

# CEDAMAZ

Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía

**Enero - Junio 2021**

CEDAMAZ 11(1) 1 - 86

[revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz](http://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz)

e-ISSN: 1390-5902



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja



Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía

**Enero - Junio 2021**

CEDAMAZ 11(1) 1 - 86  
[revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz](http://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz)  
e-ISSN: 1390-5902



1859

**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja



## AUTORIDADES

**Nikolay Aguirre, Ph.D.**  
Rector

**Mónica Pozo, Ph. D.**  
Vicerrectora

## COMITÉ EDITORIAL

**Paúl Eguiguren, M.Sc.**  
Director General  
paul.eguiguren@unl.edu.ec

**Zhofre Aguirre, Ph.D.**  
Editor Ejecutivo  
zhofre.aguirre@unl.edu.ec

**Marina Mazón Morales, Ph.D.**  
Editora en Ciencias forestales, biodiversidad y medio ambiente  
marina.mazon@unl.edu.ec

**Rodrigo Abad Guamán, Ph.D.**  
Editor en Ciencias agropecuarias  
rodrigo.abad@unl.edu.ec

**Amable Bermeo, M.Sc.**  
Editor en Ciencias de la salud y biotecnología  
bermeoa@unl.edu.ec

**Oscar Cumbicus Pineda, M.Sc.**  
Editor en Ciencias exactas e ingenierías  
oscar.cumbicus@unl.edu.ec

## COMITÉ CIENTÍFICO

**Nikolay Aguirre, Ph.D.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**Juan Maita, M.Sc.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**Natalia Samaniego, M.Sc.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**Tatiana Ojeda, M.Sc.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**Aura Paucar-Cabrera, Ph.D.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**Helena España, Ph.D.**  
Universidad Nacional de Loja (Ecuador)

**James Aronson Ph.D.**  
Centro de Ecología Evolutiva (Francia)

**Pablo Lozano, Ph.D.**  
Universidad Estatal Amazónica (Ecuador)

**Selene Báez Ph.D.**  
CONDESAN (Ecuador)

**Ximena Palomeque, Ph.D.**  
Universidad de Cuenca (Ecuador)

**Dennis Denis, Ph.D.**  
Universidad de La Habana (Cuba)

**John Lattke, Ph.D.**  
Universidade Federal do Paraná (Brasil)

**Jerónimo Torres, Ph.D.**  
Universidad de Córdoba (España)

**Dan Cogalniceanu, Ph.D.**  
Universidad de Bucarest (Rumanía)

**Pablo Cuenca, Ph.D.**  
IKIAM (Ecuador)

**Gretel Geada López, Ph.D.**  
Universidad del Pinar del Río (Cuba)

**Luis Ordoñez, M.Sc.**  
Corporación ECOPAR (Ecuador)

**Marlon Cobos, M.Sc.**  
Universidad de Kansas (Estados Unidos)

**Bolier Tores, Ph.D.**  
Universidad Estatal Amazónica (Ecuador)

**Fernando Gordillo, M.Sc.**  
Instituto Thünen (Alemania)

**Max Gonzáles, M.Sc.**  
Sociedad Ecuatoriana de Salud Pública (Ecuador)

**Diego Moya, M.Sc.**  
Grantham Institute SSCP-DTP (Reino Unido)

**Mario Heredia, Ph.D.**  
Humboldt Universität zu Berlin (Alemania)

**Aitor Soroa Echave, Ph.D.**  
Universidad del País Vasco (España)

**Itziar González-Dios, Ph.D.**  
Universidad del País Vasco (España)

**Lisset A. Neyra-Romero, M. Sc.**  
Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

La Revista Científica **CEDAMAZ**, es una revista multidisciplinaria, con revisión por pares (peer-review process) y de acceso abierto (open access license), dirigida a profesores, estudiantes, profesionistas e investigadores. Tiene como objetivo fomentar la comunicación científica y la colaboración entre personas y organizaciones involucradas en investigación y el desarrollo a nivel local, regional e internacional. La revista fomenta la transferencia del conocimiento científico de manera gratuita tanto para las y los autores, como para las y los lectores, a través de la divulgación de resultados de trabajos científicos originales, en un amplio rango de disciplinas que incluyen las siguientes áreas de investigación:

- Ciencias forestales, biodiversidad y medio ambiente.
- Ciencias agropecuarias.
- Ciencias de la salud y biotecnología.
- Ciencias exactas e ingenierías.

**CEDAMAZ** presenta información actualizada y pertinente a nivel regional e internacional destacando temáticas en experiencias forestales, biodiversidad, medio ambiente, veterinarias, agropecuarias, salud humana, biotecnología, ciencias exactas e ingenierías.

Los trabajos o revisiones de literatura presentadas a **CEDAMAZ** no deben haberse publicado previamente en libros de memorias de un congreso o revistas científicas arbitradas. Las presentaciones previas en un

evento científico pueden publicarse en la revista **CEDAMAZ**, pero también estarán sujetos a un proceso de revisión por pares.

**CEDAMAZ** se publica en español o en inglés, desde el año 2019 dos veces al año, en un solo volumen. Las opiniones expresadas en documentos publicados en **CEDAMAZ** representan la opinión del los autores y no reflejan necesariamente la política oficial de **CEDAMAZ** o de sus Editores.

#### **Publicada por**

Univeridad Nacional de Loja

#### **Oficina Editorial**

Universidad Nacional de Loja. Av.Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia, 110150 Loja - Ecuador. <https://unl.edu.ec>

#### **Diseño de logotipo**

Lcda. Sara Jaramillo Carrión

#### **Edición**

Econ. Karen Yaguana

---

#### **CEDAMAZ**

Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía.

