aprovechar estiércol vacuno y pasto seco para vermiestabilizar los lodos residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Magollo, Tacna - Perú. Se aplicó un diseño factorial multinivel 4 x 2 con tres repeticiones.

Se establecieron diversas cantidades de estiércol y de pasto, en tanto la cantidad de lodos residuales y de *E. foetida* se mantuvo constante en todos los tratamientos. Se analizó el pH y la conductividad eléctrica (CE) de los sustratos. Los resultados indicaron que a mayor cantidad de material orgánico, se obtuvo un incremento en el pH y conductividad eléctrica. Se determinó que el tratamiento 8 (1 kg de estiércol y 0,5 kg de pasto seco) tuvo un mayor índice de germinación al 5 % de extractos de lodo igual al 89,90 %, demostrando que la vermiestabilización es una técnica efectiva en el tratamiento de lodos residuales y la disminución en su toxicidad.

Palabras clave: Lombrices californianas, lodos residuales pH, conductividad eléctrica, índice de germinación.

ABSTRACT

The wastewater treatment at the Magollo Treatment Plant generates considerable amounts of residual sludge, which lack efficient treatment and adequate final disposal. In fact, this means a serious environmental problem for Tacna region, Peru. With all this in mind, there is the need of seeking sustainable and economic alternatives that can cope with it. Vermistabilization consists of using Californian earthworms (*Eisenia foetida*) for residual sludge treatment, aided by other organic materials. This paper aims at taking advantage of cattle manure and dry grass to vermistabilize the residual sludge from the Magollo Wastewater Treatment Plant, Tacna - Peru. This study applied a 4 x 2 multilevel factorial design with three repetitions, and established several amounts of manure and grass, while the amount of sewage sludge and *E. foetida* remained constant in all treatments. This study also involves an analysis on the pH and electrical conductivity (EC) of substrates. The results showed that the more amount of organic material, the more increase obtained in pH and electrical conductivity. It was determined that treatment 8 (1 kg of manure and 0.5 kg of dry grass) had a higher germination rate at 5% of mud extracts equal to 89.90%, showing that vermistabilization is an effective technique for residual sludge treatment and reduction in its toxicity.

Keywords:

California earthworms, sewage sludge pH, electrical conductivity, germination rate.

Introducción

El elevado crecimiento poblacional mundial ha traído consigo una mayor necesidad de uso del recurso hídrico (Marín y Vidal,

2021). Lamentablemente, toda actividad antropogénica es susceptible de contaminar el agua que se utiliza (Carhuas, 2019) y como resultado de ello, cada año genera una mayor cantidad de aguas residuales. En el marco de la política peruana de preservación de la calidad del agua, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) han tomado protagonismo pues se encargan de remover los contaminantes presentes en el agua con el fin de poder reutilizarla posteriormente en sectores como la agricultura (Pomalaza y Ramos, 2016) al lograr categorizarla como agua de categoría 3 según los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (riego de vegetales y bebida de animales). No obstante, como resultado del tratamiento y limpieza de las aguas residuales, se generan biosólidos conocidos como lodos residuales, los cuales deben ser manejados adecuadamente para reducir riesgos ambientales asociados a su composición (Espinoza et al., 2015). Por este problema de saneamiento, algunas de las potencias mundiales han desarrollado tecnologías para su tratamiento como: la digestión anaerobia, el tratamiento químico, la incineración y la digestión aerobia (Oropeza, 2006); las cuales implican la minimización de metales pesados, la descontaminación de la materia orgánica y la eliminación de microorganismos patógenos, permitiendo la estabilización de los biosólidos (Huaman y Huaman, 2019). Pero una de las técnicas más destacadas para el tratamiento de lodos es la vermiestabilización o lombricultura, es decir, el uso de lombrices californianas (*Eisenia foetida*) enfocado a degradar la materia orgánica presente en un sustrato (Vasquez y Vargas, 2018). Los estudios han identificado a la vermiestabilización como una bioconversión económica y un método de utilización de lodos residuales de rápida evolución para producir recursos de valor agregado capaz de

generar vermicompost con baja fitotoxicidad, alta mejora de nutrientes, mayor valor del fertilizante y producción adicional de lombrices en un menor tiempo de procesamiento (Lara, 2010).

El crecimiento demográfico en la ciudad de Tacna ha sido bastante elevado, manifestándose una mayor demanda de servicios de agua y saneamiento. Para cubrir esta brecha, se construyó la PTAR Magollo, que además abastece a un total de 1,952 ha de cultivos temporales, perennes y forestales paisajísticos (Ministerio del Ambiente del Perú, 2009). Sin embargo, la generación de aguas residuales viene sobrepasando la capacidad para la que fue construida, por lo que no es posible que esta brinde un tratamiento eficiente (SUNASS, 2013). Es así que, actualmente, existe una mayor generación y acumulación de lodos residuales (More, 2015).

La presente investigación propone una alternativa de aprovechamiento de los lodos residuales provenientes de la PTAR Magollo a través de la técnica de vermiestabilización, empleando materiales orgánicos adicionales como estiércol vacuno y pasto seco.

El objetivo general de la presente investigación fue aprovechar estiércol vacuno y pasto seco para la vermiestabilización de lodos residuales de la PTAR Magollo. Por otro lado, los objetivos específicos fueron: caracterizar fisicoquímicamente los lodos residuales de la PTAR Magollo inicialmente; determinar el efecto de las cantidades de estiércol vacuno y pasto seco en el pH y CE de los sustratos tratados y; determinar el índice de germinación (IG) de la lechuga (*L. sativa*) empleando los sustratos tratados.

Materiales y método

Adquisición y selección de lombrices californianas

Las lombrices californianas (*Eisenia foetida*) se adquirieron de un vivero local ubicado en la Av. Collpa La Paz, ex Tarapacá. Cabe resaltar que únicamente se emplearon las lombrices adultas, caracterizadas por la presencia del clitelo (protuberancia en su cuerpo con forma de anillo) y con longitudes superiores a los 5 cm (Schuldt et al., 2005).

Recolección de estiércol vacuno y pasto seco

La recolección de estiércol vacuno se materializó en el establo local denominado “La Campanera”, ubicado en el kilómetro 24 de la Av. Panamericana en la Yarada, con ayuda de una pala y se almacenó en sacos para su posterior traslado siguiendo la metodología de Cairo y Hernández (2017). Asimismo, como se observa en la Figura 1, el pasto se recolectó de los alrededores del establo mencionado.



Figura 1. Recolección de *C. dactylon* seco

Recolección de lodos residuales

Los lodos residuales se recolectaron de la PTAR Magollo que se ubica a 13 km al sur de la ciudad de Tacna, en la zona límite de Magollo

y La Yarada y contigua a la carretera que se dirige a la playa Boca del Río (Cauna, 2020).

La PTAR Magollo cuenta con seis módulos de lagunas de estabilización, dos de ellas construidas en una primera fase, dos en segunda fase y dos en la tercera fase; cada módulo está compuesto por una laguna primaria y una laguna secundaria (Cauna, 2020). Para la presente investigación se recogieron los lodos residuales de la tercera laguna primaria del quinto módulo (Figura 2), escogiéndose 5 puntos de monitoreo (Figura 3). Esto debido a su fácil accesibilidad y a que las lagunas primarias poseen mayor toxicidad que las lagunas secundarias y se desea saber qué tanto es posible estabilizar a este residuo a partir de la vermiestabilización.



Figura 2. Muestreo de lodos residuales de la PTAR Magollo

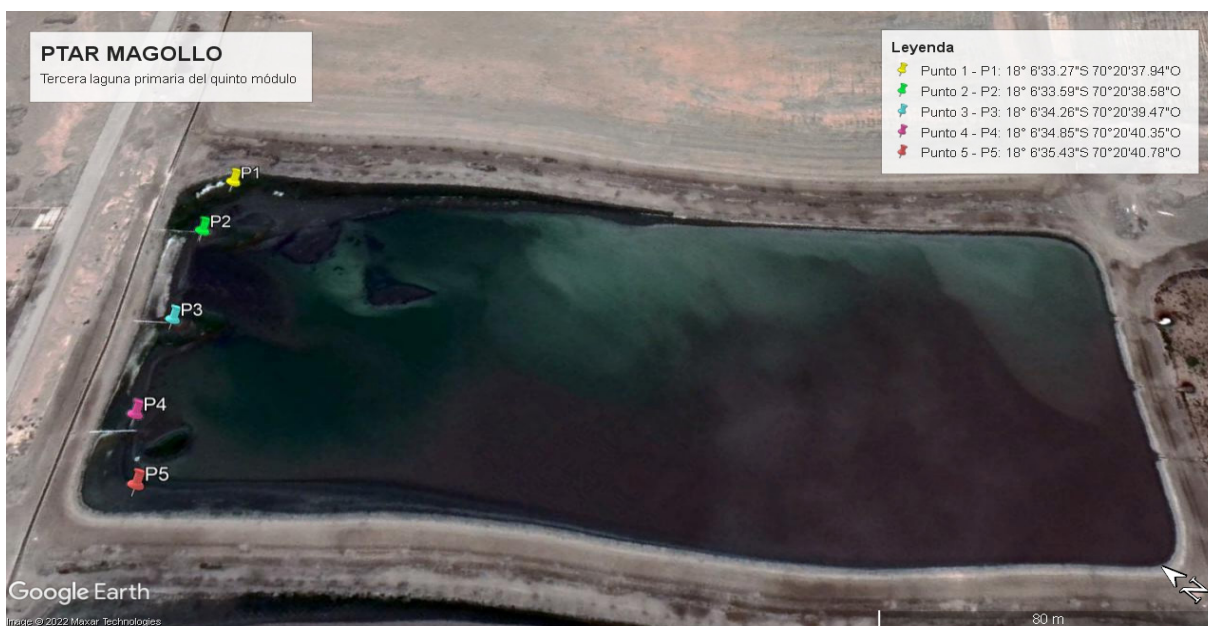


Figura 3. Puntos de monitoreo de lodos residuales. Fuente: Google Earth

Posteriormente, se analizaron los parámetros fisicoquímicos de olor, textura, humedad,

temperatura, pH y CE de los lodos residuales muestreados.

Acondicionamiento y proceso de vermiestabilización

tratamientos, tal y como se muestra en la Tabla 1.

