

ISSN 2410-3551

Volumen 7, Número 23 – Julio – Diciembre – 2020

# Revista de Ciencias de la Salud

**ECORFAN®**

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

### **Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

### **Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

### **Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

### **Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

### **Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

### **Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

### **Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Revista de Ciencias de la Salud**, Volumen 7, Número 23, Julio a Diciembre 2020, es una revista editada semestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN-2410-3551. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre del 2020.

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

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

# **Revista de Ciencias de la Salud**

## **Definición del Research Journal**

### **Objetivos Científicos**

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Medicina y Ciencias de la Salud, en las Subdisciplinas de ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

### **Alcances, Cobertura y Audiencia**

Revista de Ciencias de la Salud es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Bolivia, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Medicina y Ciencias de la Salud. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

## **Consejo Editorial**

SOLORZANO - MATA, Carlos Josué. PhD  
Université des Sciences et Technologies de Lille

TREVIÑO - TIJERINA, María Concepción . PhD  
Centro de Estudios Interdisciplinarios

SERRA - DAMASCENO, Lisandra. PhD  
Fundação Oswaldo Cruz

DIAZ - OVIEDO, Aracely. PhD  
University of Nueva York

GARCÍA - REZA, Cleotilde. PhD  
Universidad Federal de Rio de Janeiro

LERMA - GONZÁLEZ, Claudia. PhD  
McGill University

CANTEROS, Cristina Elena. PhD  
ANLIS -Argentina

MARTINEZ - RIVERA, María Ángeles. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

DE LA FUENTE - SALCIDO, Norma Margarita. PhD  
Universidad de Guanajuato

PÉREZ - NERI, Iván. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

## **Comité Arbitral**

CARRETO - BINAGHI, Laura Elena. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

ALEMÓN - MEDINA, Francisco Radamés. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

BOBADILLA - DEL VALLE, Judith Miriam. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MATTA - RIOS, Vivian Lucrecia. PhD  
Universidad Panamericana

BLANCO - BORJAS, Dolly Marlene. PhD  
Instituto Nacional de Salud Pública

NOGUEZ - MÉNDEZ, Norma Angélica. PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México

MORENO - AGUIRRE, Alma Janeth. PhD  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

SÁNCHEZ - PALACIO, José Luis. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - RODRÍGUEZ, Ana Alejandra. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

CARRILLO - CERVANTES, Ana Laura. PhD  
Universidad Autónoma de Coahuila

CRUZ, Norma. PhD  
Universidad Autónoma de Nuevo León

## **Cesión de Derechos**

El envío de un Artículo a Revista de Ciencias de la Salud emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

## **Declaración de Autoría**

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

## **Detección de Plagio**

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

## **Proceso de Arbitraje**

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

## **Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación**

### **Área del Conocimiento**

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva y a otros temas vinculados a las Medicina y Ciencias de la Salud.

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Peróxido de Hidrógeno al 35% y su efecto sobre la microdureza dental*, por TORRES-CAPETILLO, Evelyn Guadalupe, CAPETILLO-HERNANDEZ, Guadalupe Rosalía, LECOURTOIS-AMÉZQUITA, Mariana Gabriela y TIBURCIO-MORTEO, Leticia, con adscripción en la Universidad Veracruzana, como segundo artículo presentamos, *Plan de Seguridad y Salud a través de un manual y capacitación para atender la normatividad de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en el primer semestre de 2020, en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Gto.*, por ORTIZ-AGUIRRE, Alejandra Guadalupe, RIVERA-CISNEROS, Miguel Ángel, RUIZ ESPARZA-OCHOA, Sandra y SÁNCHEZ-SOTO, Claudia, con adscripción en la Universidad Tecnológica de León, como tercer artículo presentamos, *Deterioro de la salud por causa de las vibraciones mecánicas en los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco*, por PÉREZ-VILLEGAS, Manuel, TÉLLEZ-HERNÁNDEZ, Rubén, SÁNCHEZ-BAÑUELOS, José Sebastián y TENORIO-CRUZ, Fermín, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Tecamachalco, como último artículo presentamos, *SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4*, por MEDINA-VELOZ, Gricelda, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes y el Instituto Tecnológico de Aguascalientes.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Peróxido de Hidrógeno al 35% y su efecto sobre la microdureza dental</b> TORRES-CAPETILLO, Evelyn Guadalupe, CAPETILLO-HERNANDEZ, Guadalupe Rosalía, LECOURTOIS-AMÉZQUITA, Mariana Gabriela y TIBURCIO-MORTEO, Leticia <i>Universidad Veracruzana</i>	1-4
<b>Plan de Seguridad y Salud a través de un manual y capacitación para atender la normatividad de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en el primer semestre de 2020, en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Gto.</b> ORTIZ-AGUIRRE, Alejandra Guadalupe, RIVERA-CISNEROS, Miguel Ángel, RUIZ ESPARZA-OCHOA, Sandra y SÁNCHEZ-SOTO, Claudia <i>Universidad Tecnológica de León</i>	5-10
<b>Deterioro de la salud por causa de las vibraciones mecánicas en los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco</b> PÉREZ-VILLEGAS, Manuel, TÉLLEZ-HERNÁNDEZ, Rubén, SÁNCHEZ-BAÑUELOS, José Sebastián y TENORIO-CRUZ, Fermín <i>Universidad Tecnológica de Tecamachalco</i>	11-17
<b>SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4</b> MEDINA-VELOZ, Gricelda, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe <i>Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</i> <i>Instituto Tecnológico de Aguascalientes</i>	18-28



## Peróxido de Hidrógeno al 35% y su efecto sobre la microdureza dental

### 35% Hydrogen Peroxide and its effect on dental microhardness

TORRES-CAPETILLO, Evelyn Guadalupe†, CAPETILLO-HERNANDEZ, Guadalupe Rosalía\*, LECOURTOIS-AMÉZQUITA, Mariana Gabriela y TIBURCIO-MORTEO, Leticia

*Universidad Veracruzana, Facultad de Odontología, Región Veracruz*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Evelyn Guadalupe, Torres-Capetillo* / ORC ID: 0000-0003-0576-0327, Researcher ID Thomson: T-1680-2018, CVU CONACYT ID: 308188

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Guadalupe Rosalía, Capetillo-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-2033-4660, Researcher ID Thomson: S-7875-2018, CVU CONACYT ID: 386320

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Mariana Gabriela Lecourtois Amézquita* / ORC ID: 0000-0002-4633-6023, CVU CONACYT ID: 297188

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Leticia Tiburcio Morteo* / ORC ID: 0000-0003-1806-4355

DOI: 10.35429/JOHS.2020.23.7.1.4

Recibido Agosto 10, 2020; Aceptado Diciembre 03, 2020

#### Resumen

Los peróxidos son actualmente los productos más utilizados para el aclaramiento dental, cuando el peróxido se descompone produce una disminución del pH en el medio en el que se encuentra, de forma inmediata en el esmalte produce grabado ácido que varía en función del pH del producto, tiempo de contacto y concentración. Objetivos: Conocer el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microdureza dental. Metodología: Estudio experimental, transversal, descriptivo. Empleando 50 dientes que fueron cortados 1 mm por debajo de la unión amelocementaria para crear dos caras vestibular y palatina. Se le sometió a un aclaramiento dental a base de peróxido de hidrógeno al 35%, para saber cuánta microdureza pierde el esmalte, unidad de medida Vickers. La microdureza se midió después de realizar 3 indentaciones en diferente superficie del esmalte a una fuerza de 50 gramos y a un tiempo de 20 segundos con una punta de diamante que dejaba una huella observada en el microscopio en forma de rombo piramidal; basándose en las diagonales vertical y horizontal se determinaba la microdureza Vickers. Contribución: De acuerdo con los resultados obtenidos encontramos que la aplicación de peróxido de hidrógeno al 35% disminuyó en un 25.08% la microdureza dental.

**Peróxido de hidrógeno, Microdureza, Esmalte**

#### Abstract

Peroxides are currently the most widely used products for tooth whitening, when peroxide decomposes it produces a decrease in the pH in the medium in which it is found, immediately in the enamel produces acid etching that varies depending on the pH of the product, contact time and concentration. Objectives: To know the effect of hydrogen peroxide at 35% on dental microhardness. Methodology: Experimental, transversal, descriptive study. Using 50 teeth that were cut 1 mm below the amelocemental junction to create two vestibular and palatal faces. The teeth were lightened with 35% hydrogen peroxide to find out how much micro-hardness the enamel loses, the Vickers unit of measurement. The microhardness was measured after making 3 indentations in different surfaces of the enamel at a force of 50 grams and a time of 20 seconds with a diamond tip that left a trace observed under the microscope in the form of a pyramidal diamond; based on the vertical and horizontal diagonals, the Vickers microhardness was determined. Contribution: According to the results obtained, we found that the application of 35% hydrogen peroxide decreased dental microhardness by 25.08%.

**Hydrogen peroxide, Microhardness, Enamel**

**Citación:** TORRES-CAPETILLO, Evelyn Guadalupe, CAPETILLO-HERNANDEZ, Guadalupe Rosalía, LECOURTOIS-AMÉZQUITA, Mariana Gabriela y TIBURCIO-MORTEO, Leticia. Peróxido de Hidrógeno al 35% y su efecto sobre la microdureza dental. Revista de Ciencias de la Salud. 2020. 7-23: 1-4

\* Correspondencia del Autor (gcapetillo@uv.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

El blanqueamiento dental es una de las técnicas odontológicas más utilizadas en la actualidad, produciendo en ocasiones resultados no predecibles, por variaciones en la respuesta de los agentes utilizados para tal efecto. Esta rama relacionada a la Odontología estética y relacionada con varias especialidades del área ha generado cada vez más conocimientos sobre los principios activos que llevan a un blanqueamiento exitoso, abriéndose nuevos campos investigativos que mejoren las expectativas de los profesionales y de los pacientes que solicitan dicho procedimiento. Mejía (2012).

El peróxido de hidrógeno actúa como un agente oxidante que tiende a captar los electrones del medio quedando reducido; mientras que las moléculas de pigmentos de cadenas moleculares largas que se encuentran inmersas en la estructura funcionan como un agente reductor que suministra electrones de su estructura química al medio siendo oxidado, generándose un rompimiento de enlaces simples y dobles de las cadenas conjugadas extensas. Baldión P. 2013.

El esmalte no es considerado un tejido, ya que no posee células dentro de la sustancia mineralizada, sino más bien es un casco que da protección al resto de los tejidos que conforma el diente, es llamado también sustancia adamantina.

El esmalte está formado por un 96% de sales minerales que forman cristales de hidroxiapatita, el cual está densamente empaquetados siendo colocados uno de bajo del otro por aposición, dando origen a los prismas como unidades básicas, al finalizar su formación, los ameloblastos forman una capa selladora sin presencia de prismas sino solo cristales aprismáticos.

El proceso químico de blanqueamiento dental consiste en la reacción de óxido-reducción, a través de la cual la cantidad de pigmentos removidos es proporcional a la concentración y el tiempo de exposición del esmalte al agente blanqueador. Da D, Costa S, 2017.

Las moléculas con dobles enlaces conjugados absorben selectivamente algunas longitudes de onda de luz y no absorben otras longitudes de onda, lo que produce el efecto de un diente más oscuro. Al usar un peróxido para romper los dobles enlaces conjugados en enlaces simples y moléculas más pequeñas, estas moléculas se vuelven translúcidas y la discromía tiende a desaparecer. Zerón A, 2018.

Hoy en día existen diferentes agentes blanqueadores, como son: el peróxido de hidrógeno, el peróxido de carbamida y el perborato de sodio. Cada uno presenta concentraciones variadas, pero en definitiva es el peróxido de hidrógeno quien inicia el proceso de degradación de las moléculas orgánicas complejas y de elevado peso molecular, que reflejan una longitud de onda de la luz específica, causante del color de la mancha. A través de este mecanismo de oxidación se logran estructuras de carbono hidrófilas, no pigmentadas y con enlaces de carbono saturados. López N, 2016

El peróxido de carbamida se disocia en peróxido de urea y peróxido de hidrógeno. Por otra parte, el perborato de sodio se descompone, una vez en contacto con el agua en: agua, metaborato de sodio y peróxido de hidrógeno, siendo en ambos casos el peróxido de hidrógeno el agente activo. López N, 2016.

Es importante considerar que el blanqueamiento presenta algunas limitaciones, considerando que es una alternativa formidable en el tratamiento estético. Independientemente de la técnica a ser utilizada es necesaria la supervisión y acompañamiento de un Cirujano Dentista, pues con un criterio diagnóstico adecuado, el tratamiento y la seguridad del mismo estarán garantizados y los resultados satisfactorios serán alcanzados.

## Objetivo

Conocer el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% sobre la microdureza dental.

## Metodología

Estudio de tipo experimental, descriptivo, transversal, cuantitativo en la Facultad de Odontología y de Ingeniería a 50 especímenes (25 GC y 25 GE) al GE se les aplicó peróxido de hidrógeno al 35% y se midió con un microdurómetro su microdureza dental medida en Vickers. Se realizó el análisis estadístico descriptivo mediante el programa Excel (Microsoft, versión 7) y el programa SPSS.

El producto de blanqueamiento que se ocupó para realizar este estudio fue Pola Office al 35% de peróxido de hidrógeno.

Para conocer la microdureza de cada diente se realizaron 3 indentaciones en diferente superficie del esmalte a una fuerza de 50 gramos y a un tiempo de 20 segundos con una punta de diamante que dejaba una huella observada en el microscopio en forma de rombo piramidal; basándose en las diagonales vertical y horizontal se determinaba la microdureza Vickers mediante la fórmula siguiente:  $HV: 1.8544 P / d^2$  donde HV es la microdureza Vickers, P es la carga de prueba usada y d es el promedio calculado de las diagonales medidas en  $mm^2$ .

## Resultados

A partir de los resultados obtenidos se calculó el promedio y su desviación estándar, posteriormente se realizó una prueba de diferencia de medias. El promedio del grupo control fue de 302.05 Vickers y el promedio del grupo experimental fue de 226.32 Vickers.

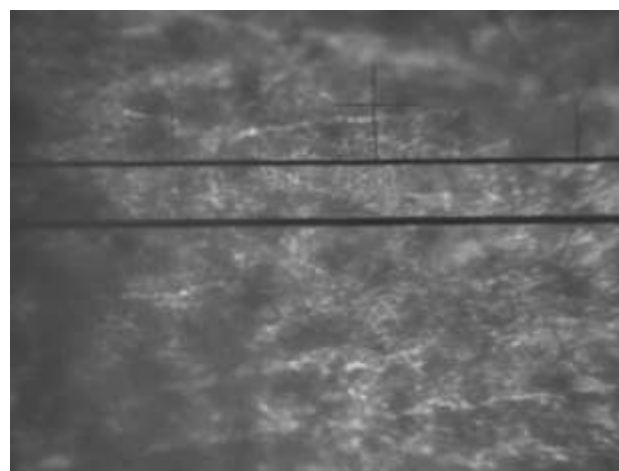
Con base en los promedios obtenidos del grupo control y grupo experimental se encontró una pérdida de microdureza Vickers de 25.08% después de aplicar el agente blanqueador Pola Office al 35% de peróxido de Hidrógeno.