E-ISSN: 1390-5902

PBX: (593) 07 - 2545100

<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz>

Esta obra esta sujeta a la licencia internacional CC-BY-SA 4.0 

# ÍNDICE

## ARTÍCULOS

### *CIENCIAS FORESTALES, BIODIVERSIDAD Y MEDIO AMBIENTE*

- Control de la oxidación fenólica de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus* en condiciones *in vitro*  
Díaz-Lezcano Maura Isabel, Rodas-Ramírez Javier María, Gonzalez-Segnana Luis Roberto y Mirtha Vera de Ortiz 1

- Actividad antimicótica del aceite esencial de *Plumbago scandens* L. (Plumbaginaceae)  
Luis Alberto Morocho-Yaguana, Anabel Marisol Carrión-Lluguín, Grace del Pilar Cambizaca-Mora y Humberto Daniel Riascos-Jaramillo 6

- Caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en la provincia de Loja (Ecuador)  
Víctor Hugo Eras Guamán, Jose Antonio Moreno Serrano, Gabriela Dayanara Correa Torres y Magaly Yaguana Arévalo 13

- Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador  
Bernardo Castillo-Pérez y Víctor Castillo-Bermeo 22

### *CIENCIAS DE LA SALUD Y BIOTECNOLOGÍA*

- Primer informe de *Leishmania naiffi* en Zamora Chinchipe (Ecuador) utilizando el gen que codifica la proteína HSP70  
Luis Alberto Morocho-Yaguana, Gina Stefany Jaramillo-Balcázar, Franklin Román-Cárdenas y Loidy Zamora-Gutiérrez 43

- Asociación entre autoprescripción y capacidad funcional del adulto mayor en la provincia de Loja, 2019  
Mariela Idrovo-Vallejo, José González-Estrella y Bertila Tandazo-Agila 48

- Prevalencia de depresión como estado/rasgo según género, en pacientes con insuficiencia renal crónica  
José Eduardo González Estrella, Diana Stefanía Figueroa Salazar, Denny Caridad Ayora Apolo, Maura Guzmán Cruz, José Eduardo González Costa y Augusto Castro Aguirre 53

- Factores de riesgo asociados con la disminución de la agudeza visual en escolares: caso de estudio en la ciudad de Loja, Ecuador  
Michelle Jiménez-Albán 63

### *CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS*

- Análisis de opinión sobre tuits del COVID-19 generados por usuarios ecuatorianos  
John A. Torres A. 70

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- Revisión Sistemática de Literatura: Características y funcionamiento respecto a los modelos BERT y SQuAD  
José Carrión y Víctor Serrano 79

# INDEX

## ARTICLES

### *FOREST, BIODIVERSITY AND ENVIRONMENTAL SCIENCES*

- Control of phenolic oxidation of *Handroanthus heptaphyllus* nodal segments under *in vitro* conditions  
Díaz-Lezcano Maura Isabel, Rodas-Ramirez Javier María, Gonzalez-Segnana Luis Roberto y Mirtha Vera de Ortiz 1
- Antifungal activity of the essential oil from *Plumbago scandens* L. (Plumbaginaceae)  
Luis Alberto Morocho-Yaguana, Anabel Marisol Carrión-Lliguín, Grace del Pilar Cambizaca-Mora y Humberto Daniel Riascos-Jaramillo 6
- Morphological characterization of the vegetative and reproductive organs of *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) in the Loja province (Ecuador)  
Víctor Hugo Eras Guamán, Jose Antonio Moreno Serrano, Gabriela Dayanara Correa Torres y Magaly Yaguana Arévalo 13
- Use of chemical pesticides on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under greenhouse and field conditions in Loja, Ecuador  
Bernardo Castillo-Pérez y Víctor Castillo-Bermeo 22
- ### *HEALTH SCIENCES AND BIOTECHNOLOGY*
- First report of *Leishmania naiffi* in Zamora Chinchipe (Ecuador) using the gene encoding the HSP70 protein  
Luis Alberto Morocho-Yaguana, Gina Stefany Jaramillo-Balcázar, Franklin Román-Cárdenas y Loidy Zamora-Gutiérrez 43
- Association between self-prescription and functional capacity of the elderly adult in the province of Loja, 2019  
Mariela Idrovo-Vallejo, José González-Estrella y Bertila Tandazo-Agila 48
- Prevalence of depression as a status / trait, according to gender, in patients with chronic kidney failure  
José Eduardo González Estrella, Diana Stefanía Figueroa Salazar, Denny Caridad Ayora Apolo, Maura Guzmán Cruz, José Eduardo González Costa y Augusto Castro Aguirre 53
- Risk factors associated with decreased visual acuity in schoolchildren: case study in the city of Loja, Ecuador  
Michelle Jiménez-Albán 63
- ### *EXACT SCIENCES AND ENGINEERING*
- Opinion analysis of COVID-19 tweets generated by Ecuadorian users  
John A. Torres A. 70

## REVIEW ARTICLES

- Systematic literature review: Characteristics and functioning of the BERT and SQuAD models  
José Carrión y Victor Serrano 79

# Control de la oxidación fenólica de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus* en condiciones *in vitro*

## *Control of phenolic oxidation of Handroanthus heptaphyllus nodal segments under in vitro conditions*

Díaz-Lezcano Maura Isabel<sup>1,\*</sup>, Rodas-Ramirez Javier María<sup>1</sup>, Gonzalez-Segnana Luis Roberto<sup>1</sup> y Vera de Ortiz Mirtha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Campus de San Lorenzo, Paraguay

\* Autor para correspondencia: maura.diaz@agr.una.py

Fecha de recepción del manuscrito: 03/02/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 30/06/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—El cultivo *in vitro* podría constituirse en una opción viable en la producción masiva de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (lapacho de flores blancas), especie forestal nativa en Paraguay, de la familia de las *Bignoniaceae*, poseedora de una característica singular atribuible a sus inflorescencias blancas, las cuales se observan en pocos ejemplares del género. El objetivo del presente trabajo fue establecer un protocolo para el control de la oxidación fenólica *in vitro* de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus*, mediante el uso de carbón activado en distintas concentraciones (1, 2, 3 y 4 g.L<sup>-1</sup>) en medio de cultivo de *Murashige* y *Skoog*. Fueron utilizados 40 segmentos nodales provenientes de plantas madres mantenidas en vivero. Se realizó el tratamiento de las plantas madres con la aplicación de mancozeb 3 g.L<sup>-1</sup>. Las variables medidas fueron oxidación y sobrevivencia hasta los 35 días de incubación. Se efectuó análisis de varianza y test de Tukey con un nivel de confianza del 5%. Los análisis estadísticos demostraron diferencias significativas en el control de la oxidación, siendo la concentración de 3 g.L<sup>-1</sup> de carbón activado el tratamiento más efectivo.