Para la etapa experimental, se utilizaron cajas de madera (con dimensiones de 20 x 20 x 10) forradas con plástico en las que se mezclaron los lodos residuales, el pasto seco y el estiércol vacuno (Figura 4). Posteriormente, se adicionaron las lombrices californianas para iniciar el proceso de vermiestabilización. Se utilizó un diseño multinivel de 4 x 2 con tres repeticiones, resultando un total de 24 unidades experimentales. Se establecieron las distintas cantidades de estiércol vacuno y pasto seco. Los lodos residuales y la cantidad de *Eisenia foetida* se mantuvieron constante en todos los

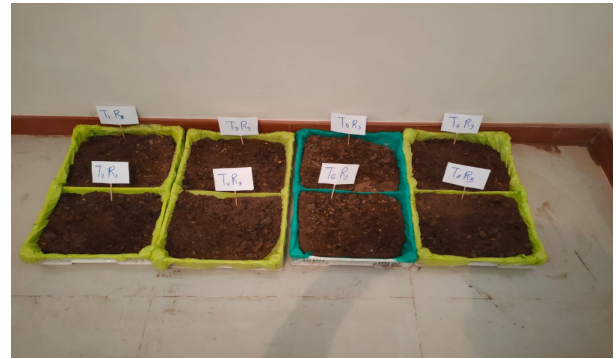


Figura 4. Recipientes para experimentación

Tabla 1. Tratamientos experimentales

Tratamientos	Unidad	NIVELES			
		<i>Eisenia foetida</i>	Lodos residuales	Estiércol vacuno	Pasto seco
T1	kg	0,10	1,00	0,25	0,25
T2	kg	0,10	1,00	0,50	0,25
T3	kg	0,10	1,00	0,75	0,25
T4	kg	0,10	1,00	1,00	0,25
T5	kg	0,10	1,00	0,25	0,50
T6	kg	0,10	1,00	0,50	0,50
T7	kg	0,10	1,00	0,75	0,50
T8	kg	0,10	1,00	1,00	0,50

El proceso de vermiestabilización duró un total de 70 días (Cairo y Hernández, 2017). Los sustratos fueron regados cada 3 días para mantener un nivel de humedad adecuado para la reproducción de las lombrices californianas (Guaca y López, 2020). Se realizaron 16 orificios en los plásticos de cada una de las unidades experimentales para evitar estancamientos de agua, lo cual podría alterar los resultados. Una vez finalizado este periodo, se volvió a analizar el pH y CE de los sustratos.

Análisis del índice de germinación

A efectos de la investigación, el IG se determinó en dos casos:

* Prueba directa de toxicidad aguda en los sustratos tratados: Donde se extrajo muestras de 30 g de cada tratamiento y se evaluó la germinación de la semilla en cada muestra, al cabo de 10 días.

* Prueba de toxicidad aguda con extractos de los sustratos: Donde se realizaron diluciones de las muestras de cada tratamiento al 5 %, 10 %, 25 % y 50 % en porcentaje de peso sobre volumen (% p/v) en placas Petri y posteriormente se evaluó la germinación tras el riego de las semillas empleando estas mezclas, tras el paso de 10 días.

Se contabilizó el número de semillas germinadas y se midió la longitud promedio de la radícula frente a cada tratamiento como se observa en la Figura 5. Se contó con una unidad de control siguiendo la metodología propuesta por Varnero et al., (2007). Se escogieron semillas de lechuga (*L. sativa*) para esta prueba debido a su potencial para predecir efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas compuestas (Bagur et al., 2011). Se utilizó la siguiente ecuación:

Donde:

IG = Índice de germinación.

G1 = Número de semillas que germinaron en el tratamiento.

LR1 = Longitud promedio de radícula en el tratamiento.

G2 = Número de semillas germinadas en control.

LR2 = Longitud promedio de radícula de control.



Figura 5. Análisis del índice de germinación de *L. sativa*

Resultados y discusión

Caracterización fisicoquímica de los lodos residuales de la PTAR Magollo

En la Tabla 2 se muestran las características fisicoquímicas de las muestras de lodos residuales por cada punto de monitoreo, donde se puede destacar que, en todos los puntos, el olor y textura fue similar teniendo un aroma

desagradable y presentando una textura arcillosa arenosa.

En cuanto a la humedad, temperatura, pH y CE, se encontró diferencias significativas en relación a cada punto de muestreo a un nivel del 95% de confianza, resaltando que en el P3 se evidenció una mayor humedad (87,94 %), pudiendo estar principalmente relacionado a su ubicación cercana a la entrada del efluente.

Con respecto a la temperatura, los puntos de monitoreo de lodos residuales variaron desde 21,37 a 22,63 °C, lo cual podría deberse a la tendencia al equilibrio térmico por el contacto con las aguas residuales

Por otro lado, el pH de P1 y P5 tuvieron valores más altos (6,35 y 6,36, respectivamente),

mientras que el P3 mostró el pH más bajo (5,6), pudiendo estar relacionado a la calidad de las aguas residuales entrantes, su tratamiento y a los procesos químicos y biológicos que tendrían lugar en la laguna de estabilización como las reacciones de óxido-reducción (Gogoi et al., 2015) y la producción del hidrógeno por las bacterias anaerobias (Constanza et al., 2015), las cuales podrían estar influyendo en la acidez que presentan los lodos residuales.

Del mismo modo el P3 presentó el valor más alto de CE (883 µs/cm), evidenciando así la alta presencia de sales disueltas en la composición de los lodos residuales (Cardoso, 2002).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de los lodos residuales de la PTAR Magollo

PARÁMETROS	PUNTOS DE MONITOREO DE LODOS RESIDUALES				
	P1	P2	P3	P4	P5
Olor	Levemente desagradable	Desagradable	Muy desagradable	Desagradable	Levemente desagradable
Textura	Arcilloso arenoso	Arcilloso arenoso	Arcilloso arenoso	Arcilloso arenoso	Arcilloso arenoso
Humedad (%)	81,18 ^c	85,29 ^b	87,94 ^a	86,56 ^{ab}	84,16 ^b
Temperatura (°C)	21,67 ^c	22,20 ^{ab}	21,77 ^{bc}	22,63 ^a	21,37 ^c
pH	6,35 ^a	5,93 ^c	5,60 ^d	6,07 ^b	6,36 ^a
Conductividad eléctrica (uS/cm)	871,33 ^b	876,93 ^{ab}	883,07 ^a	876,67 ^{ab}	873,33 ^b

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de contraste múltiple de Tukey (p<0,05)

Determinación del efecto de las cantidades de estiércol vacuno y pasto seco en el pH y la conductividad eléctrica de los sustratos tratados

En la Tabla 3 se muestra el análisis de varianza del pH de los sustratos vermiestabilizados en los que se establecieron distintas cantidades de estiércol vacuno y pasto seco, con la finalidad de determinar si estas variables tuvieron algún efecto.

Tabla 3. Análisis de varianza del pH de los sustratos de experimentación

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
A: Estiércol	2,8675	1	2,8675	641,13	0,0000
B: Pasto seco	0,5922	1	0,5922	132,41	0,0000
AA	0,0234	1	0,0234	5,24	0,0351
AB	0,0686	1	0,0686	15,35	0,0011
Bloques	0,0008	2	0,0004	0,10	0,9090
Error total	0,0760	17	0,0044		
Total	3,6287	23			

CV = 4,18 %

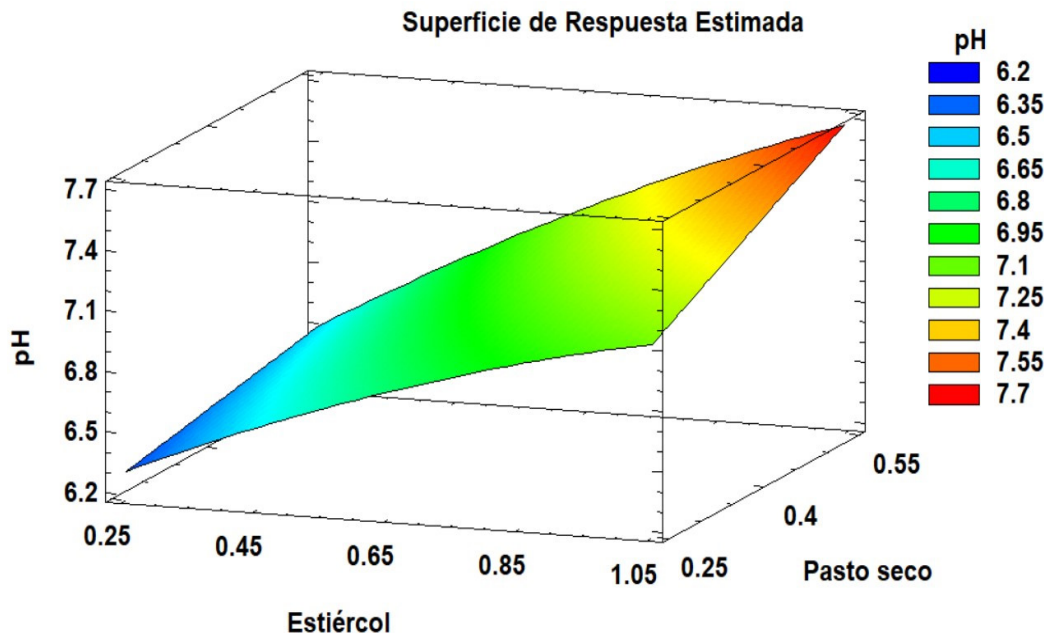


Figura 6. Superficie de respuesta estimada del pH de los sustratos de experimentación

En la Figura 6 se observa un ascenso del pH a medida del incremento del material orgánico adicionado, es decir, a mayor cantidad de estiércol y pasto seco, mayor fue el aumento del pH de los sustratos, llegando así hasta la neutralidad y siguió elevándose hasta un valor de 7,5. Estos resultados se asemejan a los reportados por Lugo et al. (2017), quienes tras un proceso de vermiestabilización de lodos residuales mezclados con estiércol por 60 días, obtuvieron un pH de 7,5.

Cabe señalar que, las variaciones de pH hacia la alcalinidad en los tratamientos podrían deberse a procesos de mineralización (Rodríguez, 2018), así como a la producción de CO₂ durante el metabolismo microbiano y el efecto de las lombrices californianas durante la vermiestabilización (Cardoso, 2002), teniendo relación con los incrementos en el contenido de nitrógeno mineral de los sustratos (Silva

et al., 2019) y el fósforo total (Suleiman et al. 2017). Según Pramanik et al. (2007), las lombrices secretan calcio intestinal y amonio durante el proceso que permite mantener el pH neutro a través de la neutralización de los grupos carboxílicos y fenólicos de los ácidos húmicos.

De acuerdo a la superficie de respuesta que se observa en la Figura 6, se puede afirmar que a partir de la adición de 0,689 kg de estiércol vacuno, 0,380 kg de pasto seco, 1 kg de lodos residuales y la acción de 0,1 kg de *Eisenia foetida* adulta durante 70 días, se puede obtener un pH de 7, el cual resulta óptimo.