Grupos	Mediana	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desv. Típica	p
Dureza antes	335.90	184.33	386.26	± 73.21	0.000
Dureza después	225.86	53.3	333.6	± 62.37	

**Tabla 1** P<0.05 Prueba de Wilcoxon

Se realizó una prueba para evaluar la normalidad de los datos obtenidos con la prueba de Kolmogorov Smirnov, se obtuvo un valor de probabilidad de 0.13, por lo tanto, se reporta el valor de la mediana y los valores máximos mínimos como medidas de tendencia central y la desviación típica como medida de dispersión.

Al no comprobar la normalidad de los datos se aplicó una prueba estadística no paramétrica para dos muestras relacionadas, la prueba de Wilcoxon. El valor de probabilidad fue de 0.000 (punto de corte  $p < 0.05$ ) por lo tanto se puede concluir que el agente blanqueador disminuye la dureza de los dientes de acuerdo con el experimento llevado a cabo.



**Figura 1** Figura 6.- Huella de indentación

## Discusión

Ortíz y cols, 2016 demostraron que el blanqueamiento sí afecta la microbiología de la superficie del esmalte, produciendo porosidades, cráteres y depresiones, además de que disminuye su microdureza.

Chacko y cols, 2018 coincidió en que las irregularidades aumentan en la superficie del esmalte con sustancias químicas.

Vargas y cols, 2015 demostraron que las muestras blanqueadas con peróxido de carbamida al 38% presentaron la mayor pérdida de fosfato del esmalte dental, equivalente a una disminución de aproximadamente el 45% la cual ocurrió principalmente en las primeras dos semanas del estudio.

## Conclusiones

Se demostró que el blanqueamiento sí afecta la microbiología de la superficie del esmalte, produciendo porosidades, cráteres y depresiones, además de que disminuye su microdureza.

Las irregularidades de la superficie aumentaron con sustancias químicas. La presente investigación coincidió con las investigaciones Vargas y cols, 2015 donde las muestras blanqueadas con peróxido de carbamida al 38% presentaron la mayor pérdida de fosfato del esmalte dental, equivalente a una disminución de aproximadamente el 45% la cual ocurrió principalmente en las primeras dos semanas del estudio.

El presente estudio coincide con el de Domínguez y cols, 2013 que presentó una diferencia significativa ( $p < 0.001$ ) entre los valores de antes y después de ambos grupos, incrementando los valores de microdureza Vicker en el grupo GCC y disminuyendo en el GC en un 6% cada uno.

## Recomendaciones

De acuerdo a esta investigación se recomienda que los especímenes a estudiar se obtengan después de un blanqueamiento dental con el uso de fuentes híbridas LED/LÁSER ya que este tipo de blanqueamiento está muy de moda y hay mucha controversia ya que muchos autores recomiendan no utilizarlas.

## Referencias

Baldión Elorza PA, Arcos Hurtado LC, Mora Portilla MA. Efecto de los fluoruros en la composición química del esmalte dental posblanqueamiento. *Effect of Fluorides over the Chemical Composition of Tooth Dental Enamel Post Bleaching*. *Univ Odontol*. 2011;30(65):41–9.

Baldión P. Influence of post-bleachInG tIme on a composItE resIn bond strenGth to enamel. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2013;25(1):92–116.

Bersezio C, Martín J, Herrera A, Loguercio A, Fernández E. The effects of at-home whitening on patients' oral health, psychology, and aesthetic perception. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):1–10.

Chacko Kalliath, Archana Mukunda, Meera Pynadath, Vidya Venugopal JP. Comparison between the effect of commercially available chemical teeth whitening paste and teeth whitening paste containing ingredients of herbal origin on human enamel. *Inst Post Grad Teach Res Ayurveda, Jamnagar*. 2018;39(2):113–7.

Da D, Costa S, Marson FC, Luiz A, Briso F, Pascotto C, et al. ANÁLISE laboratorial da quantidade de peróxido de hidrogênio e o pH nos enxaguantes bucais e pastas dentais. *Brazilian J Surg Clin Res - BJSCR*. 2017;18:49–53.

López N, Vale L, Coca A. Recromias en dientes vitales con cambio de coloración. *Rev odontológica Vidaurreta* [Internet]. 2016;4(10):25–34. Available from: <http://revzoilomarinaldo.sld.cu/index.php/zmv/article/view/875>.

Nam SH, Kwun HS, Cheon SH, Kim HY. Effects of whitening toothpaste on color change and mineral contents of dental hard tissues. *Biomed Res*. 2017;28(9):3832–6.

Ortíz Aguilar M, Zavala Alonso NV, Patiño Marín N, Martínez Castañón GA, Ramírez González JH. Efecto del blanqueamiento y el remineralizante sobre la microdureza y micromorfología del esmalte dental. *Rev ADM*. 2016;73(2):81–7.

Rodrigo M, Mejia G. (2012). Blanqueamiento Dental en dientes tratados endodónticamente. *Rev Actual clínica.*, 1:11, 35–40.

Vargas-Koudriavtsev T, Durán-Sedó R, Sáenz-Bonilla P, Bonilla-Mora V, Guevara-Bertsch M, Jiménez-Corrales RA, et al. Efecto de agentes de blanqueamiento dental sobre la concentración de fosfato en el esmalte dental por medio de espectroscopia Raman. *Rev Odontológica Mex* [Internet]. 2015;19(4):232–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1870199X15000427>.

Zerón A. Dejando las cosas claras. Just to clarify. *Rev ADM* 2018;75(1):4–6.

**Plan de Seguridad y Salud a través de un manual y capacitación para atender la normatividad de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en el primer semestre de 2020, en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Gto.**

**Health and Safety Plan through a manual and training to meet STPS regulations and reduce work risks in the first semester of 2020, in a shoe maquiladora company in the city of León, Gto.**

ORTIZ-AGUIRRE, Alejandra Guadalupe†\*, RIVERA-CISNEROS, Miguel Ángel, RUIZ ESPARZA-OCHOA, Sandra y SÁNCHEZ-SOTO, Claudia

*Universidad Tecnológica de León, León, Guanajuato*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Alejandra Guadalupe, Ortiz-Aguirre*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Miguel Ángel, Rivera-Cisneros*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Sandra, Ruiz Esparza-Ochoa*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Claudia, Sánchez-Soto*

DOI: 10.35429/JOHS.2020.23.7.5.10

Recibido Septiembre 30, 2020; Aceptado Diciembre 18, 2020

**Resumen**

En el presente artículo se presentan los resultados de una investigación que se aplicó a una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Guanajuato, en la cual se diseñó un plan de seguridad y salud en el trabajo a través de un manual y capacitación al personal para dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS) y disminuir riesgos de trabajo. La Prevención de Riesgos Laborales es la disciplina que busca promover la seguridad y salud de los trabajadores mediante la identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados a procesos productivos, además de fomentar el desarrollo de actividades y medidas para prevenir los riesgos del trabajo, fortaleciendo así los objetivos estratégicos para el desarrollo del capital humano dentro de la organización.

**Prevención, Riesgos, Seguridad, Higiene, Normatividad**

**Abstract**

This article presents the results of an investigation that was applied to a footwear assembly company in the city of León, Guanajuato, in which an occupational health and safety plan was designed through a manual and training for the staff to comply with the Official Mexican Standards (NOM) of the Ministry of Labor and Social Security (STPS) and reduce work risks. Occupational Risk Prevention is the discipline that seeks to promote the safety and health of workers by identifying, evaluating and controlling the dangers and risks associated with production processes, as well as promoting the development of activities and measures to prevent occupational risks, thus strengthening the strategic objectives for the development of human capital within the organization.

**Prevention, Risks, Safety, Hygiene, Regulations**

**Citación:** ORTIZ-AGUIRRE, Alejandra Guadalupe, RIVERA-CISNEROS, Miguel Ángel, RUIZ ESPARZA-OCHOA, Sandra y SÁNCHEZ-SOTO, Claudia. Plan de Seguridad y Salud a través de un manual y capacitación para atender la normatividad de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en el primer semestre de 2020, en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Gto. Revista de Ciencias de la Salud. 2020. 7-23: 5-10.

\* Correspondencia del Autor (alejandra.ortiz1125@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

Las empresas para lograr la competitividad deben generar las condiciones para que el capital humano desarrollen sus capacidades y se sientan seguros para generar productividad y así lograr los objetivos estratégicos de las mismas. En relación a la seguridad y la salud deben acoplarse a las medidas y reglas adoptadas con la finalidad de prevenir accidentes y minimizar los riesgos, para el establecimiento de condiciones adecuadas en el ambiente de trabajo. El control de la seguridad e higiene resulta de vital importancia en las empresas de cualquier giro, el desafío que enfrentan los encargados de seguridad es crear una profunda conciencia de prevención en lugar de insistir en la conexión de accidentes o condiciones de riesgo.

La presente investigación presenta los resultados obtenidos para el establecimiento de un plan de seguridad y salud, en una empresa maquiladora de calzado que se ubica en la ciudad de León, Guanajuato, durante el periodo enero-abril de 2020, en la que a partir de un diagnóstico inicial se determinó que no cumplían con toda la normatividad y la documentación necesaria que establece la STPS, estaba desactualizada, por lo cual se procedió a establecer un plan de seguridad y salud, adecuado al contexto de la organización.

## Justificación

Los peligros, los riesgos, representan una probabilidad de sufrir accidentes de trabajo o contraer una enfermedad profesional. Por ello, saber reconocer los riesgos permite tener los cuidados necesarios para alargar la vida profesional y evitar los accidentes mediante un plan de seguridad e higiene. El presente trabajo de investigación, busca generar en la empresa que solicitó el proyecto, las condiciones de seguridad, salud y bienestar, en un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para desarrollar las habilidades físicas y mentales de los trabajadores.

Los accidentes o riesgos de trabajo aumentan permanentemente a medida que se van empleando nuevas maquinarias, métodos y ambientes de trabajo, algunos con mayores o menores riesgos en la dinámica de las organizaciones por atender sus objetivos estratégicos.

Al mentalizar al trabajador será el recurso más valioso de la empresa para inculcarle una cultura de seguridad personal y de grupo, se obtiene una mejor producción y la empresa no pagará tanto dinero, ya que mientras menor sea los accidentes, las cuotas de seguros serán menores y ese dinero se puede emplear en incentivos al personal. Para que este proceso sea completo, se debe llevar un seguimiento constante y llevar a cabo las acciones correctivas y preventivas, es importante hacerlo ya que es un acto con el cual se disminuirán los riesgos y accidentes laborales.

La relevancia y pertinencia del proyecto es que la Empresa solicitante identificó que uno de sus principales objetivos en materia de capital humano es dar cumplimiento a las normas de la Secretaria de Trabajo Previsión Social, para disminuir los riesgos de trabajo y así buscar la seguridad y la salud de los trabajadores, para lo cual en mayo del 2018 solicitaron los servicios de un consultor externo para dar cumplimiento a la normativa, sin embargo, el proceso no se finalizó. En el 2019 la STPS dio a conocer su programa de inspecciones para vigilar el cumplimiento de la normatividad laboral, así mismo ofrece documentos de los protocolos de inspección, el cual tiene como objetivo principal que los patrones acrediten la normatividad laboral aplicable en materia de Condiciones de Trabajo Generales, de Capacitación y Adiestramiento y de Seguridad e Higiene y en caso de no cumplir se les multara, de ahí el gran interés de la organización para llevar a cabo el presente proyecto.

## Descripción del Método

Método Cuantitativo, *Diseño de Investigación*. Es un método no experimental: No se tiene el control de las variables. *Transeccional*: Se llevó a cabo en un solo momento. *Tipo de Investigación*: Descriptiva: Se utilizó estadística descriptiva. *Técnicas de investigación*: El registro de mediciones se llevó a cabo de la siguiente manera:

- a. Lista de Verificación conforme a los requisitos de las NOM de la STPS.
- b. Cuestionario estructurado.
- c. Herramientas de análisis.

El Universo, población y muestra del objeto de estudio del presente documento es una empresa que solicitó el apoyo para llevar a cabo el plan de seguridad y salud en el trabajo, es maquiladora de calzado mediana, cuenta con 300 trabajadores, con capacidad de producción de 13,000 pares semanales de calzado, que empezó su actividad en el año 1999, está ubicada en la ciudad de León, Guanajuato.

### Objetivo general

Diseñar el plan de seguridad y salud en el trabajo a la empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Guanajuato, a través del desarrollo de un manual y la capacitación de los trabajadores para disminuir los riesgos de trabajo y atender la normatividad de la STPS durante el primer semestre del año 2020.

*Secuencia* para lograr el objetivo general:  
Objetivos metodológicos.

1. Aplicar el diagnóstico de los riesgos de trabajo y de la aplicación de la normatividad de la STPS de la empresa maquiladora.
2. Diseñar el plan de seguridad y salud en el trabajo a través del diseño del manual para la empresa
3. Capacitar al coordinador del sistema de gestión, al auxiliar del SGC y al coordinador de seguridad e higiene para implementar el plan de seguridad en el trabajo para la empresa.
4. Evaluar la intervención de la implementación del plan de seguridad y salud en la Empresa.

### Hipótesis de Trabajo

H1: El plan de seguridad y salud mediante el diseño de un manual y capacitación permitirá atender las normas de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Guanajuato.

### Hipótesis Nula

H0: El plan de seguridad y salud mediante el diseño de un manual y capacitación no permitirá atender las normas de la STPS, ni disminuir los riesgos de trabajo en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Guanajuato.

### Desarrollo

Los resultados de la Investigación fueron los siguientes:

Del Objetivo Metodológico 1: Realizar un diagnóstico de la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS, de la empresa maquiladora de calzado, objeto de estudio. Fecha de aplicación: Del 29 de enero de 2020 al 10 de febrero de 2020

El diagnóstico inicial, arrojó la necesidad de contar con un plan de seguridad e higiene a través de un manual actualizado y la capacitación de los trabajadores para disminuir los riesgos de trabajo.