**Palabras clave**—Explantos, Lapacho de flores blancas, Micropropagación, Plantas madres, Oxidación fenólica.

**Abstract**—*In vitro* culture could become a viable option in the mass production of *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (white-flowered lapacho), an indigenous species from Paraguay, from the family *Bignoniaceae*. This species possesses a unique characteristic due to its white inflorescences, which are observed in a few specimens of the genus. The objective of the present work was to establish a protocol for the control of *in vitro* oxidation of *Handroanthus heptaphyllus* nodal segments by using activated charcoal in different concentrations (1, 2, 3 and 4 g.L<sup>-1</sup>) in *Murashige* and *Skoog* culture medium. A total of 40 nodal segments were used from parent plants that were kept in the nursery. These parent plants were treated with the application of mancozeb at 3 g.L<sup>-1</sup>. The variables measured were oxidation and survival up to 35 days of incubation. Analysis of variance and Tukey test were performed with a confidence level of 5%. Statistical analyses showed significant differences in oxidation control. The 3 g.L<sup>-1</sup> concentration of activated charcoal has been the most effective.

**Keywords**—Explants, White-flowered lapacho, Micropropagation, Parent plants, Phenolic oxidation.

## INTRODUCCIÓN

*Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos es una especie arbórea de la familia *Bignoniaceae*, de alto valor económico. Debido a su intensa floración es bastante común su utilización en proyectos de paisajismo y arborización urbana (Carvalho 2003). Es uno de los árboles más altos del Paraguay, posee copa semi-globosa y poco densa, con el follaje concentrado en un solo estrato hacia los extremos. La inflorescencia es una panícula terminal con numerosas flores vistosas de 5-8 cm de largo, tiene una corola tubular de color rosado o rosado-morado, en forma de una campana con cinco lóbulos redondeados desiguales, aunque algunos

individuos tienen flores blancas, y florece de mayo a julio (López et al., 2002).

Si bien esta especie se propaga comúnmente por semilla, tiene el inconveniente de que durante su almacenamiento presenta variaciones en términos de calidad, teniendo un poder germinativo que rápidamente se ve reducido (Carvalho, 1994; Duarte et al., 2014). En este sentido, las semillas de las especies del género *Handroanthus* tienen un período relativamente corto de viabilidad natural, lo que representa dificultades para establecer técnicas de cultivo orientadas a la producción de plántulas (Cabral et al., 2003; Martins et al., 2012). Ante estas limitaciones para la propagación de

*Handroanthus*, los métodos de cultivo *in vitro* constituyen una vía alternativa con resultados satisfactorios en los coeficientes de multiplicación y por las posibilidades de éxito de las plantaciones forestales en campo. Los principales avances del cultivo *in vitro* de tejidos han permitido la multiplicación de especies de interés forestal mediante organogénesis y embriogénesis somática (Daquinta et al., 2000; Barbón, 2011; Jiménez Terry Agramonte, 2013).

La micropropagación contribuye a mantener el equilibrio del ecosistema forestal y del medio ambiente, ya que como herramienta de rescate permite la producción de plantas y la conservación de la biodiversidad genética, así como la innovación de procedimientos tecnológicos en los bosques tropicales (Farjon, 2003). En el cultivo de tejidos *in vitro*, la oxidación constituye uno de los principales inconvenientes en el proceso, y es causada principalmente por el efecto abrasivo del agente desinfectante aplicado durante la asepsia del explante, los cortes que sufre el explante, la composición del medio de cultivo y el volumen y la calidad del frasco de cultivo (Abdelwahd et al., 2008).

El resultado de este trabajo podría constituir un aporte para el establecimiento de un protocolo para la micropropagación del *Handroanthus heptaphyllus*, para su utilización con fines ornamentales, de restauración forestal y/o para reforestación.

El objetivo de la presente investigación fue establecer un protocolo para el control de la oxidación *in vitro* de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus* mediante el uso de carbón activado en diferentes concentraciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de Biotecnología del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicada en el Campus de ciudad de San Lorenzo, Paraguay.

Se utilizaron 40 segmentos nodales provenientes de 50 plantas madres sanas de *Handroanthus heptaphyllus* las cuales fueron obtenidas por injerto, las mismas poseían una altura promedio de 35 cm. El medio de cultivo utilizado como base para el experimento fue la solución inorgánica desarrollada por Murashige Skoog (MS) suplementado con 1, 2, 3 y 4 g.L<sup>-1</sup> de Carbón Activado (CA). Para la inoculación *in vitro* se procedió a la extracción de segmentos con dos yemas. Para cada tratamiento se realizaron 10 réplicas.

### Tratamiento de las plantas madres

Se realizó un ensayo preliminar de tratamientos de plantas madres, con la comparación de 50 plantas tomadas como testigos y 50 con la aplicación de un fungicida. Las 50 plantas madres fueron tratadas con el fungicida Dithane M-80 de composición mancozeb etileno bis de manganeso (ditiocarbamato) con una concentración de 3 g.L<sup>-1</sup> aplicadas por medio de un pulverizador manual. Las mismas estuvieron instaladas en el vivero forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias, en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay con coordenadas geográficas: 25°20'14,37" S y 57°30'53,37".

### Método de inoculación *in vitro* de segmentos nodales

Se utilizaron 40 segmentos nodales, los cuales fueron sumergidos en frascos esterilizados que contenían alcohol etílico al 70% durante un periodo de 3 minutos. Luego, fueron sometidos a un tratamiento de desinfección, constituido por una solución de hipoclorito de sodio al 10%, durante un tiempo de 5 minutos, según protocolo de desinfección de Díaz Lezcano et al. (2020). Posteriormente, fueron realizados tres enjuagues con agua destilada estéril.

Una vez desinfectados los segmentos nodales fueron sembrados en el medio de cultivo de Murashige Skoog, suplementado con CA en concentraciones de 1 (T1), 2 (T2), 3 (T3) y 4 g.L<sup>-1</sup> (T4), respectivamente.

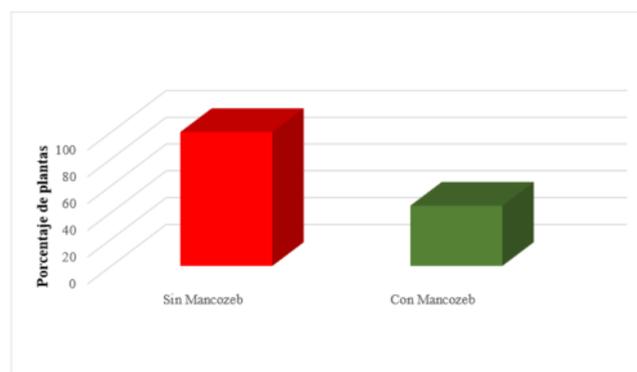
Una vez realizada la siembra en la cámara de flujo laminar, los explantes fueron llevados a la cámara de incubación a una temperatura aproximada de 25 °C y un fotoperiodo de 16 horas luz, proporcionada por tres fluorescentes de 20W, y 8 horas oscuridad, para finalmente evaluar la oxidación fenólica de los explantes por un tiempo de 35 días.