En la Tabla 4 se muestra el análisis de varianza de la CE de los sustratos vermiestabilizados en los que se varió la cantidad de estiércol vacuno y pasto seco, con la finalidad de determinar si estas variables tuvieron algún efecto.

Tabla 4. Análisis de varianza de conductividad eléctrica de los sustratos de experimentación

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
A: Estiércol	2125,21	1	2125,21	66,33	0,0000
B: Pasto seco	119427,	1	119427	3727,58	0,0000
AA	35,0417	1	35,0417	1,09	0,3103
AB	73062,7	1	73062,7	2280,45	0,0000
Bloques	921,333	2	460,667	14,38	0,0002
Error total	544,658	17	32,0387		
Total	196116	23			

CV = 6,42 %

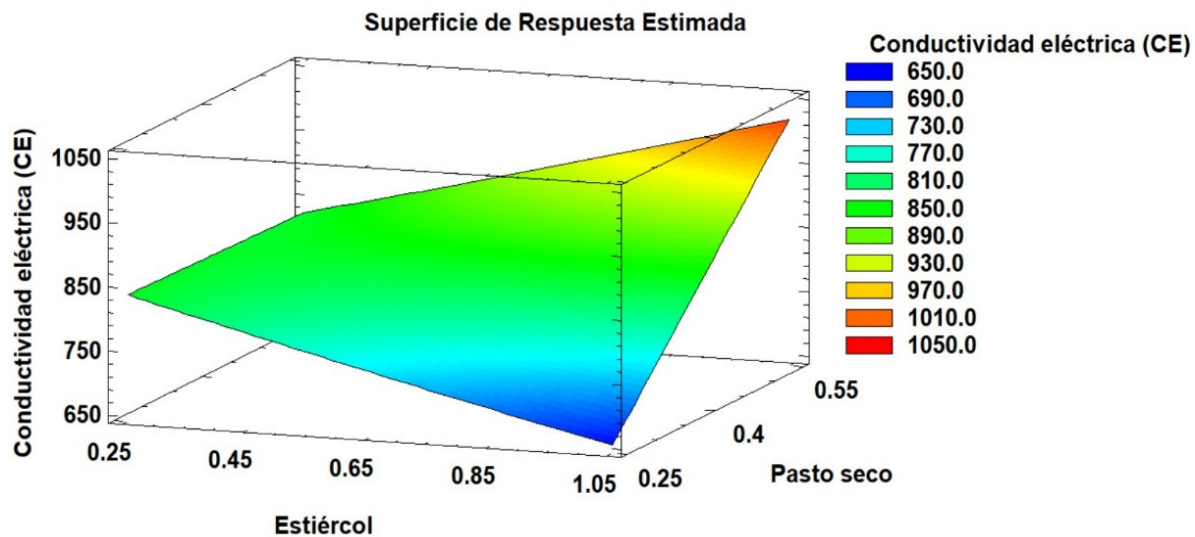


Figura 7. Superficie de respuesta estimada de la conductividad eléctrica de los sustratos de experimentación

El cambio de la CE presentó una tendencia de aumento y disminución como se puede observar en la Figura 7; en un mayor nivel de estiércol y pasto seco se presentó un aumento de hasta el 9,5 % en la CE, pero a un menor nivel de pasto seco (manteniendo el nivel de estiércol) se obtuvo una disminución del 26,2 % de la CE.

Estos resultados podrían deberse a la pérdida de materia orgánica durante la ingestión y excreción por las lombrices californianas (Reyes et al., 2020), así como a la liberación de diferentes sales minerales en formas disponibles, como sales de fosfato (PO_4^{3-}), amonio (NH_4^+) y potasio (K) durante el proceso de vermiestabilización (Trejos y Agudelo, 2012). El aumento de la CE se relaciona directamente a la descomposición de mayores proporciones de materia orgánica (Droppelmann et al., 2009), coadyuvada también por la acción de los microorganismos (Alvarez, 2010).

Por otro lado, Yilmaz y Nuri (2019) demostraron el tiempo favorece el incremento de la CE en lodos residuales que hayan pasado por un proceso de vermiestabilización, lo cual se recomienda corroborar en futuras investigaciones.

De acuerdo a la superficie de respuesta que se observa en la Figura 7, se puede afirmar que a partir de la adición de 0,685 kg de estiércol vacuno, 0,353 kg de pasto seco, 1 kg de lodos residuales y 0,1 kg de *Eisenia foetida* adultas, se puede obtener un valor óptimo de CE de 800 uS/cm.

Determinación del índice de germinación de *L. sativa* empleando los sustratos tratados

Índice de terminación de la prueba directa de toxicidad aguda de los sustratos tratados

En la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza del IG de la prueba directa de toxicidad aguda de los sustratos vermiestabilizados, la cual reporta que los factores principales (A:

Estiércol, B: Pasto seco) y sus interacción (AB), presentan una elevada diferencia significativa entre los residuos a un 95 % de confianza con

un coeficiente de variabilidad de 5,1 %, lo que refleja una notable respuesta de germinación de las semillas de lechuga en el lodo tratado.

Tabla 5. Análisis de la varianza del índice de germinación de la prueba directa de toxicidad aguda de los sustratos tratados

FV	SC	GL	CM	Fc	P-valor
A: Estiércol	7336,72	1	7336,72	466,70	0,0000
B: Pasto seco	3091,74	1	3091,74	196,67	0,0000
AA	637,158	1	637,158	40,53	0,0000
AB	263,915	1	263,915	16,79	0,0008
Bloques	11,8567	2	5,92833	0,38	0,6914
Error total	267,245	17	15,7203		
Total	11608,6	23			

CV = 5,1 %

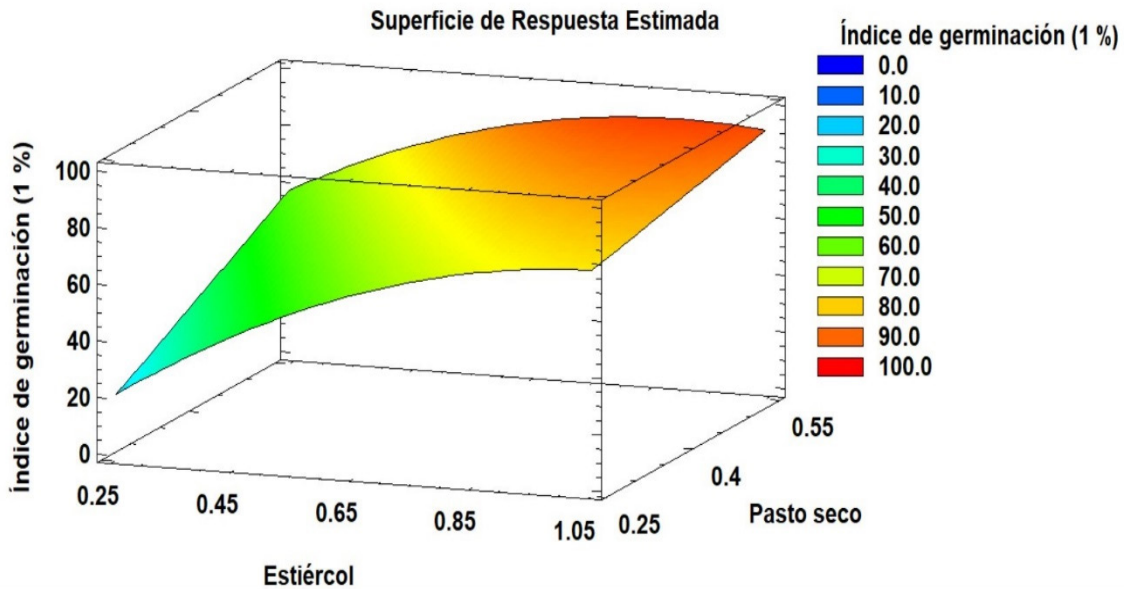


Figura 8. Superficie de respuesta estimada del índice de germinación de la prueba directa de toxicidad aguda de los sustratos tratados

En la Figura 8 se puede observar que a mayor cantidad de estiércol y pasto seco se tuvo un mayor porcentaje de IG, comprobando así que el ligero aumento de CE que se presentó en los resultados fue debido a la mayor incorporación de materia orgánica y su descomposición durante el proceso, pero este leve aumento no afectó en el IG, sino al contrario se obtuvieron mejores resultados.

De la misma manera, de acuerdo a los resultados obtenidos, a partir de la adición de 0,685 kg de estiércol y 0,353 kg de pasto seco se obtiene un IG del 84,72 % que, según la escala IG de Zucconi et al. (1981), los valores de IG mayores del 80 % indican que no hay

sustancias fitotóxicas o están en muy baja concentración (Rodríguez, 2018).

Índice de germinación de la prueba de toxicidad aguda con extractos de los sustratos tratados

Esta tendencia también se reflejó en la prueba de toxicidad aguda con extractos del lodo, donde en la Figura 9 se puede observar que a una concentración del extracto entre el 5 % y 10 %, los tratamientos con mayor adición de sustratos presentaron mejores respuestas, teniendo valores mayores al 80 % y a extractos con concentración elevadas del 25 % al 50 %, a pesar de la saturación se obtuvieron notables respuestas de germinación.

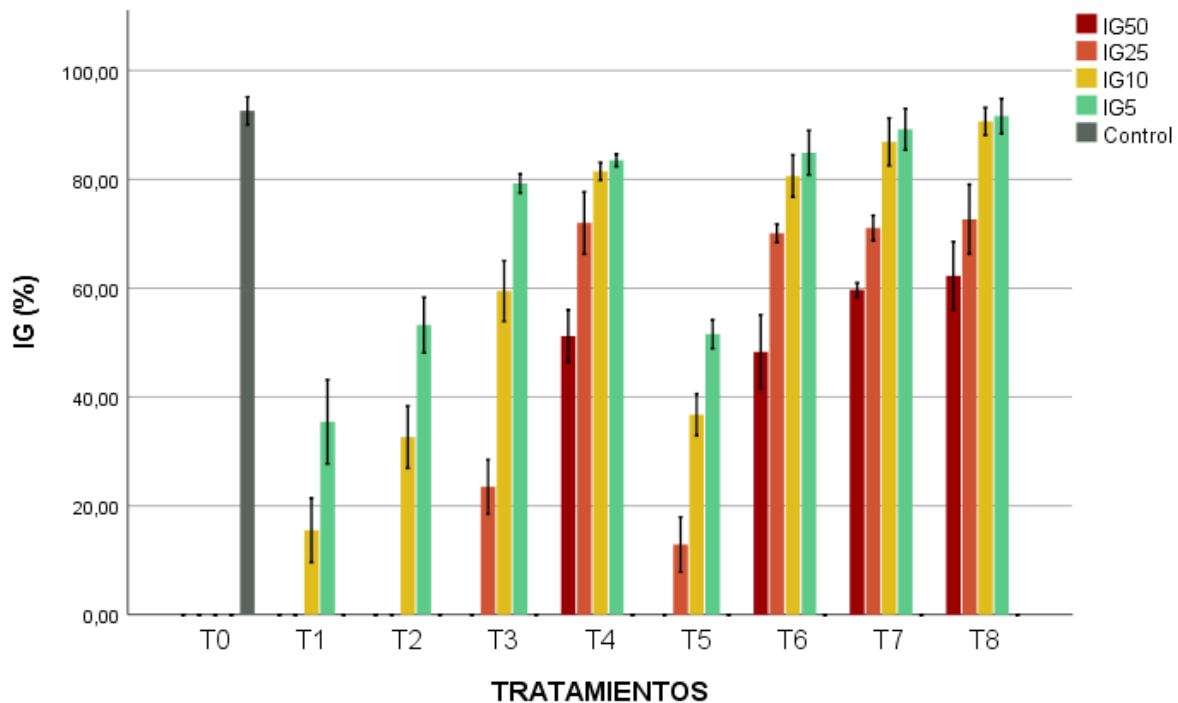


Figura 9. Índice de germinación de la prueba de toxicidad aguda con extractos del lodo después del proceso de vermiestabilización