Para poder determinar esta necesidad se realizó un recorrido de observación con una lista de verificación y se aplicó un cuestionario encontrando los siguientes resultados:

- a) Del recorrido de observación se encontró la siguiente problemática: a) No se mantienen registros de lesiones por accidentes de trabajo, b) No se llevan a cabo reuniones con frecuencia de seguridad, c) Los residuos peligrosos no están identificados, d) No se han establecido procedimientos para reportar acciones, e) Las áreas de trabajo no están ordenadas y limpias, f) No se tiene establecido un plan de evacuación en caso de un incendio y g) No cuentan con la comisión mixta de seguridad e higiene.
- b) Se aplicó una encuesta a 50 trabajadores del área de producción de diferentes áreas, acerca de cómo se les da a conocer las normas, a continuación, se da a conocer los resultados obtenidos:

Concepto	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo
1.- ¿La empresa constantemente les recuerda las normas de seguridad e higiene?	70%	0%	10%	10%
2.- ¿La empresa imparte constantemente capacitaciones de seguridad?	38%	0%	8%	54%
3.- ¿Se revisa que porten el equipo de protección personal cuando se requiere?	0%	0%	80%	20%
4.- ¿Cuenta con equipo de protección personal por parte de la empresa?	60%	0%	40%	0%
5.- ¿Usted como trabajador tiene la cultura de seguir los protocolos de seguridad adecuadamente?	8%	0%	34%	38%
6.- ¿Cree que la salud tiene que ver con la seguridad?	40%	50%	10%	0%
7.- ¿Cree que la empresa le da importancia suficiente a la seguridad?	58%	42%	0%	0%
8.- ¿Has sufrido algún accidente?	70%	0%	10%	20%
9.- ¿Cuál fue la causa que originó el accidente? <b>Cortadas 48%</b> , caídas y tropezones 9%, machucones 20% y alteración en la piel por RP 23%.				
10.- ¿Cómo actuó la empresa? <b>No se reportó el accidente 86%</b> , Se reportó el accidente, pero la empresa no hizo nada 14%, se reportó y la empresa tomo medidas correspondientes 0%				

c) Se realizó otro recorrido aplicando una matriz de la normatividad de la STPS, para identificar los factores de riesgos en la empresa y se determinó que se aplicarían 19 Normas Oficiales Mexicanas de la STPS que a continuación se detalla los hallazgos encontrados:

Normas de seguridad	Especificaciones	Cumple	No cumple
1.-NOM 020-STPS-2011	Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.	En cambio sí disponen de espacios libres para el mantenimiento de los equipos, cuentan con instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad	No se cumple con un listado de los recipientes sujetos a presión, ni los procedimientos para el mantenimiento de los mismos, además de no tener autorización avalada por la STPS para su uso.
2.-NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	Se proporcionan verifican el funcionamiento de las herramientas.	No se tiene un estudio de riesgo potencial por maquinaria, ni se cuenta con dispositivos de seguridad, además de no tener un manual sobre las medias de seguridad.
3.-NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene.	Se brinda mantenimiento preventivo para las actividades de soldadura y corte	No hay un programa de seguridad para los trabajos de soldadura y corte, ni se tiene la autorización necesaria, además de no contar con casetas, mamparas o delimitar las áreas, ni se tiene un botiquín de primeros auxilios
4.-NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.	Se tiene ventilación natural y bloqueo de energía para el control de riesgos	No se realizan verificaciones de las instalaciones, las medidas de las escaleras no corresponden con lo que dice la norma.

5.-NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	. Los recipientes de sustancias químicas peligrosas cuentan con un sistema que interrumpa el flujo	No se tiene un estudio de riesgos potenciales para el uso de sustancias químicas peligrosas, tampoco el personal no está capacitado para el manejo de SQP, además de no contar con lavaojos, regaderas, neutralizadores en caso de emergencia.
6.-NOM-002-STPS2010.	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	Se instalan equipos contra incendio y se verifican según la norma	Las salidas de emergencia son mayores a 40 metros, pero por lo general se cumple un 90% con esta norma ya que se revisan y se dan mantenimiento conforme a la norma, y con las medidas de colocación correspondientes, además de que no se cuentan con ningún tipo de brigadas.
7.-NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.	(NO CUMPLE)	No se tiene un análisis de riesgos a los que se exponen los trabajadores en mantenimiento, tampoco se proporciona capacitación y adiestramiento para realizar instalaciones eléctricas, no se proporciona EPP para trabajar con instalaciones eléctricas, además de que no cuenta con atención médica para un posible accidentado por contacto de energía eléctrica.
8.-NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.	. Se establecen condiciones de seguridad generación de cargas eléctricas, además se instalan sistemas de tierra	Los valores de resistencia de la red de tierras, de ahí en más se cumplen con toda la normativa
9.-NOM-006-STPS-2000	Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones de seguridad y salud en el trabajo		No se cuenta con un registro de la vigilancia a la salud de los trabajadores que estén expuestos a sobrecarga musculares o de postura
10.-NOM-009-STPS-2011	Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.	Se cuentan con programas de mantenimiento preventivo, se mantiene el registro durante 12 meses, además los trabajadores que realizan trabajos en altura cuentan con EPP	No se cuenta con la autorización por escrito, ni se realizan exámenes médicos especiales, tampoco se les informa a los trabajadores los riesgos de realizar los trabajos en altura
Normas de salud	Especificaciones	Cumple	No cumple
11.-NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se realizó un estudio de ruido para conocer los decibeles permisibles de la norma.	No se le informa al personal las alteraciones a su salud por el ruido, ni se vigila la salud de los trabajadores. Sin embargo se han realizado estudios de ruido.



12.-NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Se realizó un estudio de iluminación para conocer los niveles de iluminación.	No se cuenta con un programa de mantenimiento de iluminarias, ni iluminación eléctrica para en caso de emergencia, además como tampoco se tiene un estudio de los riesgos potenciales.
13.-NOM-014-STPS-2000	Exposición laboral a presiones ambientales anormales-Condiciones de seguridad e higiene.	(No cumple)	No se tiene por escrito el análisis e los riesgos para el personal, ni se les informa sobre los riesgos existentes
14.-NOM-010-STPS-1999	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.	(No cumple)	No se cuenta con ningún programa de seguridad que permita mejorar condiciones del medio ambiente.
<b>Normas de salud</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
15.-NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	La empresa les proporciona EPP adecuado para sus actividades.	Al personal se le otorga equipo de protección personal, pero no se tiene un análisis para determinar el EPP, además que no se les proporciona capacitación y adiestramiento ni información sobre los riesgos a los que están expuestos
16.-NOM 026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se ubican señales de S Y H conforme al código de colores según las NOM	No se tiene identificado las áreas en donde se requiera el uso obligatorio de EPP.
17.-NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	. Se cuentan con HDS y los pictogramas.	No se proporciona capacitación a las personas que utilizan sustancias químicas peligrosas.
18.-NOM-019-STPS-2004	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.	(no cumple)	No se cuenta con una comisión mixta de seguridad e higiene, tampoco se proporciona la información sobre procesos de trabajo, materias primas y sustancias utilizadas en dichos procesos; las incidencias, accidentes.
19.-NOM-028-STPS-2004	Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.	. Se cuenta con un análisis de riesgos para sustancias químicas peligrosas y registros actualizados de mantenimiento preventivo	No se proporciona capacitación y adiestramiento relacionado con mantenimiento de procesos y procedimientos, ni se le comunica a los contratistas los riesgos a los que está expuesto

Objetivo metodológico 2 Diseñar el plan de seguridad y salud en el trabajo a través del diseño del manual para la empresa. Fecha de aplicación: Del 11 de febrero de 2020 al 28 de febrero de 2020.

- a) Se diseñó un manual en donde se estipula el plan de seguridad y salud en el trabajo de la empresa maquiladora, estableciendo los objetivos, el alcance, marco conceptual, justificación de la importancia, actividades para cumplir con la normatividad, el proceso de evaluación de los riesgos mediante un diagrama de flujo, se Adjuntó el programa con las especificaciones y las fechas correspondientes para que el coordinador de seguridad e higiene lo implemente.

Objetivo Metodológico 3 capacitar al coordinador del sistema de gestión, al auxiliar del SGC y al coordinador de seguridad e higiene para implementar el plan de seguridad en el trabajo para la empresa. Fecha de aplicación: Del 2 de marzo de 2020 al 13 de marzo de 2020.

- a) Se programaron las capacitaciones en un horario en la que tuvieran disponibilidad los trabajadores de la empresa de poder cumplir con el mismo, en sesiones de 30 minutos por cada una de las normas que se aplicarán a la empresa.

Objetivo Metodológico 4. Evaluar la intervención de la implementación del plan de seguridad y salud en la Empresa. Fecha de Aplicación del 13 de marzo al 23 de marzo de 2020.

- a) Se elaboró el manual y se consideraron junto con el coordinador del sistema de gestión de calidad, el auxiliar y el coordinador de seguridad e higiene, las medidas pertinentes para elaborar el plan de Seguridad y salud en el trabajo de la empresa, abordando la temática con estrategias para atender la normatividad de la STPS, quedando el contenido de la siguiente manera:

1. Políticas del manual
2. Objetivos del plan de seguridad y salud en el trabajo
  - 2.1 Objetivo General
  - 2.2. Objetivo específico
3. Importancia
4. Alcance
5. Definiciones
6. Riesgos, enfermedades y accidentes de trabajo
7. Flujograma (accidentes de trabajo)

8. Evaluación de riesgo
9. Normas de seguridad 9.1. NOM-020-STPS-2011; 9.2. NOM-004-STPS-1999; 9.3. NOM-027-STPS-2008; 9.4. NOM 001-STPS-2008; 9.5. NOM-005-STPS-1998; 9.6. NOM-002-STPS-2010; 9.7. NOM-029-STPS-2011; 9.8. NOM-022-STPS-2015; 9.9. NOM-006-STPS-2000; 9.10. NOM-009-STPS-2011;
10. Normas de salud: 10.1. NOM-011-STPS-2001; 10.2. NOM-025-STPS-2008; 10.3. NOM-014-STPS-2000; 10.4. NOM-010-STPS-1999;
11. Normas organizacionales : 11.1. NOM-017-STPS-2008; 11.2. NOM-026-STPS-2008; 11.3. NOM-018-STPS-2000; 11.4. NOM-019-STPS-2004; 11.5. NOM-028-STPS-2004
12. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo: 12.1. Normas de seguridad; 12.2. Normas de salud; 12.3. Normas organizacionales.

\*Se Evaluó la capacitación, se diseñó un examen y se retroalimentó a cada participante.

### Discusión

En la Hipótesis planteada. El plan de seguridad y salud mediante el diseño de un manual y capacitación permitirá atender las normas de la STPS y establecer estrategias para disminuir los riesgos de trabajo para la empresa maquiladora de calzado. Los resultados de la investigación arrojan que el plan de seguridad y salud permitirá atender la normatividad de la STPS y establecer estrategias para disminuir los riesgos de trabajo para la empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Guanajuato.

### Conclusiones

El desarrollo de la investigación ha permitido cumplir con los objetivos, al mismo tiempo nos permite comprobar que la situación actual de la empresa deba contar con un plan de seguridad y salud en el trabajo. Se determinó que la creación de un ambiente seguro en el trabajo implica cumplir con las normas y procedimientos, sin pasar por alto ninguno de los factores que intervienen en la confirmación de la seguridad como son: en primera instancia el factor humano (entrenamiento y motivación), las condiciones de la empresa (infraestructura y señalización), las condiciones ambientales (ruido y ventilación), las acciones que conllevan riesgos, prevención de accidentes, entre otros.

La participación activa de los trabajadores en la labor continua de prevención de accidentes es un factor esencial para el éxito de cualquier programa de prevención de accidentes. Adoptar las medidas de seguridad e higiene es una conciencia que deben tener todos los trabajadores en las industrias.

### Referencias

Chiavenato, I. (2009). Administración de Recursos Humanos -El Capital Humano de las organizaciones. (8° ed). México: Mc Graw Hill Interamericana.

Herrera, A. (1998). Validación de instrumentos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ley Federal del Trabajo, (1992), Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México, novena edición, 446 págs.

Louart, P. (1994), Gestión de los Recursos Humanos. Ediciones Gestión 2000. Anaya, V. (2006), Diagnóstico de seguridad e higiene del trabajo listados de verificación basados en la normatividad mexicana. México: Universidad de Guadalajara.

Mondy, R & Noe (2005). Administración de Recursos Humanos. Novena. Edición. México: Pearson.

Normas Oficiales Mexicanas de la STPS. DOF. STPS.

## Deterioro de la salud por causa de las vibraciones mecánicas en los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco

### Health damage due to mechanical vibrations in the work centers of the Tecamachalco zone

PÉREZ-VILLEGAS, Manuel†\*, TÉLLEZ-HERNÁNDEZ, Rubén, SÁNCHEZ-BAÑUELOS, José Sebastián y TENORIO-CRUZ, Fermín

*Universidad Tecnológica de Tecamachalco*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Manuel, Pérez-Villegas* / ORC ID: 0000-0002-4204-3813, Researcher ID Thomson: ABC-8100-2020, CVU CONACYT ID: 818732

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Rubén, Téllez-Hernández* / ORC ID: 0000-0002-6184-3226, Researcher ID Thomson: S-8747-2018, CVU CONACYT ID: 665940

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *José Sebastián, Sánchez-Bañuelos* / ORC ID: 0000-0002-3577-7384

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Fermín, Tenorio-Cruz* / ORC ID: 0000-0002-8727-1502, Researcher ID Thomson: S-8629-2018, CVU CONACYT ID: 84030

DOI: 10.35429/JOHS.2020.23.7.11.17

Recibido Octubre 10, 2020; Aceptado Diciembre 29, 2020

#### Resumen

El objetivo de esta investigación es reunir los elementos suficientes para implementar un programa de monitoreo y control de vibraciones en diversas empresas de la región de Tecamachalco, de acuerdo a los límites de exposición permisibles sugeridos por la norma ISO 2631-1 y en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001. Se trata de asegurar el bienestar de los trabajadores, disminuyendo el riesgo laboral y los potenciales accidentes que pueden ocurrir en consecuencia. Se realizó una investigación para determinar las condiciones de operación de las empresas, después se realizó un análisis para determinar los niveles de vibración existentes y en base a ello, realizar la propuesta más adecuada para disminuir los riesgos de deterioro de la salud de los trabajadores por causa de las vibraciones de los equipos. La aportación de la presente investigación consiste en concientizar a los empresarios de los riesgos que tienen los trabajadores al estar en contacto con las vibraciones mecánicas por periodos prolongados de tiempo, con sus repercusiones a mediano y largo plazo.

**Vibraciones, Exposición, Riesgo laboral**

#### Abstract

The objective of this research is to gather sufficient elements to implement a vibration monitoring and control program in various companies in the Tecamachalco region, in accordance with the permissible exposure limits suggested by ISO 2631-1 and in compliance with the Official Mexican Norm NOM-024-STPS-2001. It is about ensuring the wellness of workers, reducing the occupational risk and potential accidents that may occur as consequence. An investigation was done to determine the operating conditions of the companies, then an analysis was done to determine the existing vibration levels and based on this, make the most appropriate proposal to reduce the risks of deterioration of the health of workers by cause of equipment vibrations. The contribution of the research consists of making employers aware of the risks that workers have when being in contact with mechanical vibrations for long periods of time, with their repercussions in the medium and long term.

**Vibrations, Exposure, Occupational risk**

**Citación:** PÉREZ-VILLEGAS, Manuel, TÉLLEZ-HERNÁNDEZ, Rubén, SÁNCHEZ-BAÑUELOS, José Sebastián y TENORIO-CRUZ, Fermín. Deterioro de la salud por causa de las vibraciones mecánicas en los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco. Revista de Ciencias de la Salud. 2020. 7-23: 11-17

\*Correspondencia al Autor (correo electrónico: mantenimiento-utt@outlook.es)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

## Introducción

Las vibraciones de origen mecánico representan un riesgo para la salud de las personas, cuando éstas se exponen al operar herramientas, equipos o máquinas que generan vibraciones. Desde una perspectiva de la Seguridad y Salud en el Trabajo, se ha demostrado que la exposición a vibraciones críticas en cuerpo entero, combinada con otros factores, tales como demandas posturales incómodas, pueden afectar sensiblemente la salud y el bienestar de los trabajadores. Con el fin de intervenir en este riesgo se han elaborado normas de carácter internacional que permiten la identificación, evaluación e intervención de los riesgos asociados a las vibraciones mecánicas. (Castro et al., 2016).