### Análisis estadístico

Se analizaron la oxidación fenólica y la sobrevivencia de los explantes en función de la concentración de CA (cuatro tratamientos). Los resultados obtenidos del experimento fueron analizados mediante una ANOVA paramétrica con distribución normal de los datos y homogeneidad de varianzas de tipo unifactorial y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad con la ayuda del programa estadístico XLSTAT.

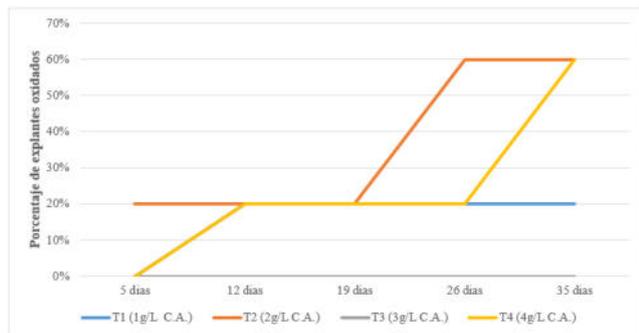
## RESULTADOS

El tratamiento de las plantas madres con fungicida "Dithane M-80" a una concentración de 3 g.L<sup>-1</sup> se mostró efectivo, resultando en el 45% de plantas libres de signos de hongos fitopatógenos (Figura 1).



**Fig. 1:** Porcentaje de plantas madres de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos con signos de presencia de hongos con y sin aplicación del fungicida.

Para el control de la oxidación fenólica, los segmentos nodales sembrados en el medio de cultivo del T3 (concentración de 3 g.L<sup>-1</sup> de CA) dieron el mejor resultado con 0% de oxidación en los explantes al cabo de los 35 días de experimentación (Figura 2).



**Fig. 2:** Porcentaje de oxidación de explantes *in vitro* de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, sometidos a los diferentes tratamientos (T1-T4) con Carbón Activado (C.A.).

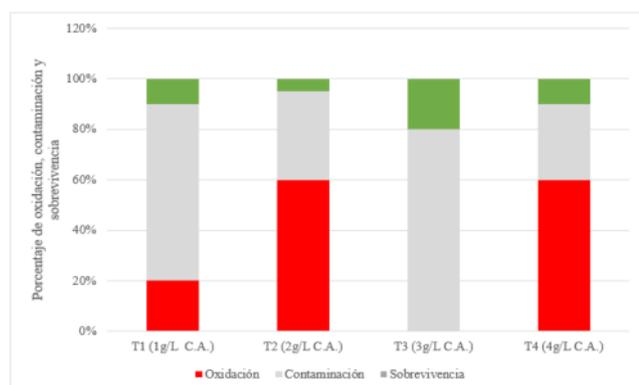
El análisis de varianza reportó diferencias significativas ( $F = 9,00$   $p < 0,05$ ) en la proporción de explantes oxidados a los 35 días para los tratamientos empleados. Como puede apreciarse en la Tabla 1, el Test de Tukey revela que el tratamiento T3 fue significativamente más efectivo para controlar la oxidación que los tratamientos T2 y T4 (60 % de oxidación en ambos casos).

**Tabla 1:** Resultado del test de Tukey para la comparación de las proporciones de explantes oxidados en función de los tratamientos empleados en el control de la oxidación de *Handroanthus heptaphyllus*. Letras diferentes indican diferencias significativas con  $p < 0,05$ .

Diferencia Mínima Significativa (Test de Tukey al 5 %) = 0,8167	
Tratamiento	Media
2	1,000 A
4	1,000 A
1	0,333 AB
3	0,000 B

### Sobrevivencia

La sobrevivencia de explantes fue disminuyendo con el tiempo, representando un máximo de 20% a los 35 días con la aplicación de T3, siendo la contaminación la principal causa de necrosis de los explantes representando 80% (Figura 3).



**Fig. 3:** Porcentaje de oxidación, contaminación y sobrevivencia de explantes *in vitro* de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos a los 35 días del cultivo.

La sobrevivencia fue evaluada mediante el análisis de varianza, el cual no reportó diferencias significativas en los tratamientos empleados.

### DISCUSIÓN

El tratamiento de desinfección puede comenzar con pre-tratamientos aplicados a la planta madre principalmente para combatir microorganismos (Chagas et al., 2006), lo cual significó un aporte importante en los ensayos previos al control de oxidación de los explantes. Como pre-tratamiento, Díaz Lezcano et al (2021) trataron plantas madre de *Handroanthus heptaphyllus* con Oxidocloruro de cobre (OxiCob®) y Ditiocarbamato (Mancozeb®) en proporción de 3 y 2  $g.L^{-1}$ , respectivamente, obteniendo el control de la ocurrencia de hongos, coincidiendo con la presente investigación en donde el tratamiento consistió en la aplicación de Mancozeb a una concentración de 3  $g.L^{-1}$ .

El establecimiento *in vitro* de tejidos vegetales de algunas especies de plantas, especialmente angiospermas leñosas, está, en gran medida, limitado por la ocurrencia de oscurecimientos letales en los explantes y en el medio de cultivo (Azofeifa, 2009), causadas por la liberación de pigmentos por parte de las plantas, principalmente polifenoles y taninos (Hernández y González, 2010). Teixeira (2006) menciona que cuando se extrae un explante de la planta madre, la primera respuesta del tejido es la oxidación de compuestos fenólicos en el sitio de corte, que es lo que ocurrió en el presente estudio. Los explantes con alto contenido de polifenoles complican el cultivo *in vitro*, ya que la oxidación fenólica de esta sustancia produce oscurecimiento y eventual muerte de los explantes (Roca y Mroginski, 1991).