Cabe mencionar que el IG depende también de parámetros como el pH y la CE. En los trabajos realizados por Trejos y Agudelo (2012) y Florez (2020) se observaron mejores resultados del tratamiento de estabilización del lodo cuando este presentaba un pH neutro (7) y una conductividad baja (237 uS/cm), debido a que estas condiciones favorecían el crecimiento y actividad bacteriana.

En un estudio similar, Wu et al. (2018) realizaron pruebas de toxicidad por sembrado de maíces en sustratos de lodos residuales vermiestabilizados a 1 cm de profundidad, obteniendo resultados que variaron por encima del 70 % hasta un 95 % de germinaciones exitosas. Por otro lado, Yilmaz y Nuri (2019) lograron germinaciones del 100 % para pruebas de índice de germinación al 25 % y 50 % de extractos de lodo, usando semillas de berro. En la presente investigación, se empleó a la lechuga como planta experimental para el índice de toxicidad y la probable tendencia hacia la acidificación en ciertos tratamientos pudo haber sido uno de los factores que incidió en el descenso de sus niveles de germinación (Rink, 1992).

Según datos teóricos de una estimación de la generación de lodos al 2021 en función al incremento en el tratamiento de aguas residuales en la PTAR Magollo sería de 2 331,32 toneladas de lodos residuales, representando así un alto potencial de riesgo a la salud y al ambiente, por lo que calculando costos del tratamiento a partir de un aproximado de la estimación óptima (Tabla 6), se tendría que por cada kilo de lodos residuales tratados se invertiría un total de S/. 5,21 en solo insumos del tratamiento, y este precio estaría en función inicial a la inversión de las lombrices que luego se multiplicarían y podría disminuir los costos futuramente mediante la cosecha y uso sostenible.

Tabla 6. Costos de tratamiento para 1 kg de lodo en (Soles)

Ítem	Cantidad (kg)	Costo (S/.)
Estiércol	0,700	0,21
Pasto seco	0,380	0,00
Lombrices californianas	0,100	5,00
TOTAL		5,21

De tal modo, la vermiestabilización de lodos residuales no solo es viable económicamente sino ambientalmente ya que tras su estabilización, los lodos se convierten en biosólidos que pueden ser utilizados de manera segura en la agricultura (Albornoz y Ortega, 2017).

CONCLUSIONES

Se determinó que el proceso de vermiestabilización sería un tratamiento efectivo y con baja implicancia económica para tratar los lodos residuales provenientes de la PTAR Magollo, logrando estabilizar sus características fisicoquímicas como el olor, la textura, el pH y CE. Además, mediante la prueba de germinación, se concluyó que dependiendo de la adición de los materiales orgánicos (estiércol y pasto seco) se neutraliza la toxicidad presente de la mezcla, obteniendo así un subproducto (biosólido) con una concentración muy baja o casi nula de sustancias fitotóxicas que afecten la germinación y crecimiento radicular de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, A. y Ortega, E. (2017). Evaluación de la eficiencia de la lombriz roja californiana *E. foetida* para estabilización de lodos residuales de la PTAR Salitre. (Tesis para optar el Título

Profesional), Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

Alvarez, J. (2010). Manual de compostaje para agricultura ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. Andalucía, España.

Bagur, M., Estepa, C., Martín, F. y Morales, S. (2011). Toxicity assessment using *Lactuca sativa* L. bioassay of the metal(loid)s As, Cu, Mn, Pb and Zn in soluble-in-water saturated soil extracts from an abandoned mining site. *Journal of Soils and Sediments*. 11, 281-289.

Cairo, P., y Hernández, U. (2017). Efecto del estiércol en el suelo y en el cultivo de la soya. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 37-42.

Cardoso, L. (2002). Sistema de vermiestabilización para plantas de tratamiento municipal. XVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancún, México.

Carhuas, R. (2019). Evaluación de la contaminación físico-química y microbiológica de las aguas superficiales del río San Juan afectadas por la empresa minera El Brocal S.A. - 2019. (Tesis para otra el Título Profesional), Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú.

Cauna, C. (2020). Sistema de tratamiento de aguas residuales del sector Arunta para reúso de áreas verdes del Distrito de Tacna. (Universidad de San Agustín de Arequipa), Arequipa, Perú.

Constanza, L., Antolinez, D., Bohórquez, J. y Corredor, A. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, 13(24), 55-81.

Droppelmann, C., Gaete, C. y Miranda, P. (2009). Remoción mediante vermicomposteo

de los coliformes fecales presentes en lodos biológico. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*, 49, 124-128.

Espinoza, M., Esteller, M., Solis, L., Jimenez, A., y Ramirez, A. (2015). Nuevas direcciones en vermiestabilización de lodos residuales. *Avances en Ciencias del Agua*, 2, 117-136.

Florez, E. (2020). El vermicompost, una alternativa para la recuperación de suelos. (Tesis de Especialización), Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Gogoi, A., Biswas, S., Bora, J., Sundar, S., Sundar, S. y Kumar, M. (2015). Effect of vermicomposting on copper and zinc removal in activated sludge with special emphasis on temporal variation. *Ecology & Hydrobiology*. 15 (2), 101-107.

Guaca, N. y López, M. (2020). Selección de tecnologías LPWAN para la implementación de un sistema IoT aplicado a la lombricultura. *Memorias*.

Huaman, J., y Huaman, H. (2019). Analisis y tratamiento de lodos residuales generados en la planta de aguas residuales de Cajabamba para la obtención de compost y ladrillos combustibles. (Tesis para optar el Título Profesional), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Lara, A. (2010). Vermiestabilización de biosólidos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales de la industria de lácteos. (Tesis para optar el Título Profesional). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Lugo, J., Del Águila, P., Vaca, R., Casas, I., y Yáñez, G. (2017). Abono orgánico elaborado con lodo residual y estiércol equino a través de vermicomposteo: Una propuesta como

mejorador de suelos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(3), 476–484.

Marín, J. y Vidal, M. (2021). Crisis del agua ante la contingencia ambiental por la COVID-19. Celis, M. y Mijares, M. (Ed.), *El SARS-COV-19 y su impacto política, social y ambiental. Reflexiones Panorámicas*. (82-87). Universidad Veracruzana.

Ministerio del Ambiente del Perú. (2009). *Manual de Municipios Ecoeficientes*.

More, J. (2015). Determinación del potencial agrícola de lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Copare y Magollo, Tacna. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.

Oropeza, N. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. *Caos Conciencia*, (1), 51-58.

Pomalaza, J., y Ramos, J. (2016). Vermiestabilización de lodos activados para la obtención de Compost y su efecto en el índice de calidad de plántulas de *Pinus Radiata* D. DON. – San Pedro de Saño. (Tesis para optar el Título Profesional). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Pramanik, P., Ghosh, G., Ghosal, P. y Banik, P. (2007). Changes in organic-C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Bioresource technology*, 98(13), 2485-2494.

Reyes, D., Mora, M., Lugo, J. y Del Águila, P. (2020). Estabilización por vermicomposteo de lodos residuales aplicados en la productividad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *CamBioTec*, 9(2), 204–235.

Rynk, R. (1992). *On-farm composting handbook*. NRAES-54 Natural Resource Agriculture and Engineering Service, Nueva York, Estados Unidos.

Rodríguez, G. (2018). Efecto del humus de lombriz en la remediación de suelos contaminado con crudo de petróleo en Ucayali, Perú. (Tesis para optar el Título Profesional), Universidad Nacional de Ucayali, Ucayali, Perú.

Schuldt, M., Rumi, A. y Gutiérrez Gregoric, D. (2005). Determinación de “edades” (clases) en poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobioológicas. *Revista del Museo de La Plata. Sección Zoología*, 17(170), 1-10.

Silva, D., Pulido, M., Zuria, I., Tessaro, S., y Rojas, G. (2019). Vermicompostaje como alternativa para la valorización de lodos deshidratados de la planta de tratamiento de lixiviados Felipe Cardoso. *Acta Universitaria*, 28(4), 31–41.

Suleiman, H., Rorat, A., Grobelak, A., Grosser, A., Milczarek, M., Płytycz, B., Kacprzak, M. y Vandenbulcke, F. (2017). Determination of the performance of vermicomposting process applied to sewage sludge by monitoring of the compost quality and immune responses in three earthworm species: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* and *Dendrobaena veneta*. *Bioresource Technology*, 241, 103–112.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento del Perú [SUNASS]. (2013). *Estudio Tarifario. Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Tacna Sociedad Anónima*.

Trejos, M. y Agudelo, N. (2012). Propuesta para el aprovechamiento de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa “Comestibles la Rosa” como alternativa para la generación de biosólidos. (Tesis para optar el Título Profesional), Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

Vasquez, J., y Vargas, G. (2018). Aprovechamiento de lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo. (Tesis para optar el Título Profesional), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Varnero, M., Rojas, C., y Orellana, R. (2007). Índices de Fitotoxicidad de residuos orgánicos durante el copostaje. *Revista Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 7(1), 28-37.

Wu, D., Yu, X., Chu, S., Jacobs, D. F., Wei, X., Wang, C., Long, C., Chen, X. y Zeng, S. (2018). Alleviation of heavy metal phytotoxicity in sewage sludge by vermicomposting with additive urban plant litter. *Science of the Total Environment*, 633, 71–80.

Yilmaz, R. y Nuri, O. (2019). Co-vermicomposting of Wastewater Treatment Plant Sludge and Yard Waste: Investigation of Operation Parameters. *Waste and Biomass Valorization*, 11(11), 6211–6222.