El objetivo de esta investigación es reunir los elementos suficientes para implementar un programa de monitoreo y control de vibraciones en diversas empresas de la región de Tecamachalco, debido a los altos niveles de vibración presentados, de acuerdo a los límites de exposición permisibles sugeridos por la norma ISO 2631-1 y en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001. Se trata de asegurar el bienestar de los trabajadores, disminuyendo el riesgo laboral y los potenciales accidentes que pueden ocurrir en consecuencia.

Con la implementación de éste programa se busca disminuir el efecto que tienen las vibraciones mecánicas en el cuerpo del trabajador, que son transmitidas de las máquinas al cuerpo de los trabajadores y que lo afectan directamente, causando deterioro físico, disminuyendo su rendimiento laboral y propiciando condiciones inseguras de trabajo. Todo esto afecta directamente la competitividad de las empresas.

Para esta investigación se cuenta con el equipo analizador de vibraciones: ADASH A43000 - VA3, equipado con el acelerómetro 100mV/g p/propósito general de la marca ADASH y personal certificado para el análisis.

## Vibraciones

La palabra vibración se refiere a los movimientos oscilatorios (en todas las direcciones) de las estructuras, de los sistemas mecánicos o de sus componentes.

Las vibraciones son causadas siempre por fuerzas no continuas, esto es, fuerzas que puedan ser oscilatorias en magnitud o dirección, o fuerzas que se aplican o liberan de repente. En general, la vibración puede describirse como un movimiento oscilatorio de un sistema. El movimiento puede ser un movimiento armónico simple o puede ser extremadamente complejo. El sistema puede ser gaseoso, líquido o sólido. (Heno, 2007, p. 81).

De acuerdo con Falagán (2000), la vibración es un fenómeno físico no deseable, aunque en ocasiones se produce para hacer funcionar un dispositivo (martillos mecánicos, cintas transportadoras vibratorias, tamices vibradores, etc.) y en esos casos el ruido resultante es inevitable, debiendo procederse al aislamiento necesario (Jesús & Ciro, 2016).

## Efectos de las vibraciones sobre el cuerpo humano

En muchos estudios desarrollados en campo o laboratorios se han investigado las respuestas objetivas y subjetivas de los seres humanos a las vibraciones. Los objetivos de estos estudios han sido diversos, desde la identificación de los factores que afectan las respuestas biodinámicas en presencia de vibraciones (Nawayseh & Griffin, 2012), hasta los factores que afectan el confort y la salud (Basri & Griffin, 2012, 2013).

Así mismo investigaciones como las desarrolladas por Ramakrishnan, Milosavljevic & Sullivan (2011), en las que se encuentra una relación lineal negativa entre la masa corporal y los niveles de exposición a vibraciones (Ramakrishnan, Milosavljevic, & Sullivan, 2011 y Blood, Ploger, Yost, Ching & Johnson, 2010).

Existen otras molestias que afectan a la salud humana tales como: irritabilidad, tensión nerviosa, lo cual origina fatiga precoz, puede causar molestia, accidentes y favorecer el ausentismo, disminución de la resistencia eléctrica de la piel, reducción de la actividad gástrica, aceleración temporal del ritmo respiratorio y cardíaco con aumento de la presión arterial, si es extremadamente excesivo, pueden producirse sensaciones de nistagmo y oscilaciones involuntarias de los glóbulos oculares, hay variaciones en el sueño y disminución de la capacidad de visión para los colores y las formas. (Ugarte Alba & Mosqueda Matos; Espinoza Aguilar et al., 2018)

Los factores de riesgos físico: ruido y vibraciones constituyen riesgos importantes razón por la cual deben ser identificados, evaluados, medidos y controlados de manera efectiva que permitan asegurar el bienestar del trabajador en las labores que desempeña (Mantenimiento & Electrogenos, 2018).

En la Tabla 1 se muestran las actividades para las que puede ser conveniente alertar sobre los efectos desfavorables de la vibración de cuerpo completo.

1	Conducción de tractores
2	Vehículos de combate blindados (p. ej., tanques) y otros similares
3	Otros vehículos todoterreno: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de movimiento de tierras: cargadoras, excavadoras, bulldozers, motoniveladoras, cucharas de arrastre, volquetes, rodillos compactadores</li> <li>- Máquinas forestales</li> <li>- Maquinaria de minas y canteras</li> <li>- Carretillas elevadoras</li> </ul>
4	Conducción de algunos camiones (articulados y no articulados)
5	Conducción de algunos autobuses y tranvías
6	Vuelo en algunos helicópteros y aeronaves de alas rígidas
7	Algunos trabajadores que utilizan maquinaria de fabricación de hormigón
8	Algunos conductores ferroviarios
9	Uso de algunas embarcaciones de alta velocidad
10	Conducción de algunos ciclomotores
11	Conducción de algunos turismos y furgonetas
12	Algunas actividades deportivas
13	Algunos otros tipos de maquinaria industrial

**Tabla 1** Actividades para las que puede ser conveniente alertar sobre los efectos desfavorables de la vibración de cuerpo completo

Fuente)(Griffin & Griffin, n.d.)

Los principales tipos de vibraciones son los siguientes:

- Las vibraciones del cuerpo completo ocurren cuando el cuerpo está apoyado en una superficie vibrante (por ejemplo, cuando se está sentado en un asiento que vibra, de pie sobre un suelo vibrante o recostado sobre una superficie vibrante). Las vibraciones de cuerpo completo se presentan en todas las formas de transporte y cuando se trabaja cerca de maquinaria industrial. Para el caso particular de esta investigación nos concentramos en las personas que trabajan en industrias establecidas de la región de Tecamachalco, Puebla.

- Las vibraciones transmitidas a las manos son las vibraciones que entran en el cuerpo a través de las manos. Están causadas por distintos procesos de la industria, la agricultura, la minería y la construcción, en los que se agarran o empujan herramientas o piezas vibrantes con las manos o los dedos. La exposición a las vibraciones transmitidas a las manos puede provocar diversos trastornos, a saber:
  - Trastornos vasculares;
  - trastornos neurológicos periféricos;
  - trastornos de los huesos y articulaciones;
  - trastornos musculares,
  - otros trastornos (todo el cuerpo, sistema nervioso central).

Actividades tales como la conducción de motocicletas o el uso de herramientas vibrantes domésticas pueden exponer las manos esporádicamente a vibraciones de gran amplitud, pero solo las largas exposiciones diarias pueden provocar problemas de salud (Griffin 1990).

Dependiendo de la intensidad y duración de las vibraciones de todo el cuerpo, son también los efectos, que son usualmente trastornos de bienestar, percepción del dolor, reacción fisiológica, y la disminución en el rendimiento (Parra Parra, 2019)

Una exposición prolongada a las vibraciones está fuertemente asociada con las lumbalgias, que es una enfermedad de la columna que causa dolores en la columna baja y ocupa el tercer lugar entre las 10 principales causas de demanda de consulta en el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2017). A corto y mediano plazo también se pueden presentar alteraciones en las necesidades fisiológicas, alteraciones neuromusculares, alteraciones cardiovasculares, respiratorias, endócrinas y metabólicas, alteraciones sensoriales y del sistema nervioso central.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, los límites máximos permisibles de exposición a vibraciones en cuerpo entero se establecen en la tabla 2.

Frecuencia central de tercio de octava (Hz)	Tiempo de Exposición								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.0
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

**Tabla 2** Límites de aceleración longitudinal como función de la frecuencia y del tiempo de exposición (Trabajo et al., 2002)

### Problemática

Los niveles de vibración en algunos centros de trabajo de la zona de Tecamachalco pueden deteriorar la salud de los trabajadores. Generalmente no existe una medición y monitoreo preciso de los niveles de vibraciones a los cuales está expuesto el trabajador, lo cual puede resultar en daños o trastornos músculo-esqueléticos a largo plazo.

Los centros de trabajo de la región en general, no cuentan con ningún programa regulatorio de vibraciones y en muchos casos no tienen conocimiento de los daños que puede tener el trabajador, por ese motivo es imprescindible monitorear la aplicación de la normatividad vigente en materia de vibraciones, para evitar el incumplimiento legal y lo más importante, asegurar el bienestar de los trabajadores.

### Justificación

El desarrollo de esta investigación es importante porque pretende delimitar los límites máximos de exposición de los trabajadores a las vibraciones, en magnitud y en tiempo, a fin de asegurar el bienestar de los mismos y garantizar su desempeño laboral. Por medio de la universidad se pretende realizar una concientización e implementación de este programa en las empresas de la región de Tecamachalco.

### Desarrollo de la investigación

Los pasos para el desarrollo de la investigación son:

1. Investigación documental sobre las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de la región de Tecamachalco, para determinar las condiciones de operación de las mismas.
2. Realizar un estudio para determinar las primeras empresas que se visitarían, de acuerdo a su tamaño, localización, índice de criticidad de vibraciones, disponibilidad de tiempo y recursos.
3. Certificación de un docente en análisis de vibraciones nivel I, ante el Vibration Institute con norma ANSI (American National Standards Institute) ISO/IEC 17024, ISO 18436-1 e ISO 18436-2. El docente Manuel Pérez Villegas obtuvo el Certificado número 2018-12615, con vigencia hasta febrero 2021, expedido por el Instituto Mexicano de Mantenimiento Predictivo, en la ciudad de Querétaro, Qro.
4. Analizar la información para determinar posibles mejoras en los procesos, viabilidad de automatización, análisis de vibraciones de los equipos y verificar que se cumpla con la norma ISO 2631-1 y con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
5. Visitar a las empresas para exponer los resultados del análisis de vibraciones a los encargados, con las propuestas más adecuadas para disminuir los riesgos de deterioro de la salud de los trabajadores, haciendo énfasis en los equipos o actividades de mayor riesgo y diseñar, en conjunto con la empresa, una reprogramación de actividades o adecuación de las áreas de trabajo que puedan ocasionar riesgos al trabajador.
6. Concientizar a los jefes o encargados, de la importancia que debe tener el cuidado del bienestar de sus empleados, obteniendo como resultado un bienestar de los mismos y en consecuencia una mayor productividad para la empresa, además de evitar consecuencias legales para la empresa por el incumplimiento de las normas o por algún accidente.

7. Realizar un programa de seguimiento para monitorear los niveles de vibración a los cuales están expuestos los trabajadores. El seguimiento puede ser semanal, quincenal o mensual, de acuerdo a los niveles de criticidad encontrados.
8. Entrega de informes y resultados.

**Empresas de la región de Tecamachalco**

En la región de Tecamachalco del estado de Puebla, existen muchas empresas de todos los giros y tamaños: micro, pequeñas, medianas y grandes. En la tabla 3 se muestra la estratificación de las empresas por tamaño en México, de acuerdo a la Secretaría de Economía.

Para hacer esta catalogación se usan características cuantificables como el número de empresas ocupadas, las ventas, el valor de las inversiones o el valor de mercado de la empresa. Sin embargo, para que se pueda clasificar a todas las empresas es importante que los datos considerados sean fáciles de obtener y conocer por cualquiera (incluyendo las empresas que tienen pocos controles). Por esta razón, en muchos países se utiliza sólo el número de empleados y las ventas, ya que son datos fáciles de obtener casi a simple vista (Saavedra y Hernandez, 2008; Rafael Posada Velásquez, Óscar Cuauhtémoc Aguilar Rascón, 2016).

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de ventas anuales (mdp)
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	De \$4.01 hasta \$100
	Industria y servicios	Desde 11 hasta 50	De \$4.01 hasta \$100
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	De \$100.01 hasta \$250
	Servicios	Desde 51 hasta 100	
	Industria	Desde 51 hasta 250	De \$100.01 hasta \$250

**Tabla 3** Estratificación de las empresas por tamaño en México  
 Fuente: Secretaria de Economía (2009)

El sector de interés para nuestra investigación corresponde a la industria metalmeccánica, de manufactura y la industria de alimentos y bebidas. En general analizamos los centros de trabajo que tienen equipos que generan vibraciones, o que, por sus características de operación, pueden transmitir una cantidad importante de vibraciones a los trabajadores, ya sea por las manos o por cuerpo completo. El objetivo es determinar el nivel de vibraciones actual, compararlo con las normas vigentes y verificar si son peligrosas o no para los trabajadores.

En caso de ser potencialmente peligrosas, se darán las recomendaciones necesarias a la empresa.



**Figura 1** Vibraciones transmitidas a las manos  
 Fuente: PRODUCMEC Exporter of Mexican Fresh Producer

Las primeras visitas se planearon para las empresas: Bachoco, Planta San Gabriel Tetzoyocan, Tecamachalco, Avitec en la ciudad de Tecamachalco y Producmec, en San Salvador Huixcolotla. Lamentablemente por la pandemia sólo se realizó la visita a Producmec. En la visita a la empresa se encontró que no existía ningún tipo de control sobre las vibraciones de los equipos ni de las transmitidas a los trabajadores.

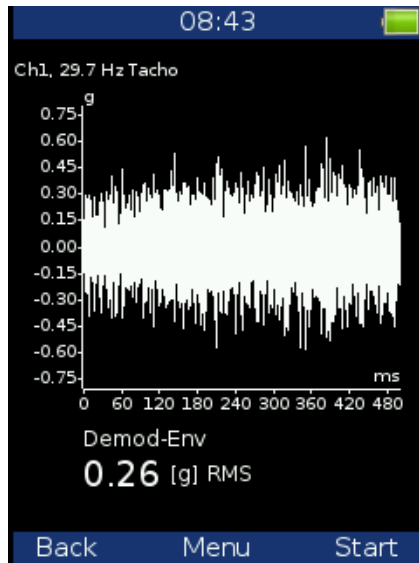


**Figura 2** Vibraciones de las maquinas  
 Fuente: PRODUCMEC Exporter of Mexican Fresh Producer

En las figuras 1 y 2 puede observarse un contacto directo entre los rodillos con las manos de las personas, en este caso la vibración es presentada es de 0.26 m/s<sup>2</sup> en una frecuencia central de tercio de octavas de 8 Hz. De acuerdo a la NOM-024-STPS-2001, el periodo de trabajo debería de ser de 8 a 16 horas máximo, sin embargo, las jornadas de trabajo regularmente son de más de 8 horas diarias, porque la empresa trabaja de acuerdo a los pedidos recibidos diariamente.



Como medida de prevención, la empresa tiene una rotación de personal, para que las personas no estén siempre en contacto con la máquina, pero hay ocasiones en que deben estar hasta 12 horas o más trabajando en la misma máquina.