Esta oxidación pudo ser controlada en los ensayos con el uso de carbón activado, de manera similar a lo obtenido por Fiori Fernández et al. (2016) utilizando Medio Murashige Skooge suplementado con 2  $g.L^{-1}$  de C.A., quienes afirman que el uso de este antioxidante suprimió la oxidación en explantes de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. También Zichner et al. (2012) obtuvieron buenos resultados en la propagación clonal *in vitro* de segmentos nodales de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, donde de manera similar a este estudio, una concentración de 3  $g.L^{-1}$  de carbón activado obtuvo los mejores resultados.

En cuanto a la sobrevivencia, la misma está referida a la cantidad de segmentos nodales que presentaron callos, brotes y a la vez segmentos indiferentes estos están relacionados directamente con la cantidad de explantes oxidados y contaminados. Puede decirse que cuando un inóculo con potencialidad de diferenciación se incuba en condiciones favorables regenera nuevos individuos (Villalobos y Thorpe 1993).

En cualquier caso, en el presente experimento encontramos una elevada proporción de contaminación. Investigaciones de Larraburu (2014) reportaron que la desinfección de explantes de *Handroanthus impetiginosus* mediante lavado bajo corriente de agua, tratamiento con NaClO y enjuagues con agua estéril permitió la obtención de un bajo porcenta-

je de contaminación (5-10%). Por su parte Díaz Lezcano et al. (2020) sostienen que el tratamiento con NaOCl comercial al 10% en la desinfección de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus* mostró los mayores porcentajes de pérdidas por necrosis. Teniendo todo esto en cuenta, y con base en el alto porcentaje de contaminación microbiana observada en el presente estudio, se concluye que los tratamientos de desinfección deben ser mejorados en futuras investigaciones.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización, MD, JR y LG; metodología, MD, LG y JR; análisis formal, MD, JR, LG y MV; investigación, MD, JR y LG; recursos, MD, JR y LG; curación de datos, MD, JR y MV; redacción y preparación del borrador original, MD y JR; redacción, revisión y edición, MD.

## REFERENCIAS

- Abdelwahd, R; Hakam, N; Labhilili, M; UduPA, S. (2008). Use of an adsorbent and antioxidants to reduce the effects of leached phenolics in vitro plantlet regeneration of faba bean. *African Journal of Biotechnology* 7: 997-1002.
- Azofeifa, A. (2009). Problemas de oxidación y oscurecimiento de explantes cultivados in vitro. *Agronomía Mesoamericana*. Consultado 26 jun 2013. Disponible en <http://www.mag.go.cr/revmeso/v20n01153.pdf>
- Barbón, R (2011) Embriogénesis somática de *Swietenia mahoganii* (L. Jacq.) en medios de cultivo semisólidos. *Revista Forestal Baracoa* 30: 124
- Cabral, E. L.; Barbosa, D. C. A.; Simabukuro, E. A. (2003). Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (manso) Benth. Hook. f. ex. S. Moore. *Acta Botânica Brasílica*, v.17, p.609-617.
- Carvalho P (1994) *Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo: Embrapa. 640 p.
- Carvalho, P.E.R. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília, BR Embrapa Informação Tecnológica. p. 567-572.
- Chagas, CJ; Medeiros, AM; Lacerda, M. (2006). Factores Inerentes À Micropropagação. Campina Grande. PB. BR. EMBRAPA. Consultado 15 mayo 2013.
- Daquinta, M, Ramos L, Lezcano Y, Rodríguez R, Escalona M (2000) Algunos elementos en la micropropagación de la teca. *Biotecnología vegetal* 1(1): 39-44
- Díaz Lezcano, M., Rodas Ramirez, J., González Segnana, L., Vera de Ortiz, M. (2020). Establecimiento in vitro de segmentos nodales de *Handroanthus heptaphyllus* de flores blancas. *Biotecnología Vegetal*, 20 (3), 203-210. Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/672>
- Díaz Lezcano MI, Vera Arza DM, González Espínola DD, López Talavera CA. (2021). Micropropagación de *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) Mattos a partir de segmentos nodales. *Rev. Soc. cient. Parag.*; 26(1):49-63
- Duarte E., Avico E., Sansberro P., Luna C. (2014). Efecto de la testa sobre la germinación de la ssemillas de *Handroanthus heptaphyllus* tras distintos tiempo de almacenamiento. *Ciencias Agronómicas - Revista XXIV* -29: 029 - 035
- Farjon, A (2003) The remaining diversity of conifers. *Acta Horticulturae (ISHS)* 615: 75-89
- Fiori Fernández, C, Díaz Lezcano, MI, González Segnana, LR (2016). Enraizamiento in vitro de embriones cigóticos de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. Colombia Forestal. Bogotá-Colombia. Vol. 19 (1) 67-78 pp.
- Jiménez-Terry, F., Agramonte, D. (2013). Cultivo in vitro y macropropagación como vía de sostenibilidad de la propagación de especies forestales. *Biotecnología Vegetal*, 13(1). Disponible en: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/89/456>
- Hernández, Yuniel, González, María E. (2010). Efectos de la contaminación microbiana y oxidación fenólica en el establecimiento in vitro de frutas perennes. *Cultivos Tropicales*, 31(4), 00. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sciarttextpid=S0258-59362010000400015&lng=est&lng=es>.
- Larraburu, EE (2014) Morfogénesis in vitro de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Luján. Luján. Argentina.
- López, JA; Little Junior, EL; Ritz, JGF; Rombold, JS, Hahn, W. (2002). *Árboles comunes del Paraguay: ñandeyvyra mata kuéra*. 2 ed. Asunción, PY, Cuerpo de Paz. 458 p.
- Martins, Leila, Lago, Antonio A. do, Cícero, Silvio M.. (2012). Conservação de sementes de ipê-roxo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(1), 108-112. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100014>
- Roca, M, Mroginski, A (1991) Principios básicos, metodologías y técnicas del cultivo de tejidos vegetales (en línea). CO. CIAT. Consultado 06 jul. 2013. Disponible en <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/documentoselectronicosciat/isbn958-9183-15-8/capitulo1.pdf>
- Teixeira, JB. 2006. Limitações ao processo de cultivo in vitro de espécies lenhosas. EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. 8 p. Consultado 20 abr. 2012. Disponible en: [es.scribd.com/doc/60042247/limitacoes-na-cultura-in-vitro-de-lenhosas](https://es.scribd.com/doc/60042247/limitacoes-na-cultura-in-vitro-de-lenhosas)

Villalobos, V, Thorpe, T (1993) Micropropagación: conceptos, metodología y resultados (en línea). In Roca, WM; Mroginski, LA. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Cali, CO, CIAT. Consultado el: 11 set 2013.