Zucconi, F., Pera, A., Forte, M. y De Bertoldi, M. (1981). Evaluating toxicity of immature compost. *Biocycle*. 22, 54-57.

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.713>

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *FESTUCA DOLICHOPHYLLA* EN LA MICRO CUENCA DE CALIENTES, PROVINCIA DE CANDARAVE, REGIÓN TACNA, PERÚ – 2017

CONSERVATION STATUS OF THE *FESTUCA DOLICHOPHYLLA* SPECIES IN THE CALIENTES MICRO BASIN, CANDARAVE PROVINCE, TACNA REGION, PERU – 2017

Eleocadio Dionisio Tirado Paz¹

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctorado en Ciencias Ambientales ¹

Leo Ulises Michael Tirado Rebaza²

Universidad Privada de Tacna, Maestría en Investigación Científica e Innovación ²

Edwin Gonzalo Montanez Picardo³

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctorado en Administración ³

Recibido 23-8-22, aceptado 27-9-22

Resumen

La búsqueda de la sostenibilidad en los países en vías de desarrollo han logrado que prevalezca el interés por el manejo de territorios y recursos naturales, para lo cual, es requerido realizar diagnósticos previos que permitan tener pleno conocimiento sobre las potencialidades que una región posee. La presente investigación tuvo como objetivo analizar el estado de conservación de la especie “chilligua” (*Festuca dolichophylla*) en la micro cuenca de Calientes, Tacna, Perú, a través de la metodología de cuadrantes aleatorios para poder estimar su distribución espacial y cobertura vegetal en dicho territorio. Con los datos obtenidos, se realizaron modelamiento matemáticos para predecir la distribución espacial y cobertura vegetal de la *F. dolichophylla* en función a la altitud de la zona, obteniendo modelos de tipo “Exponencial -2” y “Polinómico”, respectivamente. Se determinó que la chilligua se distribuye de forma aleatoria en la zona media y baja de la micro cuenca de

Calientes y, de forma contagiosa, en la zona alta. Asimismo, la especie posee una cobertura vegetal moderada en la zona alta y media de la micro cuenca y, una cobertura vegetal baja en la zona de menor altitud.

Palabras clave: Altitud, distribución espacial, cobertura vegetal, *Festuca dolichophylla*, modelo matemático.

Abstract

The search for sustainability in developing countries has led to prevailing interest in the management of territories and natural resources, for which it is required to carry out previous diagnoses in terms of having full knowledge of the potential that a region may possess. This paper aims at analyzing the conservation status of the “chilligua” specie (*Festuca dolichophylla*) in the micro-basin of Calientes, Tacna, Peru, through the random quadrant methodology in order to estimate

its spatial distribution and plant cover in this territory. With the data obtained, a mathematical modeling was performed to predict the spatial distribution and plant cover of *F. dolichophylla* based on the area altitude. This made possible to obtaining type models as “Exponential -2” and “Polynomic”. It was also determined that the chillihua is distributed randomly in the middle and lower zones of the Calientes micro-basin and, that spreads in the upper zone. Likewise, this specie has a moderate vegetation cover in the upper and middle zones of the micro-basin and a low vegetation cover in the lower altitude zone.

Keywords:

Altitude, spatial distribution, vegetation cover, *Festuca dolichophylla*, mathematical model.

Introducción

El Perú es un país poseedor de un patrimonio natural incalculable, lo cual le ha permitido evolucionar económica y socialmente a lo largo del tiempo, sin embargo, la necesidad de alcanzar el desarrollo sostenible, hace necesaria la preocupación por la preservación, aprovechamiento sustentable y conservación de su biodiversidad para asegurar el progreso regional y nacional (Consejo Nacional del Ambiente del Perú, 2002). Bajo este enfoque, los estudios de flora son vitales si se desea conocer la densidad, dominancia, abundancia, diversidad, relevancia ambiental y potencial de las plantas para ser empleadas como medicinas, materiales de construcción, combustibles, alimentos, ornamentos, fibras y demás formas de uso (Martínez et al. 2012; Aguirre, 2013), siendo la indagación de la cobertura vegetal y distribución espacial, algunos de los métodos usualmente empleados (Comisión Técnica Regional de Junín, 2015).

La cobertura vegetal permite analizar biofísicamente un territorio, independientemente de su origen (antrópico o natural), involucrando su fisionomía (Castilla, 2003; González y Romero, 2013). Las variaciones en la cobertura vegetal suelen ser estudiados de forma concomitante a procesos como la deforestación, la erosión de suelos, estimación de recursos hidrológicos, las pérdidas de hábitat, e incluso, al cambio climático (Seingier et al. 2009). Por otro lado, la distribución espacial es un fenómeno dinámico espacio – temporal, por ser el resultado de la historia evolutiva y ecológica que se encuentra en función a las necesidades de una especie (Maciel et al. 2015). Actualmente se ha logrado identificar patrones de ciertas especies, referente a su tamaño, forma, límites, estructura y sobre – posiciones (Zunino y Zullini, 2003).

En la zona altoandina de Tacna, Perú, específicamente en la Provincia de Candarave, la chillihua (*Festuca dolichophylla*) es uno de los pastizales dominantes más empleados como alimento de rumiantes, gracias a su potencial productivo, resistencia al pisoteo de animales y persistencia a climatologías extremadamente frías (Merlo et al. 2018; Merlo et al. 2019). Sin embargo, las actividades antropogénicas sumadas al calentamiento global han provocado la pérdida de este tipo de especies palatables, provocando un grave desbalance en su disponibilidad (Villalta et al. 2016).

La *F. dolichophylla* es perenne y suele crecer en manojos de alta densidad posicionados sobre suelos relativamente húmedos y profundos, poseyendo una altura que varía desde los 30 a 100 cm, hojas de 10 a 35 cm de largo y floración en forma de espiga con dimensiones de 9 a 10 cm de largo (Ministerio del Ambiente del Perú, 2014). Esta especie posee un enorme valor social, por su aporte en la belleza paisajística;

además de una gran trascendencia económica, por servir como forraje y techo de viviendas (Ramos, 2011) e; importancia ambiental, por ser un sumidero de carbono (Huamán et al. 2021), por lo cual, la presente investigación pretende dar a conocer la forma en la que se conserva una de las especies florísticas de mayor relevancia en la zona altoandina de la región de Tacna, Perú.

El objetivo general de la presente investigación fue analizar el estado de conservación de la especie *F. dolichophylla* en la zona alta, media y baja de la micro cuenca de Calientes, Provincia de Candarave, Región de Tacna. Mientras tanto, los objetivos específicos fueron estimar la distribución espacial y evaluar la cobertura vegetal de la especie *F. dolichophylla* en la zona alta, media y baja de la micro cuenca

de Calientes, Provincia de Candarave, Región de Tacna.

Metodología

Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue no experimental, debido a que no se manipularon las variables; transversal, por tomarse los datos en un determinado momento y; descriptiva, por especificar los resultados obtenidos (Hernandez et al. 2010).

Criterio de muestreo

En la Tabla N° 1 se muestran las coordenadas obtenidas vía GPS (Garmin Nuvi 30LM) para cada zona de investigación de la micro cuenca de Calientes.

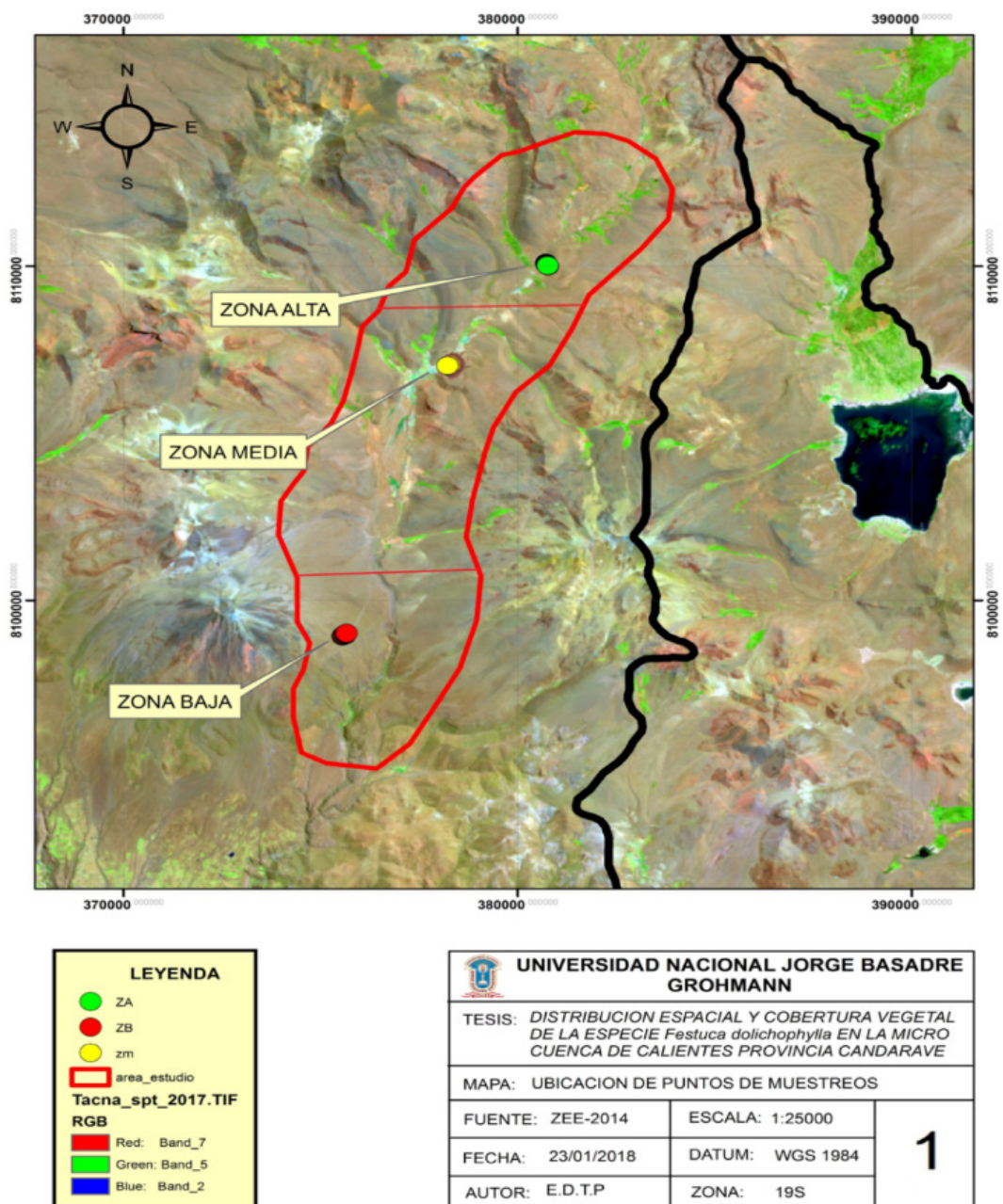
Tabla N° 1. Coordenadas de las zonas de estudio

ZONA DE LA MICRO CUENCA	ALTITUD PROMEDIO (M.S.N.M.)	COORDENADAS UTM WGS84
Alta	4455	4455; 19k (0380738; 8110052)
Media	4335	4335; 19k (0378338; 8107096)
Baja	4164	4164; 19k (0375623; 8098994)

En la Figura N° 1 se muestran las tres zonas de estudio sectorizadas en un terreno de interés de 120 m², los cuales, siguiendo la metodología de Mostacedo y Fredericksen (2000), fueron cubiertos por 30 cuadrantes aleatorios de 4 m² (2 m x 2 m) cada una, previa realización de pre muestreos por zona, que aseguraron carecer de cuadrantes con exceso o ausencia de individuos. Cabe destacar que la decisión metodológica

concerniente a la cantidad de cuadrantes a analizar en este tipo de investigaciones se vincula directamente con el recurso humano y el tiempo (Meneses et al. 2014).