**Figura 3** Lectura de vibración de 0.26 [g] RMS ( $m/s^2$ )  
Fuente: Analizador de vibraciones ADASH 4300 VA3

Se le recomendó a la empresa asegurarse de que la exposición a las vibraciones diarias no excediera de 8 horas diarias. Se hizo énfasis en los beneficios de la implementación de nuestro programa de monitoreo de vibraciones en la empresa, particularmente en el bienestar de los trabajadores y en alargar la vida útil de los equipos. A raíz de eso, se puro formalizar un convenio de colaboración con la empresa. El equipo con el cual se realizan los estudios de vibraciones es el analizador de vibraciones para diagnóstico de maquinaria ADASH 4300 – VA3, con acelerómetro 100mV/g, que es un potente analizador de vibraciones multicanal de uso industrial.

## Resultados

Los resultados aún son parciales, porque debido a la pandemia de COVID-19 no se pudo terminar la investigación como se tenía planeada, pero de acuerdo a los primeros resultados ya obtenidos de parte de la empresa Producmec, el objetivo de la investigación se cumplió satisfactoriamente, porque se reunieron los elementos suficientes para implementar un programa de monitoreo y control de vibraciones en esta empresa de la región de Tecamachalco, además de la firma de un convenio de colaboración que beneficia ambas partes.

## Conclusiones

Concluimos que esta investigación es viable y los primeros resultados obtenidos son satisfactorios de acuerdo al objetivo principal:

- Se identificaron las principales fuentes de vibraciones, su magnitud y riesgo para los trabajadores.
- Se realizó un programa de seguimiento para monitorear los niveles de vibración a los cuales están expuestos los trabajadores.
- Mediante las evaluaciones de vibraciones de cuerpo completo y de manos, realizadas en los trabajadores que tienen contacto con los equipos, se identificaron los niveles de vibración.
- Dado que la exposición continua a las vibraciones aumenta el riesgo por vibración, los horarios de trabajo se modificaron en beneficio de la salud del trabajador.
- Se firmó un convenio de colaboración para brindar el asesoramiento adecuado a la empresa y capacitar en métodos de trabajo correctos y seguros.

## Referencias

- Castro, A., Jesús, G. De, Oropesa, M., & Reyes, A. (2016). Evaluación de las vibraciones globales transmitidas a trabajadores en una empresa agroindustrial productora de azúcar. *Salud de Los Trabajadores*, 24(1), 27–37.
- Espinoza Aguilar, Y., Luna Florin, A., Buele Calderón, M., & Merchan Ochoa, A. (2018). Diagnóstico de las afectaciones socio-ambientales por el ruido en el procesamiento de cacao de la corporación CAORO en el sitio Río Negro. *Revista San Gregorio*, 1(22), 22–29. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i22.596>
- Griffin, M. J., & Griffin, M. J. (n.d.). *Director del capítulo*.
- Jesús, A. G. De, & Ciro, M. (2016). Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo en compañías del sector metalmecánico. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 62(245), 327–336.
- Mantenimiento, O. Y., & Electrógenos, D. E. G. (2018). *ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL*.



Parra Parra, J. A. (2019). *Evaluación de vibraciones de cuerpo completo en los trabajadores que manipulan el equipo caminero del GAD municipal de Latacunga. 2.* <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Rafael Posada Velásquez, Óscar Cuauhtémoc Aguilar Rascón, N. B. P. A. (2016). *Análisis sistémico de la micro y pequeña empresa en México* (Issue December).

Trabajo, D., Seguridad, R. F. De, Mexicana, N. O., Administrativo, P., Regulatoria, F. D. M., Higiene, V. D. E. S. E., & Centros, E. N. L. O. S. (2002). *Secretaría del trabajo y prevision social.*

## SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4

### Parallel SVM to optimize response time in the prediction of co-receptors of the R5, X4 and R5X4 viruses (mutated) that cause AIDS (HIV-1) on CD4 cells

MEDINA-VELOZ, Gricelda†\*, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes  
Instituto Tecnológico de Aguascalientes*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Gricelda, Medina-Veloz* / ORC ID: 0000-0002-1955-3620, arXiv Author ID: GrisArvix18, CVU CONACYT ID: 228438

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Francisco Javier, Luna-Rosas* / ORC ID: 0000-0001-6821-4046, arXiv Author ID: arXivFco19, CVU CONACYT ID: 87098

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Kelly Carolina, Martínez-Valadez*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Juan Felipe, Tavarez-Avenidaño* / ORC ID: 0000-0001-8336-1546

DOI: 10.35429/JOHS.2020.23.7.18.28

Recibido Octubre 10, 2020; Aceptado Diciembre 28, 2020

#### Resumen

En particular, los virus R5 HIV-1 usan CCR5 como un co-receptor para la entrada viral, los virus X4 HIV-1 usan el CXCR4, mientras algunos extraños virus conocidos como R5X4 o D-tropic, tienen la habilidad de utilizar ambos co-receptores. Los virus X4 y R5X4 son asociados con un rápido progreso en el VIH-1. En este artículo se realizarán una serie de experimentos para implementar una máquina de aprendizaje supervisado en paralelo que permita optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores (CCR5, CXCR4) del Virus que causan el sida (VIH-1) en células CD4. Para implementar la máquina de aprendizaje supervisado en paralelo utilizaremos Snow en R. Snow provee el soporte para fácilmente ejecutar funciones en R en paralelo. La mayoría de las funciones en paralelo en Snow son variaciones de la función estándar lapply(). Para implementar las funciones en paralelo, Snow utiliza una arquitectura, maestro/esclavo donde el maestro envía tareas a los trabajadores, y los trabajadores ejecutan las tareas y retornan los resultados al maestro.

**SVM en Paralelo, VIH, Tiempo de Respuesta**

#### Abstract

In particular, the R5 HIV-1 viruses use CCR5 as co-receptor for the virus entrance, the X4 virus HIV-1 use the CXCR4, while some strange viruses known as R5X4 or D-tropic, have the ability to use both co-receptors. The X4 and R5X4 viruses are associated with rapid progress in HIV-1. In this article a series of experiments will be carried out to implement a Supervised Learning Machine in Parallel that allows optimizing the response time in the prediction of co-receptors (CCR5, CXCR4) of the virus that cause AIDS (HIV-1) in CD4 cells. To implement the machine in parallel we will use Snow in R. Snow provides the support to easily execute functions in R in parallel. Most functions in parallel in Snow are variations of the standard lapply () function. To implement the functions in parallel, Snow uses a master / slave architecture where the teacher sends tasks to the workers, and the workers execute the tasks and return the results to the teacher.

**Parallel SVM, HIV, Response time**

**Citación:** MEDINA-VELOZ, Gricelda, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe. SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4. Revista de Ciencias de la Salud. 2020. 7-23: 18-28.

\*Correspondencia al Autor (correo electrónico: gricelda.medina@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

## 1. Introducción

El SIDA es un problema de Salud pública importante en el mundo siendo cada vez más alto el nivel de incidencia en mujeres. Urge implementar medidas preventivas para evitar la transmisión del VIH, aun no hay una vacuna segura, efectiva y lista para usarse contra el SIDA. Mientras los antiretrovirales actuales mejoran la salud del enfermo, en unos años estos desarrollaran resistencia a estos medicamentos.

El tropismo del Virus de Inmunodeficiencia Humana se define como la atracción altamente específica del virus hacia el tejido del huésped, determinado en parte por los marcadores de superficie de las células de este (por ejemplo las células CD4). Los virus desarrollan una habilidad específica para atacar las células en forma selectiva, así como los órganos del huésped y a menudo, ciertas poblaciones de células que se encuentran en los órganos del cuerpo del huésped [1].

En 1983 se aisló por primera vez el retrovirus de la familia de los lentivirus en pacientes con SIDA [2]. A partir de esta fecha, la comunidad científica ha intensificado su búsqueda en conocer más la biología molecular y patogénesis del VIH. Los pacientes con SIDA presentan disminución de linfocitos CD4+ según progresa su enfermedad, así en 1984 se planteó que era precisamente la molécula CD4, el receptor específico para que el virus del VIH entrara a la célula [2].

En 1986 se demostró que la proteína gp120, de la envoltura viral, se acoplaba al CD4 y ambas moléculas co-precipitaban como un complejo inmune, demostrando así la unión gp120-CD4. La expresión del CD4 en la membrana es necesaria pero no suficiente para que el virus se funda con la célula, la búsqueda del posible coreceptor se extendió por unos 10 años.

Actualmente, a partir de 1996 se han identificado el CCR5 y el CXCR4 como principales quimosinas (citocinas quimiotácticas) co-receptoras para el VIH lo cual ha llevado a entender el tropismo viral y la patogénesis en el ámbito molecular [1].

## 2. Antecedentes

En 1981, el comité internacional sobre la taxonomía de los virus (ICTV) [2] propuso la definición siguiente: “Una especie del virus es un concepto que será representado normalmente por un grupo de cadenas de una variedad de fuentes, o una población de cadenas de una fuente particular, que tienen en común un sistema de propiedades correlacionadas estables que diferencian un grupo de otros grupos de cadenas” [2]. Hoy, el ICTV reconoce más de 3.600 especies del virus [2].

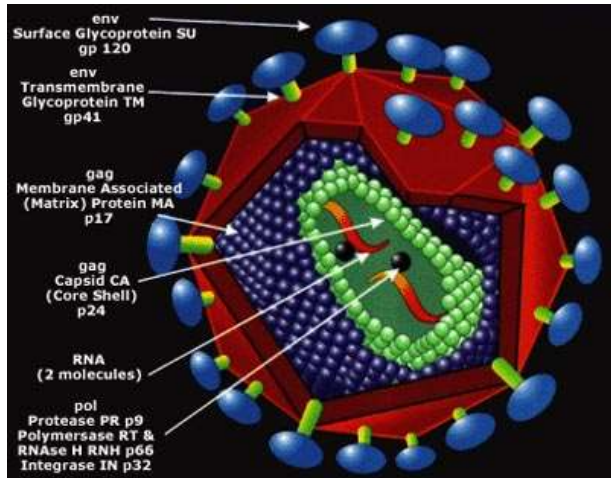
Los virus animales se clasifican en seis clases: I, II III, IV, V, y VI.

### 2.1 Clase VI. Retroviridae

Es un grupo de virus de RNA que infectan animales y seres humanos. Aunque el nombre de retrovirus fue asignado como tal hasta 1974, los retrovirus fueron descubiertos mucho antes, en 1908 y 1911 [2]. La mayoría de los virus introducen su RNA a la célula huésped y actúa como mRNA o es transcrito en mRNA. El Retroviridae es diferente, lleva con ellos una enzima única llamada transcriptasa reversa. Esta enzima es una polimerasa RNA-dependiente del DNA que convierte el RNA viral en DNA. Esta RNA viral tiene extremos pegajosos únicos que le permite integrar en el anfitrión su propio DNA. Puede integrarse en el genoma celular y permanecer durante muchísimo tiempo inactivo. Está implicado en la producción de tumores y, entre sus virus más conocidos, se encuentra el VIH.

Como se puede observar en la Figura 1, la estructura general de un retrovirus está formada principalmente por una bicapa lípido-proteica formada por dos subunidades proteicas que son codificadas por el gen env (en la sección 2.3 se describen los genes) del virus y componentes lipídicos y proteicos propios de la membrana celular. También son llamadas glicoproteínas específicas e importantes que causan la infección. Contiene además una cápside esférica o cónica formada por 3 subunidades proteicas codificadas por el gen gag. Dentro se encuentran las enzimas virales necesarias para el proceso de replicación viral: proteasa (gen pro) y la transcriptasa inversa e integrasa, codificadas por el gen pol.

Algunos Retrovirus aislados causan leucemia o el sarcoma en células huésped de vertebrados, por eso algunas veces son llamados virus del sarcoma-leucemia [2].



**Figura 1** Estructura del Retrovirus

Fuente: Courtesy of Stanford University School of Medicine.

[http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret\\_6\\_gpe\\_desc.html](http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret_6_gpe_desc.html) (USA-2015)

Algunos retrovirus causan cáncer directamente, integrando genes llamados oncógenes en el DNA de la célula huésped, causando la transformación maligna de células normales en las células de cáncer, éstos se llaman virus transformadores agudos. Otros causan cáncer indirectamente activando un proto-oncogen del huésped, éstos se llaman virus transformadores no-agudos. Otra característica importante es que algunos retrovirus son citotóxicos para ciertas células, inflándolas. El más notable es el virus del síndrome de la inmunodeficiencia en humanos que destruye los linfocitos CD4 T que infecta.

## 2.2 Clasificación de Retrovirus

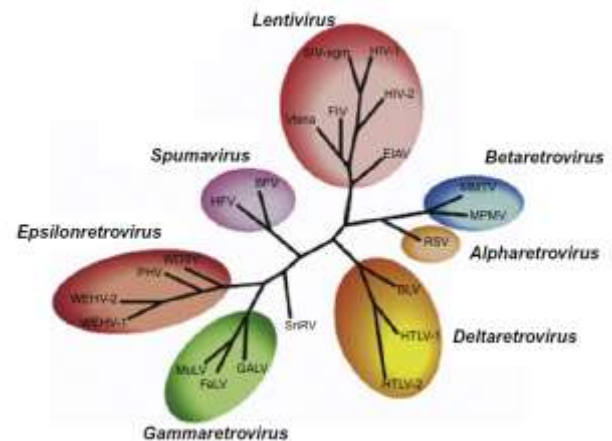
Los retrovirus se clasifican actualmente en 7 géneros [2], lo cual se puede apreciar en la Figura 2, donde se observan los distintos géneros de retrovirus de acuerdo a la familia que pertenecen. Tal es el caso de VIH perteneciente a la familia de Lentivirus.

Las familias conocidas y clasificadas hasta el momento por ICTV son:

- Alpharetrovirus, Betaretrovirus, Epsilonretrovirus, Gammaretrovirus: Contienen genomas simples.

- Lentivirus, Spumavirus y Deltaretrovirus. Contienen genomas complejos.

Sólo los retrovirus con genoma simple y spumavirus llegan a ser retrovirus endógenos en sus huéspedes; Esto es, retrovirus que se encuentran latentes dentro de la célula huésped. Los Lentivirus son retrovirus citopáticos (retrovirus que dañan la célula) que causan fundamentalmente cuadros de inmunodeficiencia, síndromes neurológicos y enfermedades autoinmunes de evolución lenta.



**Figura 2** Análisis Filogenético de Retrovirus

Fuente: Courtesy of International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV-2015).