Zichner, A, Díaz Lezcano, MI, González Segnana, LR, Vera de Ortiz, M (2012) Efecto del carbón activado en el control de la oxidación de segmentos nodales de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maidenida en el listado? cultivados in vitro. Revista de Investigación Agrarias. 12(2):107-111. San Lorenzo, Paraguay

# Actividad antimicótica del aceite esencial de *Plumbago scandens* *L. (Plumbaginaceae)*

## *Antifungal activity of the essential oil from Plumbago scandens L. (Plumbaginaceae)*

Luis Alberto Morocho-Yaguana<sup>1,\*</sup>, Anabel Marisol Carrión-Lluguín<sup>1</sup>, Grace del Pilar Cambizaca-Mora<sup>2</sup> y Humberto Daniel Riascos-Jaramillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Laboratorio Clínico, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador  
luis.morochoy@unl.edu.ec, annycarrion@outlook.com, humberto.riascos@unl.edu.ec.

<sup>2</sup> Carrera de Enfermería, Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador  
gdcambizaca@utpl.edu.ec

\* Autor para correspondencia: luis.morochoy@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 28/04/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 12/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—Los hongos son organismos eucariotas, heterótrofos, carentes de clorofila, causantes de infecciones en los seres humanos cuando ingresan por vía respiratoria, inoculación, pinchazos o contacto físico. La incidencia de las infecciones fúngicas oportunistas está en aumento, debido al incremento de la población inmunocomprometida, el turismo y la falla terapéutica. En el presente estudio se planteó evaluar la actividad antimicótica del aceite esencial de las partes aéreas de *Plumbago scandens L.* extraído por arrastre de vapor y purificado por cromatografía de columna contra cepas de hongos de la *American Type Culture Collection* (ATCC). La actividad antimicótica se evaluó mediante la técnica de Kirby Bauer modificada; para ello se prepararon tres diluciones en acetona, en concentraciones de 50, 25 y 12,5 µg/mL, con 10 µL de estas soluciones se impregnaron discos de papel Whatman N° 3, de 6 mm de diámetro, con un contenido de 0,5 µg, 0,25 µg y 0,125 µg/disco. Como controles positivo y negativo se usó nistatina y acetona respectivamente. La actividad antimicótica se evaluó midiendo el diámetro en mm de los halos de inhibición alrededor del disco de papel. El aceite esencial presentó actividad antimicótica contra *Candida albicans* (ATCC 26790), *Cryptococcus neoformans* (ATCC 14116), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404) y *Trichophyton rubrum* (ATCC 28188) en todas las concentraciones, excepto *Candida albicans* a la concentración de 0,125 µg/disco.

**Palabras clave**—Actividad antimicótica, Aceite esencial, *Plumbago scandens*, Método Kirby Bauer.

**Abstract**—Fungi are eukaryotic, heterotrophic, chlorophyll-free organisms that cause infections in humans when they enter by air, inoculation, punctures or physical contact. The incidence of opportunistic fungal infections is increasing due to the increase in the immunocompromised population, tourism, and therapeutic failure. The present study considered evaluating the antifungal activity of the essential oil of the aerial parts of *Plumbago scandens L.* extracted by steam entrainment and purified by column chromatography against fungal strains of the *American Type Culture Collection* (ATCC). The antifungal activity was evaluated by the modified Kirby Bauer technique. For this, three dilutions in acetone were prepared in concentrations of 50, 25 and 12.5 µg/mL. With 10 µL of these solutions, Whatman No. 3 paper discs of 6 mm diameter were impregnated, containing 0.5 µg, 0.25 µg and 0.125 µg/disc. As positive and negative controls, nystatin and acetone were used respectively. Antifungal activity was evaluated by measuring the diameter in mm of the inhibition halos around the paper disk. The essential oil showed antifungal activity against *Candida albicans* (ATCC 26790), *Cryptococcus neoformans* (ATCC 14116), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404) and *Trichophyton rubrum* (ATCC 28188) at all the concentrations; only *Candida albicans*, at a concentration of 0.125 µg/disc did not show sensitivity.

**Keywords**—Antifungal activity, Essential oil, *Plumbago scandens*, Kirby Bauer method.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos eucariotes, heterótrofos, carentes de clorofila, que tienen nutrición absorptiva, caracterizados por la formación de hifas, estructuras filamentosas formadas por células intercomunicadas denominadas micelio (Ocara et al., 2019). Se presentan en todos los ambientes y superficies: se les puede encontrar en suelo,

agua, aire, sobre la superficie de objetos inanimados, en el ambiente cerrado de casa, hospitales, edificios e, incluso, colonizando animales y al propio ser humano, por lo que están íntimamente ligados a la historia y desarrollo del hombre, pues este los usa como fuente de alimentos y sustancias activas de medicamentos, y su capacidad enzimática es ampliamente usada en la industria y la silvicultura (Janbon et al., 2019).

Los hongos son los causantes de muchas enfermedades infecciosas, tanto en hombre como animales y plantas (Ocara et al., 2019). En la biosfera desempeñan una función importante al permitir el desdoblamiento de la materia orgánica, contribuyendo de esta manera a completar el ciclo de la materia y energía (Guarro, 2012).

Los hongos producen infecciones superficiales y mucocutáneas leves, con tendencia a la cronicidad en personas inmunocompetentes. Las especies oportunistas solo causan enfermedad a las personas inmunocomprometidas, por lo que existe un gran interés en aquellas enfermedades causadas por hongos y que afectan a este tipo de pacientes (Valderrama et al., 2018). Se estima que más de 300 millones de personas de todas las edades sufren de una infección fúngica grave cada año en todo el mundo, de las cuales, más de 1,66 millones mueren por dicha causa, número que supera a las causadas por malaria, SIDA y tuberculosis (Herrera Gancino, 2017).