Figura N° 1. Zonificación del estudio. Determinación de la distribución espacial



Para la determinación de la distribución espacial de *F. dolichophylla* se consideraron las fórmulas propuestas por Southwood (1978) y se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Frecuencias observadas: Calculadas tras el conteo de ejemplares por simple inspección.

- Media de frecuencias: $\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i}$

- Varianza: $S^2 = \frac{1}{\sum f_i} \left[(\sum x_i^2 \cdot f_i) - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i} \right]$
- Índice de Dispersión: $ID = \frac{S^2}{\bar{x}}$
- Grados de Libertad: $(n - 1)$, $n = 30$ en cada zona.
- Nomograma de Clapham

El Nomograma de Clapham es un instrumento que permite identificar el tipo de distribución que sigue una especie florística en base a su índice de dispersión (ID) y sus grados de libertad, pudiendo ser uniforme, aleatoria o contagiosa (Canales 2011), como se muestra en la Figura N° 2.

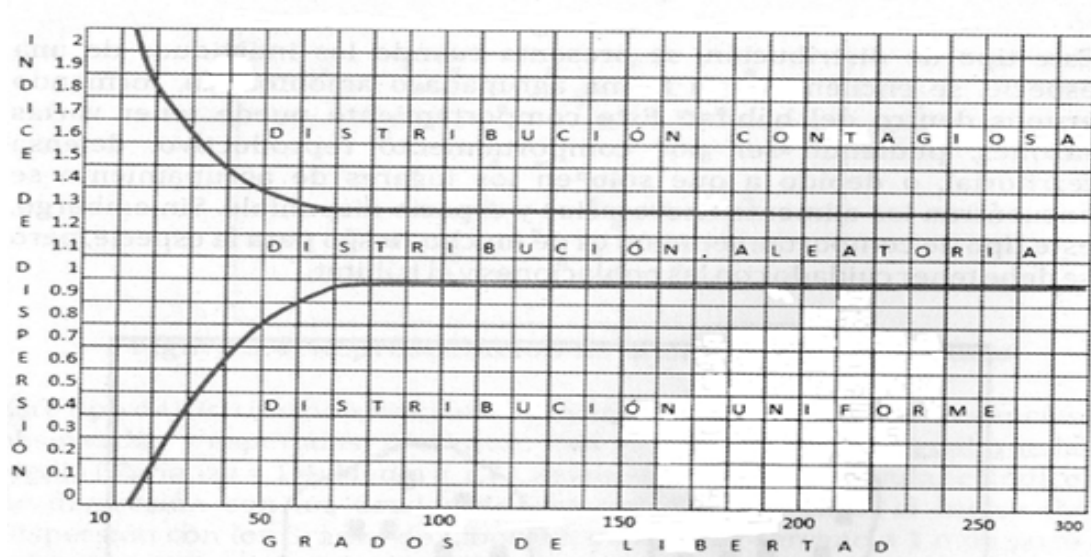


Figura N° 2. Nomograma de Clapham

Fuente: Canales (2011).

Para Clavijo (1993), una distribución espacial contagiosa hace alusión a las circunstancias en las que la presencia del individuo genera una mayor probabilidad de encontrar muy cerca a otros de la misma población, lo que genera que la \bar{x} de las muestras generalmente se encuentre por debajo de S^2 de las mismas. Por otro lado, una distribución uniforme se materializa al encontrar a los individuos siguiendo un patrón determinado, por lo que la \bar{x} de las muestras generalmente se encuentra por encima de la S^2 de las mismas. Aunado a ello, una distribución espacial aleatoria se evidencia cuando cualquier lugar del espacio posee la misma probabilidad de ser ocupado

por los individuos de la población, sin que dicha ocupación represente algún cambio en la ubicación de otros individuos pertenecientes a esta población, por lo que se caracteriza porque la \bar{x} de las muestras es prácticamente igual a la S^2 .

Determinación de la cobertura vegetal

Para la determinación de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*, el cálculo de porcentaje se realizó por simple inspección, teniendo en cuenta el siguiente criterio, por recomendación del Dr. Juan Pablo Franco León, prestigioso ecólogo investigador peruano:

- Cobertura baja: Desde 0 a 33 %
- Cobertura moderada: Desde más del 33 a 66 %
- Cobertura alta: Mayor al 66 %

Modelos matemáticos

Para la obtención de los modelos matemáticos se empleó el software MATLAB.

En el caso del modelo para la distribución espacial de la *F. dolichophylla*, se probaron ciertos modelos lineales, polinómicos y exponenciales, sin embargo, todos fueron descartados por incongruencias en la evaluación numérica, con la excepción del siguiente modelo exponencial calculado con la programación que se muestra a continuación:

```
>> f = inline ( 'exp ( 0.01855668781 * x - 77.45603123 ) + 132.1697124' );
```

```
>> x = [ 4164, 4335, 4455 ];
```

```
>> y = f ( x )
```

```
y = 133; 152; 316.
```

Además, para determinar la gráfica se aplicó el siguiente comando:

```
>> ezplot ( f, [ 4100, 4500 ] ), grid on, axis equal, hold on, plot ( x, y, 'ro' )
```

Referente al modelo para la cobertura vegetal de la *F. dolichophylla*, se elaboró una interpolación con el polinomio de Lagrange empleando la siguiente programación:

```
>> x = 4130: 1: 4500;
```

```
>> P ( x ) = [ ( x - 4335 ) .* ( x - 4455 ) ] .* ( 14.4 ) / [ ( 4164 - 4335 ) .* ( 4164 - 4455 ) ] + [ ( x - 4164 ) .* ( x - 4455 ) ] .* ( 51.56 ) / [ ( 4335 - 4164 ) .* ( 4335 - 4455 ) ] + [ ( x - 4164 ) .* ( x - 4335 ) ] .* ( 48.43 ) / [ ( 4455 - 4164 ) .* ( 4455 - 4335 ) ];
```

Además, para determinar la gráfica se aplicó el siguiente comando:

```
>> plot ( x, y ).
```

Resultados y discusión

Evaluación de la distribución espacial

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la distribución espacial de la *F. dolichophylla* en la microcuenca Calientes.

Tabla N° 2. Tabla resumen del tipo de distribución espacial de *F. dolichophylla*

ZONA DE LA MICRO CUENCA	TIPO DE DISTRIBUCIÓN				
Alta	10,53	27,36	2,59	29	Contagiosa
Media	5,06	4,54	0,89	29	Aleatoria
Baja	4,43	5,21	1,17	29	Aleatoria

Condori (2012) alega que *F. dolichophylla* siguió una distribución espacial aleatoria en una zona no fragmentada de la localidad

Huerta Huaraya - Puno, sin embargo, en una zona fragmentada de la misma localidad, esta especie tuvo una distribución uniforme, lo cual

se debió a una fuerte competencia con otras especies en la disponibilidad de nutrientes, recurso hídrico y espacio. Estos resultados concuerdan con lo evidenciado en la presente investigación, ya que la zona media y baja de la micro cuenca Calientes, caracterizada por ser una zona no fragmentada, también evidenció una distribución espacial aleatoria. Además, se sabe que la chillihua es un pastizal que lleva a cabo una estrategia adaptativa de ocupación de espacio, lo cual le brinda mayores oportunidades a la hora de realizar fotosíntesis en comparación con otras especies (Trillo et al. 2020).

Modelo matemático para la distribución espacial

A través de la aplicación del Polinomio de Lagrange, se encontró un modelo idóneo y sin errores de tipo “Exponencial”, definido de la siguiente forma:

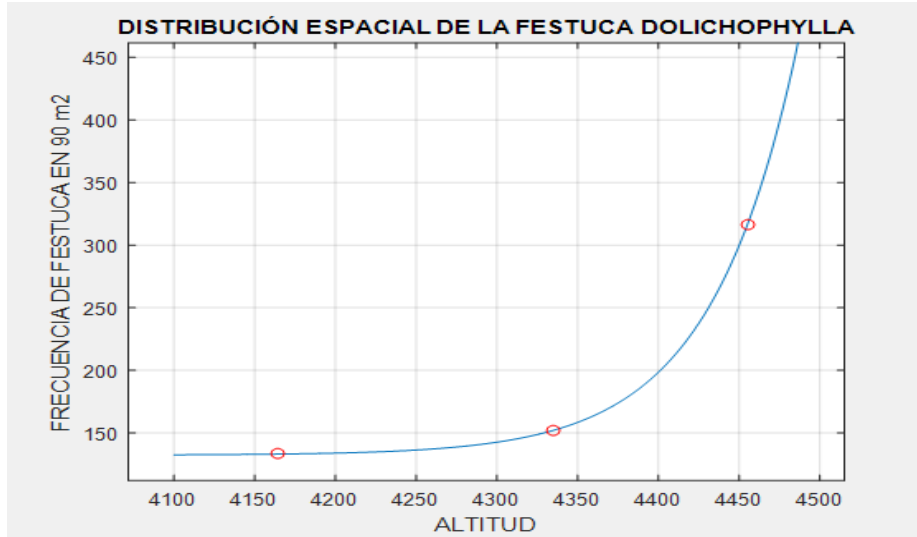
$$f(x)=e^{(0,01855668781x-77,45603123)+132,1697124}$$

Donde:

(x) = Frecuencia de *F. dolichophylla*

x = Altitud dentro de la cuenca

Figura N° 3. Representación gráfica de la distribución espacial de *F. dolichophylla*



En la Figura N° 3 se evidencia que a mayor altitud existe una mayor frecuencia de chillihua, siendo estas diferencias, mucho más marcadas a partir de los 4300 m.s.n.m. en adelante. Esto puede deberse a factores como el clima, el balance hídrico, la temperatura y las precipitaciones, las cuales suelen determinar presiones selectivas naturales que aportan las condiciones requeridas para la presencia, desarrollo y abundancia de una especie en un determinado ambiente (Villaseñor y Téllez,

2010; Villagra et al. 2011; Gardón, 2014). El poder conocer la forma de distribución espacial de las distintas especies y su velocidad de avance resulta bastante conveniente para lograr un manejo efectivo y controlado (Salazar et al. 2013).