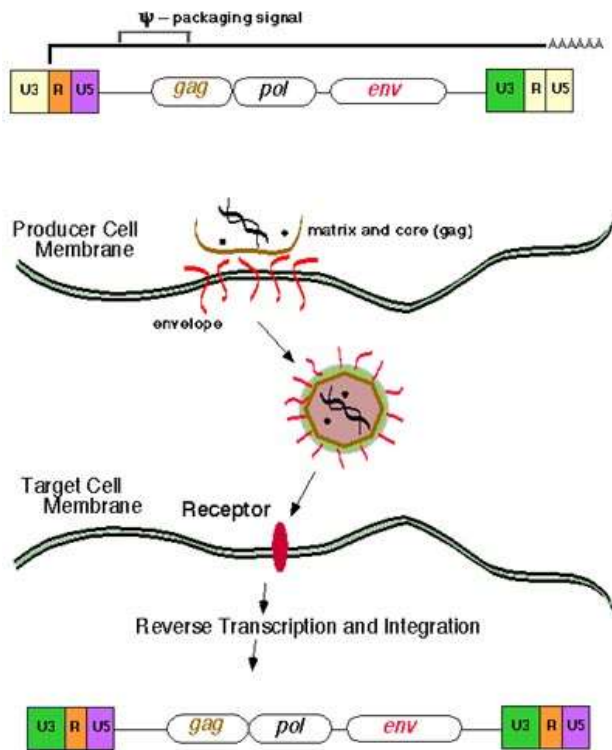
<http://ictvonline.org/index.asp>

## 2.3 Ciclo vital de retrovirus

La naturaleza del genoma retroviral fue descubierta en los años 1960's. [3]. Todos los genomas retrovirales consisten en dos cadenas (filamentos positivos) idénticas de moléculas de DNA o RNA, por lo que son los únicos virus diploides conocidos. El genoma consiste en 2 moléculas idénticas lineales de ssRNA (+) entre 7-11 kilobases. En los extremos del genoma se localizan las regiones extensas terminales repetidas LTR (long terminal repeats), con secuencia redundante (R) que juega un papel primordial durante el proceso de retrotranscripción.

La conservación del genoma diploide de los retrovirus tiene un papel dominante en el ciclo vital del virión. El genoma diploide parece estar ligado físicamente y el sitio en el cual el acoplamiento ocurre se le llama Sitio del Acoplamiento del Dímero (DLS), el cual contribuye como señal para la encapsulación de retrovirus.

En la Figura 3 se aprecia la acción infectiva del retrovirus de VIH (ciclo vital), que se encuentra en una célula infectada denominada célula huésped.



**Figura 3** Ciclo vital de retrovirus

Fuente: Courtesy of Stanford University School of Medicine.

[http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret\\_6\\_gpe\\_desc.html](http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret_6_gpe_desc.html) (USA-2015).

El ciclo vital retroviral comienza en el núcleo de una célula infectada, parte superior de la Figura 3, donde se muestra la membrana de la célula huésped (envolvente) y el genoma del virus (genes gag, pol, env). En esta etapa del ciclo vital el genoma retroviral es un elemento del DNA integrado en el DNA de la célula huésped. El genoma del virus es de aproximadamente 8-12 kilobases del DNA (depende de la especie retroviral).

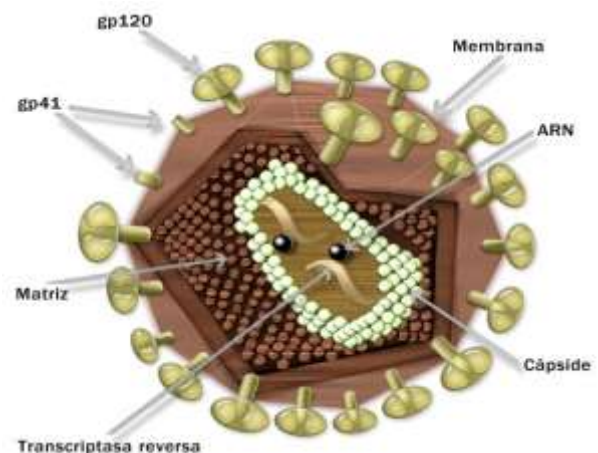
El genoma del virus aprovecha los elementos disponibles en la célula huésped para formar la cápside que encierra el corazón del virus encapsulando genes y otros elementos (matriz and core), enseguida el virus sale de la célula huésped como partícula libre (parte central de la Figura 3) y busca otras células sanas para infectarlas, lo cual se observa en la parte inferior de la Figura 3 (Target cell membrane).

La partícula libre puede infectar las nuevas células uniéndose a un receptor de la superficie de la célula (receptor).

La especificidad de la interacción del virus con la célula huésped es determinada en gran parte por las proteínas de la cápside del retrovirus. La infección conduce a la inyección de nucleoproteínas del virus, que consiste sobre todo en proteínas derivadas del genoma gag, RNA genómico integral, y la enzima transcriptasa reversa. Una vez dentro de la célula, el complejo nucleoproteico a través de la enzima transcriptasa reversa, recién producida, inicia la creación de una copia de la doble cadena del DNA del genoma del retrovirus con objeto de integrarla en el cromosoma de la célula huésped (parte inferior de la Figura 3). Al término de la transcripción reversa, la enzima viral integrasa busca en el DNA de la célula huésped un lugar apropiado, en donde corta un segmento de DNA del anfitrión y pega el DNA de doble cadena recién copiado en el DNA de la célula huésped, el retrovirus ahora está preparado para iniciar una nueva ronda de replicado.

## 2.4 Retrovirus más comunes en humanos

En el hombre se han descrito tres retrovirus patógenos, el HTLV-I es un retrovirus oncogénico que causa un cuadro de leucemia-linfomas de células T y un cuadro neurológico en el 5% de los pacientes que infecta. El HTLV-II que se ha aislado de algunos casos de leucemias. Y el último, el HTLV-III conocido como VIH, descubrimiento en 1983, agente causal del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA). El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) es un retrovirus no transformante perteneciente a la familia de los Lentivirus [2].



**Figura 4** Estructura del VIH

Fuente: Courtesy of Stanford University School of Medicine.

[http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret\\_6\\_gpe\\_desc.html](http://www.stanford.edu/group/nolan/tutorials/ret_6_gpe_desc.html) (USA-2015).

MEDINA-VELOZ, Gricelda, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe. SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4. Revista de Ciencias de la Salud. 2020

En la Figura 4 se aprecia la estructura del retrovirus de la inmunodeficiencia humana (VIH) [2], con todos sus elementos, semejantes a los descritos en la Figura 1. Como podemos observar en la Figura 4, la proteína principal del VIH asociada con la envoltura es la gp120/41. Esta funciona como antireceptor viral o proteína de adherencia. La gp41 cruza la envoltura, la gp120 está presente sobre la superficie exterior y está unida no covalentemente a la gp41. El precursor de gp120/41 (gp160) es sintetizado en el retículo endoplásmico y es transportado por medio del aparato de Golgi a la superficie de célula.

Actualmente se conocen dos tipos de VIH; El VIH-1, causante de la inmensa mayoría de los casos de la actual pandemia del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA), el cual fue aislado por primera vez en el Instituto Pasteur de París en 1983 y el VIH-2, menos patógeno, con una baja transmisión y por tanto menos extendido. Causa SIDA también en un porcentaje muy pequeño de los sujetos infectados y se encuentra limitado esencialmente a países del área de África occidental. Fue también aislado en el Instituto Pasteur en 1986 [2].

## 2.5 Daños celulares causantes por VIH

Las células CD4 (llamadas T-4 también) son un tipo de linfocito (glóbulo blanco), y existen una gran variedad de clases. Las células T-4 o CD4 son las células “ayudantes,” las que dirigen el ataque contra las infecciones en el sistema inmune en coordinación con otras células llamadas células T-8 o CD8 son las células “supresoras,” las que finalizan una respuesta inmunológica. Las células CD8 también pueden ser “asesinas,” que matan a células cancerosas y a células infectadas por virus [2], [3].

Las células humanas que infecta el VIH con más frecuencia son las CD4, y cuando ellas se multiplican para combatir infecciones, también hacen más copias del VIH involuntariamente. En infecciones prolongadas por VIH, el número de células CD4 disminuye. Este es un signo de que el sistema inmune se ha debilitado. Cuanto más bajo sea el recuento de células CD4, más posibilidades hay que el individuo se enferme. El síndrome de inmunodeficiencia humana o SIDA, es la expresión final de la infección por el VIH.

Entonces, la infección por este virus ocasiona la destrucción del sistema inmune principalmente. Estas manifestaciones clínicas se deben al tropismo tanto macrofágico como linfocitario del virus [2], [3]. Presenta una preferencia para infectar a linfocitos CD4, en los que la replicación es activa y muy agresiva, lo que provoca como característica de la infección una profunda inmunosupresión [2], [3].

Las células humanas que infecta el VIH con más frecuencia son las CD4, y cuando ellas se multiplican para combatir infecciones, también hacen más copias del VIH involuntariamente. En infecciones prolongadas por VIH, el número de células CD4 disminuye. Este es un signo de que el sistema inmune se ha debilitado. Cuanto más bajo sea el recuento de células CD4, más posibilidades hay que el individuo se enferme.

El síndrome de inmunodeficiencia humana o SIDA, es la expresión final de la infección por el VIH. Entonces, la infección por este virus ocasiona la destrucción del sistema inmune principalmente. Estas manifestaciones clínicas se deben al tropismo tanto macrofágico como linfocitario del virus [2], [3]. Presenta una preferencia para infectar a linfocitos CD4, en los que la replicación es activa y muy agresiva, lo que provoca como característica de la infección una profunda inmunosupresión [2], [3].

## 2.6 Detección del VIH en humanos

El análisis del VIH se refiere a las pruebas que determinan si un individuo está o no infectado con el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), que causa el SIDA. Existen varios tipos de análisis que generalmente se practican en muestras de sangre obtenidas de individuos en estudio, aunque también se utilizan muestras de orina y otros fluidos corporales, inclusive en raspados de mejilla [2], [3].

Los diferentes tipos de análisis en la muestra son:

- Detección de los anticuerpos y/o antígenos del VIH.
- Análisis de carga viral (recuento de virus)
- Recuento de células CD4 y CD8



Enseguida se describen algunos métodos de análisis anteriormente mencionados.

### 2.6.1 Análisis de detección de anticuerpos

Estos análisis buscan “anticuerpos” contra el VIH en la sangre, saliva u orina. Los anticuerpos son proteínas producidas por el sistema inmune para combatir a un germen específico en este caso contra VIH los cuales demoran entre dos y tres meses en aparecer después que se ha infectado el organismo. Los análisis de anticuerpos contra el VIH tienen un 99.5% de precisión [4]. Para obtener un resultado, el análisis debe ser hecho dos o más veces. El primer análisis usa enzimas para detectar anticuerpos, este análisis se llama “MEIA” o “ELISA” que es un enzimo-inmunoanálisis de micro partículas [4]. Antes de que se reporte un análisis MEIA positivo, los resultados se confirman con otro análisis llamado “Western Blot” [4], que es un análisis de inmunotransferencia. Esta técnica permite caracterizar los anticuerpos dirigidos contra cada proteína vírica, confirmando así la seropositividad o bien identificando posibles reacciones inespecíficas.

### 2.6.2 Análisis de carga viral

El análisis de carga viral mide la cantidad de VIH en la sangre. Existen diferentes técnicas. El método PCR (polymerase chain reaction) utiliza una enzima para multiplicar al VIH de la muestra de sangre. Luego una reacción química marca al virus. Los marcadores son medidos y se calcula la cantidad de virus [5], [6].

### 2.6.3 Análisis de células CD4

Consiste en realizar un conteo de células CD4 y CD8 en la muestra. Se especifica el número de células por milímetro cúbico de sangre (mm<sup>3</sup>). No existe un acuerdo acerca de cuál es el nivel promedio normal de células CD4. El recuento normal de CD4 es entre 500 y 1600 células y el de CD8 es entre 375 y 1100 células. Las células CD4 pueden disminuir drásticamente en personas VIH+ y en algunos casos pueden llegar a cero. Debido a que el recuento de células CD4 varía mucho, también se analiza el porcentaje de células CD4. Este porcentaje se refiere al total de linfocitos. Si el análisis indica que existe un 34% de CD4, significa que el 34% de sus linfocitos son células CD4.

El porcentaje es más estable que el número de células CD4. El rango normal es entre 20% y 40%. Un porcentaje debajo de 14% indica daño serio al sistema inmune. Es una señal del SIDA en personas infectadas con VIH [7].

## 3. Materiales y Metodos

### 3.1 Máquinas de aprendizaje supervisado

El aprendizaje supervisado (Machine Learning) toma un conjunto de datos y respuestas conocidas, y busca la manera de construir un modelo predictivo que genera predicciones razonables o adecuadas a los nuevos datos que se ingresen. Es decir, dada una base de datos  $D = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  de tuplas o registros (individuos) y un conjunto de clases  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ , el problema de la clasificación/predicción es encontrar una función  $f: D \rightarrow C$  tal que cada  $t_i$  sea asignada a una clase  $C_j$ .  $f: D \rightarrow C$  podría ser un Método KNN (Vecino más Cercano), un Método de Árbol de Decisión, una Máquina de Soporte Vectorial, un Modelo Bayesiano, un Método de Bosques Aleatorios (Random Forest), y un Método de Potenciación (Boosting) [8].

### 3.2 SVM en paralelo

No es de sorprenderse que R ha llegado a ser el favorito en la era de Big Data Analytics (McCallum y Weston 2011). Snow provee el soporte para fácilmente ejecutar funciones en R en paralelo. La mayoría de las funciones en paralelo en Snow son variaciones de la función estándar `lapply()`. Para implementar las funciones en paralelo, Snow utiliza una arquitectura, maestro/esclavo donde el maestro envía tareas a los trabajadores y los trabajadores ejecutan las tareas y retornan los resultados al maestro.

Una importante característica de Snow es que este puede ser usado con diferentes mecanismos de transporte para comunicarse entre el maestro y los trabajadores. Snow puede ser usado con conexiones de Socket, MPI, PVM o NetWorkSpaces. Los Sockets no requieren paquetes adicionales y son los más portables.

Ahora estamos listos para usar Snow y La Máquina de Soporte Vectorial (por sus siglas en inglés, SVM) para optimizar el tiempo de respuesta en el diagnóstico de cáncer de mama.

La SVM en Paralelo, es un clasificador y su objetivo es encontrar un modelo para predecir la clase a la que pertenecería cada espectro de cáncer de mama (sano y dañado), esta predicción se debe hacer con la mayor precisión posible [8].

#### 4. Resultados y Discusión

##### 4.1 Colección de datos. Secuencias aisladas de HIV representando los tres tropismos virales

M-tópico R5 (Tabla 2), T-tópico X4 (Tabla 3) y Dual-tópico R5X4 (Tabla 1), identificados por Lamers en [9], National Center for Biotechnology Information (NCBI. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) [10], UniProtKB-2019). <https://www.uniprot.org/uniprot/> [11], The HIVDatabases. <https://www.hiv.lanl.gov/content/index> [12].