Para el tratamiento de las micosis se cuenta con varios fármacos de usos tópico y sistémico, principalmente el grupo de los azoles, ciclopiroxolamina (piridonas), tiocarbamatos, benzofuranos, alilaminas y morolfinas (Conejo Fernández et al., 2016), pero estos pueden tener una actividad antifúngica limitada o pueden no ser seguros en la administración sistémica (Sepahvand. A , Ezatpour. B., F.Tarkhan , Mahmoud Bahmani Razi, 2017), a lo que se suma el surgimiento de cepas resistentes. Todo ello se ha traducido en un incremento en la búsqueda de nuevos agentes antifúngicos de origen natural, enfocada en la variedad de metabolitos secundarios (Soo Khoo et al., 2018).

*Plumbago scandens* es ampliamente usada en la medicina tradicional en países de Asia, África y América. En América es frecuente encontrarla desde Estados Unidos hasta Bolivia (Farcio-villarreal et al., 2015; Karishma et al., 2018; Logarto Parra et al., 2001; Mengane Kemble, 2015; Muralidharan et al., 2018; Murov, 2010; Nair et al., 2016; Riveiro de Paiva et al., 2003; Singh et al., 2017) y sus propiedades terapéuticas son referidas en varias publicaciones (Abdallah, 2016; Apenteng et al., 2016; Hassan et al., 2016; Karishma et al., 2018; Kaur et al., 2016; Roy Bharadvaja, 2017a, 2017b; Singh et al., 2017). En Ecuador *P. scandens* se considera una planta nativa, tanto en la región costa como sierra, hasta los 1500 metros en las provincias de Bolívar, El Oro, Esmeraldas, Guayas, Zamora (hierba de la culebra), Loja y Manabí donde es conocida como Churupa (Jorguensen Leon Yáñez, 1999; Valverde Badillo, 1998).

Se considera que la actividad antimicrobiana, antimicótica y anticancerígena de *P. scandens* se debe a la presencia de la plumbagina, una naftoquinona presente en toda la planta, especialmente en las raíces (Ahamed Khan et al., 2014; Chaudhari Chaudhari, 2015; Chauhan et al., 2012; Farcio-villarreal et al., 2015; Malar Tharmaraj Marimuthu Antonysamy, 2016; Muralidharan et al., 2018; Roy Bharadvaja, 2017b; Sobhani et al., 2018). El análisis fitoquímico de esta planta revela la presencia de alcaloides, glucósidos, azúcares reductores, fenoles simples, taninos, lignina, sapo-

nina, terpenoides, esteroides y flavonoides, mas no revela la presencia de aceites esenciales (AE) (Banik et al., 2014; Dhale Markandeya, 2011; Najafpour Navaei et al., 2005; Subhash et al., 2013).

Estudios sobre las propiedades antimicrobianas de extractos de *P. scandens*, desarrollados en el Laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Nacional de Loja, revelaron que el extracto hexánico es activo contra varias especies de bacterias (Morocho-Yaguana et al., 2019), pero esta actividad decrece con el tiempo, presumiéndose que se debe a metabolitos secundarios como los AE o a la degradación de esos metabolitos. Este antecedente, sumado a la presencia de AE en otras especies del género *Plumbago* (Najafpour Navaei et al., 2005), sirvió de base para considerar los AE de esta especie.

El presente estudio planteó evaluar la actividad antimicótica, por el método de Kirby Bauer, del AE de *P. scandens* purificado por cromatografía de columna, utilizando como referentes especies de hongos ATCC.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Obtención del aceite esencial de P. scandens*

*P. scandens* se colectó en la ciudad de Palanda, Provincia de Zamora Chinchipe (sur de Ecuador), en octubre de 2017, y una muestra fue identificada por el Ing. Bolívar Merino, taxónomo del Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja y codificado con el vóucher EC14-069.

Una muestra de 8,7 kg de planta fresca fue lavada con solución de hipoclorito de sodio al 0,5 %, enjuagada con agua corriente, escurrida, secada a la sombra y refrigerada en un recipiente de polietileno. La planta entera fue troceada y sometida a destilación por arrastre de vapor, recogiendo los destilados de color amarillento en un balón en baño de hielo. Los destilados fueron lavados con n-hexano por tres ocasiones y estos fueron concentrados en un evaporador rotatorio Yamato RE-200 a 30 °C.

El producto, cristales de color amarillo, fue almacenado en un balón de vidrio, protegido de la luz y en refrigeración. Una muestra de los cristales fue rediluida en n-hexano y se desarrolló una cromatografía en capa fina (TLC) con silica-gel 60 F254 (Merck®) usando como eluyente una mezcla hexano:acetato de etilo 80:20 y en la cual se evidenció la presencia de varias franjas visibles con luz ultravioleta de 254 nm.

El aislamiento de la fracción bioactiva se realizó por cromatografía de columna, guiada por autografiografía (Choma, 2005; Lockhart, 1954), usando silica-gel 60 (0,063-0,200 mm, Merck®) y como eluyente una mezcla de hexano:diétil éter 5:0,4. Se obtuvieron 22 fracciones, a las cuales se les desarrolló una TLC usando el mismo eluyente, las fracciones bioactivas 5-9, de color amarillo y con idéntico perfil por TLC, fueron unidas y concentradas en evaporador rotatorio a 30 °C y recristalizadas con acetona. Se obtuvo 830 mg de cristales, en forma de aguja, de color amarillo ocre y olor

bastante penetrante, los cuales fueron conservados en refrigeración

### Elaboración de discos de sensibilidad

Con el AE purificado se prepararon soluciones de 50, 25 y 12,5 µg/mL en acetona. Con 10 µL de las soluciones se impregnaron discos de papel Whatman N° 3 de 6 mm de diámetro obteniéndose discos con una concentración final de 0,5, 0,25 y 0,125 µg/disco. Los discos preparados fueron esterilizados con luz ultravioleta de 254 nm y 55W por 30 minutos.

Como control positivo se usaron discos de nistatina de 100 UI (Unidades Internacionales) y para el control negativo se esterilizaron en autoclave discos de papel Whatman N° 3, de 6 mm de diámetro y se impregnaron con 10 µL de acetona esterilizada por filtración con filtros de jeringuilla de 0,22 µm (Millex GV ®).

### Cepas de hongos utilizadas

Se usaron cepas de *Candida albicans* (ATCC 26790), *Cryptococcus neoformans* (ATCC 14116), *Aspergillus brasiliensis* (ATCC 16404) y *Trichophyton rubrum* (ATCC 28188) viabilizadas según las recomendaciones del fabricante y conservadas por pases sucesivos en medio *Agar Dextrosa Sabourad* e incubadas a 28 °C (incubadora MRC, BOD-80 ®).