Evaluación de la cobertura vegetal

En la Tabla N° 3 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la cobertura

vegetal de la chillihua en la micro cuenca Calientes.

Tabla N° 3. Tabla resumen de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

ZONA DE LA MICRO CUENCA					TIPO DE COBERTURA
Alta	48,43	616,04	12,71	30	Moderada
Media	51,56	853,97	16,56	30	Moderada
Baja	14,40	51,14	3,55	30	Baja

La Festuca es un género florístico xerofítico, es decir, que puede prosperar en ambientes pobres en nutrientes y agua (Stancik, 2003), sin embargo, la baja humedad propia de zonas con menor altitud en parajes altoandinos probablemente sea el motivo por el cual la chillihua no se ha desarrollado idealmente su cobertura vegetal.

Modelo matemático para la cobertura vegetal

A través de la aplicación del Polinomio de Lagrange, se encontró un modelo idóneo de tipo “Polinómico”, el cual forma una parábola definida de la siguiente forma:

$$p(x) = \left[\frac{(x - 4335) * (x - 4455) * (14,4)}{(4164 - 4335) * (4164 - 4455)} + \frac{(x - 4164) * (x - 4455) * (51,56)}{(4335 - 4164) * (4335 - 4455)} + \frac{(x - 4164) * (x - 4335) * (48,43)}{(4455 - 4164) * (4455 - 4335)} \right]$$

Donde:

(x) = Cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

x = Altitud dentro de la cuenca

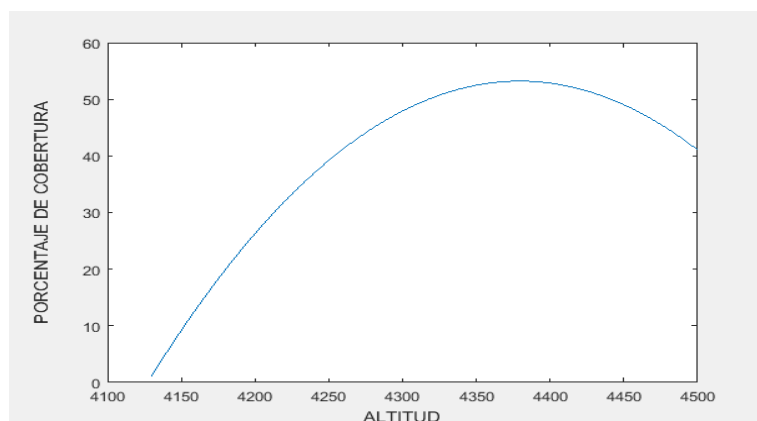


Figura N° 4. Representación gráfica de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

En la Figura N° 4 se evidencia que el porcentaje de cobertura vegetal de chillihua llega a su punto más alto a una altitud comprendida entre los 4350 y 4400 m.s.n.m., para luego descender a medida que se reduce la altitud. Cabe resaltar que los beneficios que aporta la cobertura vegetal pueden ser trasladados a términos económicos que calculen su valor a escala regional o global a través de los denominados servicios ecosistémicos (Rosas et al. 2005). La cobertura vegetal de una especie beneficia al ambiente a través del control de los microclimas, la regulación de caudales y la protección contra la erosión en suelos (Snigh y Yadava, 2003), sin embargo, puede verse afectada por variaciones climatológicas extremas, siendo capaz de modificar la distribución temporal y espacial del agua en el perfil del suelo (Celette et al., 2008; Tiedemann et al., 2010).

A lo largo del tiempo, las diferentes especies florísticas han modificado su comportamiento y estructura funcional, en función a la disponibilidad de luz, temperatura, agua y nutrientes (Lambers et al. 2008; Mordecai, 2012; Stewart y Verman, 2012; Anthelme y Peyre, 2020). Por tanto, es transcendental promover un ordenamiento ecológico en los territorios para que de esta forma, aplicando una metodología efectiva, la oferta ambiental se pueda integrar a la demanda social (Bocco et al. 1996), permitiendo evidenciar los elementos determinantes que deben ser tomados en cuenta durante la propuesta de estrategias de gestión (Galeana et al. 2009).

Conclusiones

La *F. dolichophylla* se distribuye de forma aleatoria en la zona media y baja de la micro cuenca de Calientes. Por otro lado, en la zona alta, se distribuye de forma contagiosa, compartiendo en cierta forma su nicho ecológico

con otras especies de pastizales. Asimismo, la frecuencia de la especie depende de forma directa de la altitud en la micro cuenca.

La chillihua posee una cobertura vegetal moderada en la zona alta y media de la micro cuenca de Calientes. Por otro lado, en la zona baja, posee una cobertura baja, lo cual podría deberse a bajos niveles de humedad.

La *F. dolichophylla* posee una buena cantidad de ejemplares (distribución espacial), los cuales poseen una cobertura vegetal significativa únicamente en la zona alta de la micro cuenca de Calientes, por lo cual, se recomienda promover proyectos de capacitación vinculados a técnicas de pastoreo y ecoturismo a los campesinos autóctonos para poder desarrollar una economía sostenible en la zona.

Referencia Bibliograficas

Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Anthelme, F. y Peyre, G. (2020). Biogeography of South American highlands. *Encyclopedia of the World's Biomes*. Springer. 978-0128160961.

Bocco, G., Velázquez, A., Torres, A. y Chávez, A. (1996). *Evaluación automatizada del paisaje, biodiversidad y ordenamiento territorial en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Taller Trabajo en Comunidades. Manejo ambiental integral en comunidades*. Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA). Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal, México.

Canales, A. (2011) *Bioestadística Herramienta para la Investigación. Primera edición*. Corporación MERÚ E.I.R.L, Puno, Perú.

- Castilla, G. (2003). Análisis orientado a objetos de imágenes de teledetección para cartografía forestal: bases conceptuales y un método de segmentación para obtener una partición inicial para la clasificación. (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Celette, F., Gaudin, R., y Gary, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy*, 29(4), 153-162.
- Clavijo, S. (1993). *Fundamentos de manejo de plagas*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- Comisión Técnica Regional de Junín. (2015). *Memoria descriptiva del estudio de cobertura vegetal del Departamento de Junín a escala 1:100000*. Zonificación Ecológica y Económica de la Región Junín, Junín, Perú.
- Condori, G. (2012). Influencia de la fragmentación en la diversidad de la flora silvestre y en los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal en Huerta Huaraya, Puno. *Ecosistemas*, 21(1-2): 230-234.
- Consejo Nacional del Ambiente del Perú. (2002). *Informe Geo Juvenil Perú*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA), Lima, Perú.
- Galeana, J., Corona, N. y Ordoñez, A. (2009). Análisis dimensional de la cobertura vegetal – uso de suelo en la Cuenca del Río Magdalena. *Ciencia Forestal en México*, 34(105), 135-156.
- Gardón, R. (2014). Distribución espacial de especies de la flora del monte occidental de la provincia de La Pampa y su relación con factores abióticos. (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentina.
- González, L. y Romero, A. (2013). Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura de la tierra e incidencia del cultivo de palma en el territorio del municipio de Villanueva Casanare. (Tesis de Maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Hernández, S., Fernandez, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. Mc Graw Hill, México Distrito Federal, México.
- Huamán, M., Espinoza, F., Barrial, A. y Ponce, Y. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 83-90.
- Lambers, H., Stuart, F. y Pons, T. (2008). *Plant physiological ecology. Segunda edición*. Springer, Nueva York, Estados Unidos.
- Maciel, C., Manríquez, N., Octavio, P. y Sánchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19.
- Martínez, A., López, P., Gil, A. y Cuevas, J. (2012). Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca Poblana, México. *Acta botánica mexicana*, (98), 73-98.
- Merlo, F., Ku, J., Condori, R., Pérez, L. y Albarracín, A. (2018). *Efecto de la edad y la época del año sobre el rendimiento y composición química del pastizal chilliwar Festuca dolichophylla en Tiahuanaco, Bolivia*. XXII Reunión Nacional de Asociación Boliviana de Producción Animal: 11 al 13 de Octubre de 2018, Santa Cruz, Bolivia.

- Merlo, F., Loza, M., Ku, J., Condori, R., Pérez, L. y Albarracín, A. (2019). Degredación in situ del pastizal Chilliwär *Festuca dolichophylla*: una alternativa para la alimentación animal. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 6(2), 47-56.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2014). *Manual Técnico 2: Manejo de pastos naturales altoandinos*. Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACCPERÚ), Lima, Perú.
- Mordecai, E. (2012). Soil moisture and fungi affect seed survival in California grassland annual plants. *PLoS One*, 7: e39083.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS), Santa Cruz, Bolivia.
- Meneses, R., Loza, S., Lliully, A., Palabral, A. y Anthelme, F. (2014). Métodos para cuantificar diversidad y productividad vegetal de los bofedales frente al cambio climático. *Ecología en Bolivia*, 49(3), 42-55.
- Ramos, V. (2011). *Manejo y mejoramiento de pasturas naturales altoandinas*. Fundación Suyana. La Paz, Bolivia.
- Rosas, I., Carranza, G., Nava, Y. y Larqué, A. (2006). *La percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal. Más allá del cambio climático*. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal, México.
- Salazar, J., Barri, F. y Cardozo, G. (2013). Distribución espacial y tasa de invasión de flora exótica en la Reserva Natural de Vaquerías – Provincia de Córdoba (Argentina). *Quaderni di Botanica ambientale e applicata*, 24, 3-12.
- Seingier, G., Espejel, I. y Fermán, J. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1), 54-69.
- Snigh, V. y Yadava, R. (2003). *Watershed Management*. Allied Publishers, Nueva Delhi, India.
- Southwood, T. (1978). *Ecological methods*. Chapman and Hall. London, Inglaterra.
- Stancik, D. (2003). Las especies del género *Festuca* (Poaceae) en Colombia. *Darwiniana*, 41(1-4), 93-153.
- Stewart, J., Verma, S. (2012). Comparison of surface fluxes and conductances at two contrasting sites within the FIFE area. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 97: 18623-18628.
- Tiedemann, J., Zerda, H., Grilli, M. y Ravelo, A. (2010). Distribución espacial de anomalías del NDVI derivado del sensor VEGETATION SPOT 4/5 y su relación con las coberturas vegetales, usos de la tierra y características geomorfológicas en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Ambiencia Guarapuava*, 6(3), 379-391.
- Trillo, F., Nuñez, J., Aguirre, L., Barrantes, C. y Flores, E. (2020). Comparación de indicadores autoecológicos en dinámica de crecimiento de *Festuca dolichophylla* (Presl, 1830) y *Festuca humilior* (Nees & Meyen, 1841). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18743.
- Villagra P., Giordano, C. Alvarez, J., Bruno, J., Guevara, A., Sartor, C., Passera, C., y Greco, S. (2011). Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología austral*, 21(1), 29-42.