R5X4 Virus			
AB014795	U08445	AF259019	AF112925
AF062029	AF355674	AF259025	M17451
AF062031	AF355647	AF259021	K02007
AF062033	AF355630	AF259041	U39362
AF107771	AF355690	AF258970	AF069140
U08680	M91819	AF258978	AF458235
U08682	AF035532	AF021607	AF005494
U08444	AF035533	AF204137	

**Tabla 1** Número de Acceso para las Diferentes Secuencias de los Virus R5X4

R5 Virus			
AF062012	AY010852	M38429	U08453
L03698	U08670	U27443	AF307755
AF231045	U08798	U79719	AF307750
AY669778	AY669715	U04909	AY043176
U08810	U08710	U04918	AY158534
U51296	U16217	U40908	AX455917
AF407161	M26727	U08450	AY043173
AB253421	AJ418532	AF112542	AF307757
U08645	AJ418479	M63929	U08803
U08647	AJ418495	U66221	U88824
AB253429	AJ418514	AF491737	U69657
AY288084	AJ418521	U08779	AF355326
AF307753	U23487	L22084	U88826
AF411964	U04900	U27413	U08368
U08823	AF022258	AF005495	U27426
AF411965	AF258957	U52953	AJ006022
U92051	AF021477	AF321523	U08795
AF355318	U08716	L22940	
AY010759	U39259	U45485	
AY010804	AF204137	AB023804	

**Tabla 2** Número de Acceso para las Diferentes Secuencias de los Virus R5

X4 Virus			
AB014785	X01762	AF258981	U27408
AB014791	L31963	AF259003	AF411966
AB014796	U08447	AF021618	U27399
AB014810	AF355660	AF128989	U08822
U48267	AF355748	M17449	U08738
U08666	AF355742	AF075720	U08740
AF069692	AF355706	U48207	U08193
AF355319	AF180915	U72495	AF355330
AF355336	AF180903	AY189526	
M14100	AF035534	AF034375	
A04321	AF259050	AF034376	

**Tabla 3** Número de Acceso para las Diferentes Secuencias de los Virus X4

Tipo	Virus
R5	AF062012
R5	AF231045
R5	U08810
R5	AF407161
R5	AB253421
R5	U08645
X4	AB014785
X4	AB014791
X4	AB014796
X4	AB014810
X4	U08666
X4	AF069672
R5X4	AB014795
R5X4	AF062029
R5X4	AF062031
R5X4	AF062033
R5X4	U08680
R5X4	U08682

**Tabla 4** Proteína gp120 de diferentes virus (R5, X4, R5X4)

El ADN y los aminoácidos que conforman la proteína gp120 de cada virus fueron obtenidos de la bases de datos: NCBI-2020 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> [9], UniProtKB-2020 <https://www.uniprot.org/uniprot/> [10], The HIV Databases-2020 <https://www.hiv.lanl.gov/content/index> [11]. La Tabla 4 muestra la categoría del virus, el número de acceso y los aminoácidos de varios virus seleccionados de cada uno de los grupos que representa los tres tropismos virales (R5, X4 y R5X4).



### 4.2 Generación de características

Diseño de software propio fue usado para calcular estadísticas generales por posición, algunas propiedades fueron calculadas de las propiedades de los aminoácidos acorde a las Tablas 5 y 6 con software propio ( por ejemplo, tipo de aminoácido, carga, volumen (A3), masa(daltons), HP Escala, Área de Superficie, Alpha Hélix, B-strand y Turn) y las propiedades restantes fueron extraídas de Expasy (<https://web.expasy.org/protparam/> [13] y <https://www.protpi.ch/Calculator> [14] (por ejemplo, Molecular Weight, Theoretical PI, Amino Acid Composition, Atomic Composition (Carbon, Hidrogeno, Nitrogeno, Oxigeno, Sulfuro), Instability Index, Aliphatic Index, etc.). Las propiedades de los aminoácidos fueron posteriormente agrupadas en tablas (Data Sets) y cargados al software de R (ver Tablas 7 y 8).

Amino acid residues	Surface Area	Alpha Hélix	B-strand	Turn
Alanine(A)				
Arginine(I)				
Asparagine(N)	0.74	1.41	0.72	0.82
Aspartic	0.64	1.21	0.84	0.90
Acid(D)	0.63	0.76	0.48	1.34
Cystine(C)	0.62	0.99	0.39	1.24
Glutamine(Q)	0.91	0.66	1.40	0.54
Glutamic	0.62	1.27	0.98	0.84
Acid(E)	0.62	1.59	0.52	1.01
Glycine(G)	0.72	0.43	0.58	1.77
Histidine(H)	0.78	1.05	0.8	0.81
Isoleucine(I)	0.88	1.09	1.67	0.47
Leucine(L)	0.85	1.34	1.22	0.57
Lysine(K)	0.52	1.23	0.69	1.07
Methionine(M)	0.85	1.30	1.14	0.52
Phenylalanine(F)	0.88	1.16	1.33	0.59
Proline(P)	0.64	0.34	0.31	1.32
Serine(S)	0.66	0.57	0.96	1.22
Threonine(T)	0.7	0.76	1.17	0.90
Tryptophane(W)	0.85	1.02	1.35	0.65
Tyrosine(Y)	0.76	0.74	1.45	0.76
Valine(V)	0.86	0.90	1.87	0.41

Tabla 6 Propiedades de los Aminoácidos, 2D structure propensity [8]

Amino acid residues	Charge	Volume(A3)	Masa(Daltons)	HP Scale
Alanine(A)				
Arginine(I)				
Asparagine(N)	0	67	71.09	1.8
Aspartic	+1	148	156.19	-4.5
Acid(D)	0	96	114.11	-3.5
Cystine(C)	-1	91	115.09	-3.5
Glutamine(Q)	0	86	103.15	2.5
Glutamic	0	114	128.14	-3.5
Acid(E)	-1	109	129.12	-3.5
Glycine(G)	0	48	57.05	-0.4
Histidine(H)	0	118	137.14	-3.2
Isoleucine(I)	0	124	113.16	4.5
Leucine(L)	0	124	113.16	3.8
Lysine(K)	+1	135	128.17	-3.9
Methionine(M)	0	124	131.19	1.9
Phenylalanine(F)	0	135	147.18	2.8
Proline(P)	0	90	97.12	-1.6
Serine(S)	0	73	87.08	-0.8
Threonine(T)	0	93	101.11	-0.7
Tryptophane(W)	0	163	186.21	-0.9
Tyrosine(Y)	0	141	163.18	-1.3
Valine(V)	0	105	99.14	4.2

Tabla 5.1 Propiedades de los Aminoácidos [8]

Tipo	Virus	aminoácidos	PI	negative	positive	Carbon	Hydrogen	Nitrogen	Oxygen	Sulfur	number of atoms	Aliphatic
R5	AJ276151	VN1TMAKTIV	5.47	10	53	302	559	184	379	8	1577	88.81
R5	AF231845	NSFGQVWR	8.5	2	4	305	364	52	53	1	518	66.86
R5	U08601	NSGRLICTTA	8.77	15	35	668	784	189	986	4	2128	121.34
R5	AJ447501	SCGRKICTTA	5.37	14	32	635	704	182	303	3	2089	131.54
R5	AE253821	SCGRKICTTV	5.35	14	31	639	709	179	306	3	2078	130.2
R5	U08601	NSGRLICTTA	10.4	7	35	400	497	141	151	2	1769	92.37
R5	U08601	NSGRLICTTA	16.05	5	27	436	529	145	158	2	1468	93.37
R5	AJ202629	SCGRKICTTV	5.88	16	35	672	763	186	397	4	2134	139.78
R5	AJ238664	SCGRKICTTV	5.93	14	33	667	759	189	306	3	2118	131.54
R5	AJ237273	NSVINGPGL	7.92	8	8	426	521	95	104	2	804	78.13
R5	AJ014478	NSVINGPGL	18.09	8	27	481	583	181	208	3	1794	91
R5	AJ014478	NSVINGPGL	8.8	8	26	348	420	138	140	30	1343	57
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.86	8	26	348	420	138	140	30	1343	57
R5	AJ014478	NSVINGPGL	18.02	8	35	339	420	138	140	30	1343	57
R5	AJ014478	NSVINGPGL	8.17	18	25	1851	2079	287	311	11	4345	78.26
R5	U08601	NSVINGPGL	13.49	8	35	436	529	145	158	4	1489	85.89
R5	AJ014478	NSVINGPGL	8.76	12	13	668	763	186	397	4	2095	139.2
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.51	15	26	384	467	145	158	8	1323	75.44
R5	AJ333378	NSVINGPGL	9.95	18	22	1808	2075	285	315	9	4212	88.86
R5	NSGQVWR	NSGRLICTTV	8.75	7	8	566	644	180	238	3	1765	116.31
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.86	8	36	336	420	138	140	2	1374	99.19
R5	AJ014478	NSVINGPGL	8.92	8	26	359	438	141	151	7	1313	89.88
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.36	12	28	358	438	141	151	7	1313	89.88
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.43	18	29	393	473	141	151	7	1313	89.88
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.43	18	29	393	473	141	151	7	1313	89.88
R5	AJ014478	NSVINGPGL	9.17	27	181	4352	4828	1224	1383	29	13753	88.69
R5	U08601	NSVINGPGL	9.91	7	10	494	581	180	197	7	1471	92.37
R5	U08601	NSVINGPGL	10.22	8	34	402	481	141	151	2	1403	90.35
R5	U08601	NSVINGPGL	9.63	83	93	4476	4917	1214	1384	42	13874	85.26
R5	U08601	NSVINGPGL	9.84	76	52	4291	4747	1168	1335	37	13471	84.25
R5	AJ232874	NSVINGPGL	9.83	9	25	344	417	147	157	7	1374	90.35

Tabla 7 Estadísticas de las Propiedades Moleculares para los Virus R5, X4 y R5X4

Tipo	Virus	hydrophobicity	Volume(A3)	Mass(daltons)	HP scale	Surface area	alpha helix	B-strand	Turn	Instability index	Charge at PI	Molecular Weight
R5	AJ000212	-0.339	12105	13099.2	-40.4	85.94	112.2	116.8	113.8	8.358	-0.695	13068.2
R5	AJ211045	-0.514	3561	3870.46	-18	25.41	29.64	35.08	34.31	8.623	1.348	3888.35
R5	AJ08049	-0.516	10906	12008.6	-62.8	91.64	127.1	128.5	121.7	7.691	0.051	12008.6
R5	AJ007361	-0.51	13942	14811.2	-67.3	91.11	136.7	127.4	112.3	5.326	-1.971	14828.82
R5	AJ251421	-0.58	13830	14716.2	-68.3	91.87	135.6	128.8	112.1	5.315	-1.971	14737.76
R5	U08601	-0.621	9844	10581.6	-34.1	65.58	83.49	95.48	83.41	10.809	11.952	10481.34
R5	U08601	-0.438	9853	10593.3	-40.3	65.86	84.2	90.71	83.7	10.611	12.177	10593.02
R5	AJ251429	-0.452	14137	14989.6	-57.4	91.52	137.0	127.8	111.4	5.366	-0.966	14979.2
R5	AJ238664	-0.552	14805	15884.4	-67	92.41	136.7	128.1	111.5	5.342	-0.966	15014.06
R5	AJ307753	-0.441	7021	7561.72	-30.4	49.88	63.79	67.42	65.87	8.602	1.186	7570.47
R5	AJ014785	-0.366	11632	12394.2	-54.1	76.76	105.9	108	98	10.004	9.19	12277.2
R5	AJ014785	-0.486	11591	12354.2	-51.1	76.74	106.3	107.7	98.4	8.788	9.191	12291.12
R5	AJ014790	-0.491	11628	12378.8	-52.5	76.94	106.9	108.5	97.58	8.831	9.191	12286.16
R5	AJ014810	-0.448	11587	12324.4	-47.9	77.37	105.8	106.7	97.71	10.021	8.385	12324.13
R5	U08601	-0.591	12114	12812.6	-51.1	75.41	104.3	105.8	96.74	8.821	9.191	12812.6
R5	U08601	-0.539	9848	10569.4	-50.1	67.36	88.3	96.29	85.24	11.24	10.18	10587.04
R5	AJ009672	-0.397	13916	14799.8	-50.4	91.71	136.1	129.2	112.4	5.028	0.026	14726.95
R5	AJ255319	-0.693	21180	22551.2	-131	141.25	189.9	191.2	201.8	9.411	9.255	22670.65
R5	AJ255336	-0.66	21477	23111.6	-138	150.04	194.3	201.9	205	8.832	6.235	23291
R5	MJ4100	-0.175	11851	12544.8	-18.9	79.48	115.1	112.2	92.53	8.544	2.585	12644.49
R5X4	AJ014795	-0.429	11599	12354.2	-51.6	76.74	105.9	105.4	98.36	9.254	1.02	12291.12
R5X4	AJ002629	-0.283	16689	17912.1	-66.2	117.81	154	159.5	154.3	8.669	5.4	17929.59
R5X4	AJ002631	-0.289	16690	17912.2	-64.5	111.41	145.1	151.6	145.1	8.825	6.396	17121.75
R5X4	AJ002631	-0.489	16292	17716.4	-64.2	119.82	144.7	151.8	152.5	8.266	9.392	17716.92
R5X4	AJ007771	-0.252	91729	97742.9	-217	627.38	857	864.9	781.6	8.961	25.263	97788.52
R5X4	U08601	-0.446	9790	10376.1	-41	66.14	80.45	90.25	85.94	9.819	6.019	10387.81
R5X4	U08601	-0.435	9903	10502.3	-40	66.39	90.87	91.64	85.06	10.272	8.018	10520.04
R5X4	U08601	-0.321	93249	98924.9	-217	618.23	876.2	888.6	799.9	8.266	11.971	98500.33
R5X4	U08601	-0.194	88836	95587.5	-165	619.02	845.9	850.3	760.7	8.259	15.131	96611.16
R5X4	AJ333624	-0.481	11697	12316.3	-51.1	79.11	106.7	110.1	102.4	9.806	6.366	12489.14

Tabla 8 Estadísticas de las Propiedades Moleculares para los Virus R5, X4 y R5X4

### 4.3 Aprendizaje

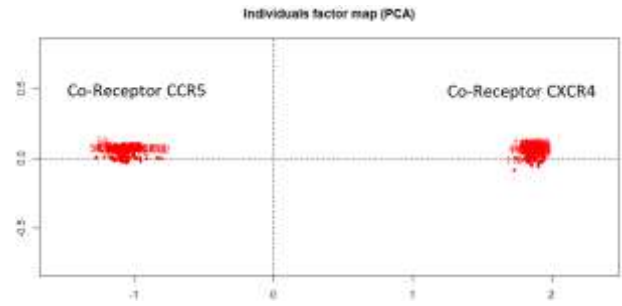
#### 4.3.1 Aprendizaje No Supervisado

En este apartado usaremos aprendizaje no supervisado para predecir el tropismo Dual-tropico R5X4, ya que este tropismo puede usar como correceptor a CCR5 o CXCR4 por tal motivo comparte propiedades moleculares con ambos correceptores. Para esto se realizaron diferentes combinaciones de las propiedades moleculares (Tablas 5.1 y 5.2 y, Tablas 6.1 y 6.2) con la finalidad de obtener una predicción del tropismo Dual. La mejor combinación de las propiedades moleculares fue: volumen, oxígeno carbono e hidrogeno. Utilizamos 220 secuencias de virus, 78 corresponden al tropismo R5, 73 al tropismo X4 y 69 al Dual-tropico (R5X4) como se pudieron observar en las Tablas 1, 2 y 3. En la Tabla 9 se muestra un ejemplo de la base de datos utilizada, donde se puede observar cada secuencia de virus. Implementamos PCA para identificar dos grupos de virus. La idea es que PCA identifique las propiedades moleculares del R5 y las propiedades moleculares del X4 y Dual-tropico (R5X4), como Dual-tropico comparte características de R5 y X4 al clasificar dos grupos PCA identifica el coreceptor del Dual-tropico (R5X4) en su co-receptor CCR5 o CXCR4 (Figura 5).