Villalta, P., Zapana, J., Zapana, J. y Escobar, F. (2016). aluación de pastos y capacidad de carga animal en el fundo “Carolina” de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno Perú. *Revista de Investigación Altoandina*, 18(2), 303-310.

Villaseñor, J., y Téllez, O. (2010). Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología*, 75(002).

Zunino, M. y Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura Económico, México Distrito Federal, México.

CORRESPONDENCIA

La presente investigación deriva de la Tesis Doctoral denominada “Distribución espacial y cobertura vegetal de la especie *Festuca dolichophylla* en la Micro Cuenca de Calientes - Provincia de Candarave - Tacna - 2017”, sustentada y aprobada por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Perú.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

INSTRUCCIONES AL AUTOR

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

CONSIDERACIONES GENERALES

- El artículo enviado a la Revista Ciencia Tecnología e Innovación no debe haber sido publicado previamente o en su caso no debe haber sido enviado paralelamente a otra revista.
- Los artículos pueden ser publicados en español o inglés, sin embargo el título, resumen y palabras clave deben ir en ambos idiomas obligatoriamente. Artículos que estén pobremente redactados, serán rechazados automáticamente.
- El sistema de arbitraje adoptado por la Revista es de doble ciego, manteniendo en reserva la identidad del autor (res) y de los árbitros.
- Los artículos originales deben tener un mínimo de 7.000 palabras y un máximo de 10.000 palabras, se utilizará tipo de fuente Arial 12, o Time New Roman 12 a doble espacio.

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

Encabezado: Título en dos idiomas de no más de 15 palabras, nombres de los autores con apellido en letras mayúsculas, hasta un máximo de 5. Afiliación laboral o académica incluyendo correo electrónico del autor para correspondencia. Nombres científicos en cursiva.

Resumen: Debe resumir el contenido y relevancia del artículo, utilizando una nomenclatura científica estándar y evitando abreviaciones. El resumen no debe exceder las 250 palabras y debe incluir aspectos de cada sección del artículo.

Palabras clave: Elegir un grupo de palabras representativas de la publicación, no más de cinco y que no coincidan con las palabras utilizadas en el título.

SECCIONES DEL ARTÍCULO ORIGINAL

- Introducción,** debe contener la información adecuadamente hilada y contextualizada para guiar al lector hacia una pregunta o hipótesis que puede describirse de forma implícita o literal usualmente en el último párrafo de esta sección. Cada oración, con excepción de aquellas redactadas originalmente por el autor, deben llevar las respectivas citas bibliográficas de donde se extrajo la información mencionada (e.g. Fernandes 2015 – un solo autor, Fernandes & Gonzales 2015-dos autores, Fernandes et al. 2015 – más de dos autores), siguiendo el formato APA (Asociación Psicológica Americana) séptima edición o Vancouver. En caso de citar más de una referencia al final de una frase, las mismas se deben ordenar por orden de año de publicación desde el más antiguo al más reciente. La forma de citación es la misma para el resto de las secciones.

- b) Materiales y métodos**, deben describir de forma concisa y clara las fuentes de los materiales (e.g. localidades, coordenadas, zonas de muestreo, población muestreada) y regirse solo a describir de forma específica los métodos utilizados. Es motivo de rechazo de manuscrito el incluir descripciones poco claras o muy generales de las metodologías utilizadas, por ejemplo: “se utilizó el método hipotético deductivo cualitativo”. Se debe dar respaldo a las metodologías utilizadas a través de literatura que previamente haya validado las mismas, a menos que se trate de metodologías originales generadas durante la investigación. Se debe describir de forma clara los tipos de análisis utilizados con las variables de respuesta y las variables independientes, el tipo de diseño ya sea experimental u observacional, tamaño de la muestra, incluyendo los métodos estadísticos y programas o herramientas que se utilizaron para dicha tarea.
- c) Resultados**, debe describir los resultados que el autor considere relevantes a reportar en un orden similar al utilizado en la redacción de la metodología. En caso de utilizar herramientas estadísticas. Se debe incluir los parámetros estadísticos adecuados de cada test aplicado.
- d) Discusión**, se deben discutir los resultados más sobresalientes en relación a investigaciones previas que den soporte o en su caso demuestren patrones opuestos a los encontrados en la investigación, se debe evitar la especulación por parte de los autores y dar soporte con una cantidad adecuada de referencias bibliográficas a cada frase de esta sección. Usualmente el último párrafo de la discusión es utilizado para incluir conclusiones y/o sugerir ideas respecto al trabajo.
- e) Agradecimientos**, se debe agradecer a todos los actores que dieron apoyo a la investigación de forma logística, económica o académica.
- f) Referencias**, deben corresponder con las citas utilizadas en el documento, de acuerdo a la norma de la Asociación Psicológica Americana (APA) o Vancouver; asimismo, no deben superar las 30 referencias y deben ser de los últimos 5 años.
- g) Tablas y figuras**, deben ser autoexplicativas y contar con un índice para cada una que contenga la leyenda de la información entregada, el significado de las abreviaciones o acrónimos y en algunos casos la descripción de algún patrón que se quiera resaltar. Las leyendas de las tablas deben ir en la parte superior de las mismas y en el caso de figuras, que incluyen a gráficos, fotografías y/o diagramas, la leyenda debe ir en la parte inferior, de preferencia monocromáticas. Las figuras deben ser generadas en programas adecuados para la publicación. Tablas pueden ser generadas directamente en Word o programas similares, las figuras deben generarse en formato TIFF.
- h) Material suplementario**, el autor puede incluir el material que considere necesario como apoyo a su trabajo de investigación (e.g. fotografías, scripts).

Envío de artículos

Los artículos deben ser enviados mediante el siguiente correo electrónico: revista.cti@usfx.bo o remitidos a la oficina de la Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología, adjuntando el formato de originalidad, formulario de autorización y de recepción de artículo científico y la carta de presentación del mismo al editor. El archivo debe ir en formato Word editable. Tablas y figuras deben ir dentro del archivo y a la vez de forma independiente en uno de los formatos sugeridos anteriormente.

Asimismo, debe aclarar al editor que el escrito es original e inédito y no ha sido enviado ni será enviado a otras revistas mientras esté siendo manejado por la revista Ciencia, Tecnología e Innovación, también debe manifestar allí cualquier tipo de conflicto de interés percibido que pueda estar relacionado con la investigación.

Cualquier información adicional será suministrada por el correo electrónico revista.cti@usfx.bo o al teléfono fijo 591 – 4 – 64 37640. Mayores referencias: página web: <http://dicyt.usfx.bo/>

**DICTAMEN
ARTÍCULO ORIGINAL**

Código artículo:
Título del artículo:

.....
.....

1.- El título del Artículo refleja fielmente el contenido del artículo.

.....
.....

2.- El resumen se ajusta adecuadamente al contenido del Artículo.

.....
.....

3.- Estructura de la revisión (Introducción: indica claramente porque el tema es importante y/o el problema que trata de resolver; Objetivos: Están definidos de forma clara y concisa;Cuerpo de la revisión: Provee una síntesis, no un resumen, de desarrollos recientes sobre la temática:

Conclusiones: incluye un “mensaje para la casa” claro e indicaciones futuras de investigación, destacando limitaciones actuales y futuras).

.....
.....

4.- ¿Considera que el trabajo aporta ideas originales? Sí___No___¿Cuáles?

.....
.....

5.- ¿Es necesario hacer cambios de Trabajo Teórico, cuáles?

.....
.....

6.- ¿Es necesario hacer cambios de Trabajo Práctico, cuáles?

.....
.....

7.- ¿Cuáles son las principales fortalezas del artículo?

.....
.....

8.- Considera que el uso de tablas, gráficas y figuras es: Adecuada__Inadecuada__

.....
.....

9.- ¿Cuáles son las principales deficiencias del artículo?

.....
.....

10.- ¿Considera que la bibliografía es apropiada en número y relevancia?: Actualizada ()

Desactualizada () Excesiva () Suficiente () Insuficiente ()

11.- ¿La redacción considera reglas de estilo, sintaxis, coherencia entre párrafos, gramática, ortografía entre otros aspectos. : SÍ_____NO ____

Cierre del Dictamen

a) Recomendación respecto al artículo para su publicación o no, en la revista (Marque sólo una opción):

Aceptado (): Significa que el manuscrito cumple con los criterios de calidad tal como está, y las únicas mejoras que deben realizarse son el idioma o el formato;

Aceptado con correcciones menores (): Significa que el manuscrito cumple con los criterios de calidad pero que, sin embargo, podría mejorarse con mejores figuras, discusión adicional, un mensaje más sólido o aclaraciones técnicas;

Aceptado con correcciones mayores (): Significa que el manuscrito actualmente no cumple con los criterios de calidad, pero tiene una buena oportunidad una vez que los autores hayan revisado, corregido o aclarado las observaciones realizadas;

Rechazado (): Significa que el manuscrito no es pertinente dentro de la temática y alcance de la revista o tiene fallas profundas y no cumple con los criterios de calidad incluso después de una revisión exhaustiva. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación.

b) Recomendaciones para el editor:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c) Recomendaciones para el autor:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**COMITÉ EDITOR
REVISTA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

En cada sección use el espacio que considere necesario. El Comité Editorial garantiza el anonimato de su DICTAMINACIÓN. Le solicitamos atentamente que, una vez recibido el artículo a evaluar, nos entregue su dictamen en un plazo no mayor a 10 días.

Muchas gracias.



USFX®

Sucre-Bolivia, ____ de ____ de 20 ____

FORMATO DE ORIGINALIDAD

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables, por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de originalidad del siguiente artículo.

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a DICYT a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpressiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

Artículo (Article)

Firma (Signature)

Nombre (Name)



USFX®

Sucre-Bolivia, ____de____ de 20____

FORMATO DE AUTORIZACIÓN

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado mi artículo para su publicación, autorizo a Revista Ciencia, Tecnología e Innovación a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

Artículo (Article)

Firma (Signature)

Nombre (Name)