TIPO	VOLUMEN	OXIGENO	CARBON	HIDROGENO
R5	9944	131	460	767
R5	9853	128	456	759
R5	7021	104	328	521
R5	11998	171	568	898
R5	9624	134	456	726
R5	9534	136	445	718
R5X4	73941	1242	4330	6851
R5X4	91065	1212	4424	6668
R5X4	88812	1222	4190	6788
R5X4	90232	1252	4327	6838
R5X4	85881	1238	4346	6853
R5X4	91330	1243	4395	6934
R5X4	92375	1251	4353	6859
X4	22314	313	1051	1673
X4	13916	195	660	1052
X4	21180	309	984	1567
X4	21477	319	1008	1573
X4	13785	202	684	1027
X4	12085	166	325	920
X4	17287	247	813	1292

**Tabla 9** Propiedades Moleculares para los Virus R5, X4 y R5X4 que Mejor Identifican los Co-Receptores (CCR5 y CXCR4)

Una vez que el aprendizaje supervisado identifico las mejores propiedades biomoleculares: volumen, oxígeno, carbón e hidrogeno (ver Tabla 9).



**Figura 5** Identificando el Co-Receptor CCR5 o CXCR4 del Virus Dual-tropico (R5X4)

Con este dataset entrenamos cuatro algoritmos de aprendizaje supervisado: KNN, Arboles de Decisión, Naive Bayes y SVM. Para realizar el entrenamiento de cada uno de los algoritmos se utilizaron las mismas 220 secuencias de virus utilizadas en el aprendizaje no supervisado, 78 corresponden al tropismo R5, 73 al tropismo X4 y 69 al Dual-tropico (R5X4) como se pudieron observar en las Tablas 1, 2 y 3.

Utilizamos LOOCV para evaluar el porcentaje de asertividad del algoritmo utilizando la siguiente matriz de confusión:

	Predicción		
	R5	R5X4	X4
R5	16	0	0
R5X4	0	17	2
X4	0	1	14

**Tabla 10** Matriz de Confusión

Como podemos observar en la Tabla 10, tenemos 16 secuencias de virus para el R5 de las cuales hubo 16 predicciones correctas y 0 errores, de las 19 secuencias de virus para el Dual-tropico, hubo 17 predicciones correctas y 2 errores, por último, las 15 secuencias de virus para el tropico X4, hubo 14 predicciones correctas y 1 error. Como podemos observar en la Tabla 11, cada clasificador se entrenó con el mismo dataset usando LOOCV y los mejores resultados los obtuvimos con la máquina de soporte vectorial (SVM).

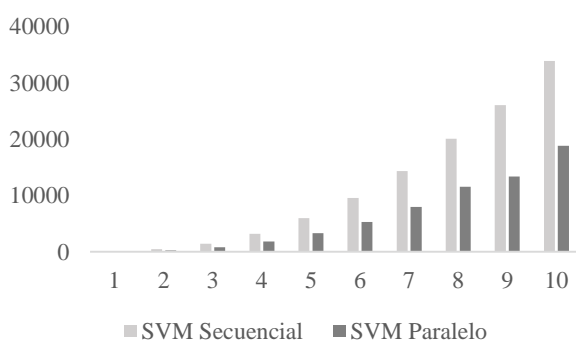
Clasificador	Asertividad	Error
KNN	0.89	0.11
Arboles de Decisión	0.87	0.13
SVM	0.94	0.06
Bayesiano	0.67	0.33

**Tabla 11** Predicción de los Clasificadores Usando LOOCV para el tropismo del VIH

3.6 SVM en el paralelo para optimizar la predicción de los co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4. En este apartado se mostrarán los resultados para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 y R5X4 al evaluar la SVM en Paralelo, nuestro modelo clasifica 10000 virus usando la técnica de evaluación LOOCV. Tomando en consideración la matriz de confusión descrita previamente (ver Tabla 10) pudimos evaluar la predicción de R5, X4 y Dual-trópico (R5X4) de este clasificador en paralelo. En la Tabla 10 podemos observar el tiempo de procesamiento en segundos, que tarda la SVM en realizar la predicción en forma secuencial y paralelo, iniciamos con 1000 virus, continuamos con incrementos de 1000 hasta lograr el análisis de 10,000 virus R5, X4 y R5X4, que predicen los co-receptores CCR5 y CXCR4.

Virus	Proceso Secuencial	Proceso Paralelo	Predicción de los Co-Receptores (CCR5 y CXCR4)	
X4, R5 y R5X4	Tiempo en Segundos	Tiempo en Segundos	Asertividad	Error
1000	141.34	80.06	94%	0.06%
2000	464.72	273.36	94%	0.06%
3000	1452.17	806.76	94%	0.06%
4000	3181.52	1871.48	94%	0.06%
5000	5971.47	3317.48	94%	0.06%
6000	9554.35	5307.97	94%	0.06%
7000	14331.57	7961.98	94%	0.06%
8000	20064.19	11560.1	94%	0.06%
9000	26076.8	13376.28	94%	0.06%
10000	33899.84	18833.24	94%	0.06%

**Tabla 12** Predicción de Co-Receptores CCR5 y CXCR4 en Procesos Secuenciales y Paralelos



**Figura 6** Tiempos de Ejecución de la SVM en Paralelo para Detectar el Tropismo Viral de los Co-Receptores CCR5 y CXCR4

En la gráfica de la Figura 6, claramente observamos que ganamos un porcentaje considerable de tiempo, por lo que podemos decir que la SVM en Paralelo optimiza el tiempo de respuesta obteniendo información verídica y útil para proveer a los especialistas herramientas clínicas importantes para una rápida y eficiente detección automatizada del tropismo viral.

## 5. Conclusiones

En particular, los virus R5 HIV-1 usan CCR5 como un co-receptor para la entrada viral, los virus X4 HIV-1 usan el CXCR4, mientras algunos extraños virus conocidos como R5X4 o D-tropic, tienen la habilidad de utilizar ambos co-receptores. Los virus X4 y R5X4 son asociados con un rápido progreso en el VIH-1. En este artículo se realizaron una serie de experimentos para implementar una máquina de aprendizaje supervisado en paralelo que permita optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores (CCR5, CXCR4) del Virus que causan el sida (VIH-1) en células CD4. Para implementar la máquina de aprendizaje supervisado en paralelo utilizamos Snow en R. Snow provee el soporte para fácilmente ejecutar funciones en R en paralelo. La mayoría de las funciones en paralelo en Snow son variaciones de la función estándar lapply(). Para implementar las funciones en paralelo, Snow utiliza una arquitectura, maestro/esclavo donde el maestro envía tareas a los trabajadores, y los trabajadores ejecutan las tareas y retornan los resultados al maestro.

Podemos concluir en esta investigación que logramos obtener una prueba de tropismo que es rápida, segura y de bajo coste accesible para laboratorios de diagnóstico, dando a conocer que el uso de la bioinformática es una herramienta de confianza para el desarrollo de investigaciones biomédicas ya que los ligados naturales del CXCR4 y CCR5 pueden inhibir la entrada viral del VIH.

## 6. Trabajo futuro

Existen varias rutas a explorar como trabajo futuro a partir de los resultados obtenidos; principalmente los relacionados con las propiedades moleculares de los virus del VIH. Mas virus X4, R5 y Dual-trópico (R5X4) y más herramientas de clasificación en paralelo que permitan optimizar el tiempo de respuesta serán estudiadas para entender mejor el tropismo viral.

## 7. Referencias

- [1] Lara Villegas Humberto H, Ixtepan Liliana del C., Rodríguez Padilla Cristina. El Tropismo y su Identificación. Reporte Técnico, Laboratorio de Bioseguridad Nivel III. Departamento de Inmunología y Virología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- [2] International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV-2019): <http://ictvonline.org/index.asp>.
- [3] Carroll Karen C, Morse Stephen A, Mietzner Timothy A, Miller Steve. Medical microbiology. 27th ed. McGraw-Hill Education; 2016. ISBN 9780-0-71-82498-9.
- [4] Denis, F., Leonard, G., Sangare, A., et al. Comparison of 10 Enzyme Immunoassays for Detection of Antibody to Human Immunodeficiency Virus Type 2 in West Africa Sera. *J Clin Microbiol* 1988; 26(5):1000-4.
- [5] Viral Count Analysis (Roche Labs 2015). <http://www.roche.com/index.htm>.
- [6] Viral Count Analysis (Biomerieux Labs 2015). <http://www.biomerieux.com/>.
- [7] Analysis of CD4 cells (Infonet AIDS 2015). <http://aidsinfonet.org/>.
- [8] Theodoridis, S. Y Koutroumbas, K., 2006. Pattern Recognition, Third Edition [en línea]. 2006. S.l.: s.n. ISBN 0123695317. Disponible en: <http://www.amazon.com/Pattern-Recognition-Edition-Sergios-Theodoridis/dp/1597492728>.
- [9] Lamers Susanna L, Salemi Marco, McGrath Michael S, Fogel Gary B. Prediction of R5, X4, and R5X4 HIV-1 Coreceptor Usage with Evolved Neural Networks. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics* April-June 2008;5(2):253.
- [10] The National Center for Biotechnology Information Advances Science and Health by Providing Access to Biomedical and Genomic Information. Data Base On-Line (NCBI-2020). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- [11] The UniProt Knowledgebase (UniProtKB) is the central hub for the collection of functional information on proteins, with accurate, consistent and rich annotation. Data Base On-Line (UniProtKB-2020). <https://www.uniprot.org/uniprot/>.
- [12] The HIV database. The HIV databases contain comprehensive data on HIV genetic sequences and immunological epitopes (The HIV database 2020). <https://www.hiv.lanl.gov/content/index>
- [13] ExPASy. Is a tool which allows the computation of various physical and chemical parameters for a given protein stored in Swiss-Prot or TrEMBL or for a user entered protein sequence (ExPASy database 2020). <https://web.expasy.org/protparam/>
- [14] Prot pi. Protein Tool is a web application for calculating physico-chemical parameters of proteins and peptides (Prot pi 2020). <https://www.protpi.ch/Calculator>.

# Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

---

## [Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> Coautor

*Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)*

### International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2<sup>do</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2<sup>do</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

### **Resumen (En Español, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)**

### **Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)**

Objetivos  
Metodología  
Contribución

**Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)**

---

**Citación:** Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ciencias de la Salud. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

---

---

\* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.



## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

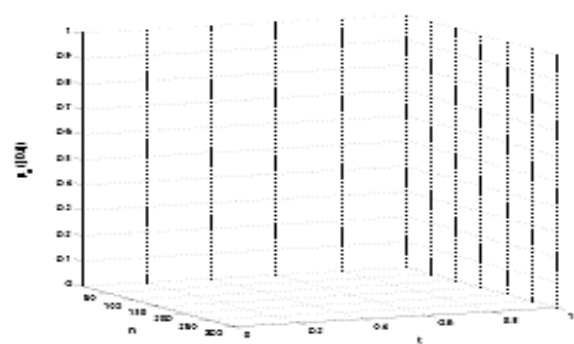
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

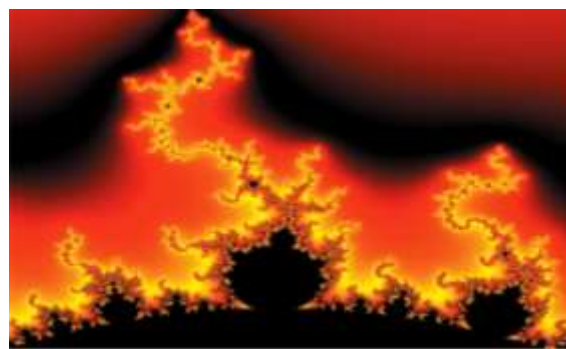
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]



**Gráfico 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.


**Tabla 1** Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

## Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

## Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

## Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

## Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

## Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

## Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

## Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción.*
2. *Descripción del método.*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda.*
4. *Resultados.*
5. *Agradecimiento.*
6. *Conclusiones.*
7. *Referencias.*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

## Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Ciencias de la Salud se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

## **Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales**

### **Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución**

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ciencias de la Salud emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.



## Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Bolivia para su Revista de Ciencias de la Salud, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

## Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

### Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

### Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

### Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

### **Responsabilidades de los Autores**

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

### **Servicios de Información**

#### **Indización - Bases y Repositorios**

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

DULCINEA (Revistas científicas españolas)

UNIVERSIA (Biblioteca Universitaria-Madrid)

SHERPA (Universidad de Nottingham- Inglaterra)

#### **Servicios Editoriales**

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

#### **Política Editorial y Administración**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**ECORFAN®**

**Editor en Jefe**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

**Directora Ejecutiva**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

**Director Editorial**

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

**Diseñador Web**

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

**Diagramador Web**

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

**Asistente Editorial**

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

**Traductor**

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

**Filóloga**

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

**Publicidad y Patrocinio**

(ECORFAN® Bolivia), [sponsorships@ecorfan.org](mailto:sponsorships@ecorfan.org)

**Licencias del Sitio**

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. [financingprograms@ecorfan.org](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

# Revista de Ciencias de la Salud

“Peróxido de Hidrógeno al 35% y su efecto sobre la microdureza dental”

**TORRES-CAPETILLO, Evelyn Guadalupe, CAPETILLO-HERNANDEZ, Guadalupe Rosalía, LECOURTOIS-AMÉZQUITA, Mariana Gabriela y TIBURCIO-MORTEO, Leticia**

*Universidad Veracruzana*

“Plan de Seguridad y Salud a través de un manual y capacitación para atender la normatividad de la STPS y disminuir los riesgos de trabajo en el primer semestre de 2020, en una empresa maquiladora de calzado de la ciudad de León, Gto.”

**ORTIZ-AGUIRRE, Alejandra Guadalupe, RIVERA-CISNEROS, Miguel Ángel, RUIZ ESPARZA-OCHOA, Sandra y SÁNCHEZ-SOTO, Claudia**

*Universidad Tecnológica de León*

“Deterioro de la salud por causa de las vibraciones mecánicas en los centros de trabajo de la zona de Tecamachalco”

**PÉREZ-VILLEGAS, Manuel, TÉLLEZ-HERNÁNDEZ, Rubén, SÁNCHEZ-BAÑUELOS, José Sebastián y TENORIO-CRUZ, Fermín**

*Universidad Tecnológica de Tecamachalco*

“SVM en paralelo para optimizar el tiempo de respuesta en la predicción de co-receptores de los virus R5, X4 Y R5X4 (mutado) que causan el Sida (VIH-1) en células CD4”

**MEDINA-VELOZ, Gricelda, LUNA-ROSAS, Francisco Javier, MARTÍNEZ-VALADEZ, Kelly Carolina y TAVAREZ-AVENDAÑO, Juan Felipe**

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

*Instituto Tecnológico de Aguascalientes*