### Preparación del inóculo

El inóculo se preparó por suspensión de las cepas jóvenes en solución salina, equivalente al tubo 0,5 de la escala de MacFarland (aproximadamente 108 UFC/mL). Con las cepas filamentosas, el inóculo se preparó tocando las conidias de la superficie del cultivo de 7 días de edad con un asa microbiológica y se suspendieron en 4 mL de solución salina estéril. El contenido se agitó por 30 segundos en un vórtex y se dejó sedimentar durante 4 minutos. El sobrenadante se transfirió a otro tubo y se diluyó, ajustando la densidad de la suspensión de conidias a 0,5 de la escala MacFarland.

### Medios de cultivo

Los ensayos se desarrollaron en medio de cultivo Muller Hinton, enriquecido con 20 g de glucosa y 100 µl de la solución de azul de metileno (5 mg/mL) por litro de medio y distribuido en cajas Petri de 90 mm de diámetro a razón de 20 mL/caja.

### Evaluación de actividad antimicótica

La evaluación de la actividad antimicótica se desarrolló según la metodología de Kirby Bauer, con discos de sensibilidad en papel filtro (Bauer et al., 1966; Biemer, 1973; Boyle et al., 1973; Hudzicki, 2009; Stratton, 1984) y las recomendaciones del Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) (Lacasa Mazuelos, 2007). Para ello se sumergió un hisopo en la suspensión de conidias, se eliminó el exceso por rotación y el contenido se inoculó por estría en cajas de agar Muller Hinton enriquecido.

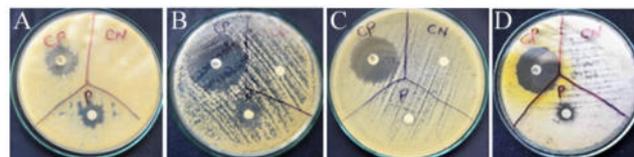
Pasados 15 minutos, en cada caja se colocó un disco de

prueba (P), un control negativo (CN) y un control positivo (CP), se dejaron reposar por 15 minutos, se invirtieron y se incubaron a 35 °C ± 2 por 48 horas (MRC, BOD-80 ®); de cada dilución se realizaron ensayos por triplicado. Se consideró como halo de inhibición las zonas alrededor del disco de sensibilidad que no presentaban crecimiento visible; los halos se midieron en mm a las 48 horas de incubación.

## RESULTADOS

La evaluación de la actividad antimicótica se desarrolló según la metodología de Kirby Bauer, con discos de sensibilidad en papel filtro (Bauer et al., 1966; Biemer, 1973; Boyle et al., 1973; Hudzicki, 2009; Stratton, 1984) y las recomendaciones del Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) (Lacasa Mazuelos, 2007). Para ello se sumergió un hisopo en la suspensión de conidias, se eliminó el exceso por rotación y el contenido se inoculó por estría en cajas de agar Muller Hinton enriquecido.

Pasados 15 minutos, en cada caja se colocó un disco de prueba (P), un control negativo (CN) y un control positivo (CP), se dejaron reposar por 15 minutos, se invirtieron y se incubaron a 35 °C ± 2 por 48 horas (MRC, BOD-80 ®); de cada dilución se realizaron ensayos por triplicado. Se consideró como halo de inhibición las zonas alrededor del disco de sensibilidad que no presentaban crecimiento visible; los halos se midieron en mm a las 48 horas de incubación.



**Fig. 1:** Halos de inhibición con discos de 0,125 µg/disco en *Trichophyton rubrum* (A), *Cryptococcus neoformans* (B), *Candida albicans* (C) y *Aspergillus brasiliensis* (D). CP= control positivo; CN= control negativo; P= prueba.

En la tabla 1 se exponen los promedios de los halos de inhibición, evidenciándose que, a 0,125 µg/disco, *T. rubrum* presentó la mayor sensibilidad al tiempo que *C. albicans* no la presentó. Se resalta el hecho de que, a la mayor concentración 0,5 µg/disco, *T. rubrum*, igualmente, presenta mayor sensibilidad, y *C. albicans* la menor.

## DISCUSIÓN

El ensayo de sensibilidad de Kirby-Bauer, aplicado en la presente investigación, es una prueba muy usada en la evaluación de la actividad antimicrobiana y cuyos procedimientos fueron validados por una prueba piloto usando especies ATCC referenciadas de los microorganismos (Hudzicki, 2009).

La literatura especializada reporta varios estudios en los que se pone de manifiesto el amplio y arraigado uso de *P. scandens* con una amplia gama de propiedades, como abortivas, antituberculosas, laxantes y expectorantes, así como para tratar cólicos estomacales, flatulencias, dolor de muelas, gangrena, escabiosis y leishmaniasis (Abera et al.,

**Tabla 1:** Promedios y desviación estándar (paréntesis) de los diámetros de halos de inhibición de las concentraciones del AE de *P. scandens* (mm.). CP= control positivo; CN= control negativo; P= prueba; -, sin halo de inhibición.

Microorganismo	0,50 µg/disco			0,25 µg/disco			0,125 µg/disco		
	CP	CN	P	CP	CN	P	CP	CN	P
<i>C. albicans</i>	29 (1,73)	-	13 (1,00)	28 (0,58)	-	12 (1,15)	30 (1,15)	-	-
<i>A. brasiliensis</i>	27 (0,58)	-	29 (0,58)	27 (1,54)	-	20 (0,58)	27 (1,15)	-	10 (1,00)
<i>T. rubrum</i>	21 (0,58)	-	36 (0,58)	19 (1,73)	-	32 (-)	20 (0,58)	-	28 (0,58)
<i>C. neoformans</i>	27 (1,53)	-	34 (1,53)	27 (3,60)	-	28 (3,60)	22 (3,46)	-	21 (-)

2008; Adegbite *et al.*, 2014; Apenteng *et al.*, 2016; Chaudhari Chaudhari, 2015; Ganesan Gani, 2013; Karishma *et al.*, 2018; Pant *et al.*, 2012; Ribeiro *et al.*, 2014; Riveiro de Paiva *et al.*, 2003; Roy Bharadvaja, 2017b, 2017a; A. Sharma Singh, 2015; N. Sharma Kaushik, 2014; Valverde Badillo, 1998).

Muchos de los trabajos publicados mencionan, especialmente, las propiedades antibacterianas (Karthika, 2015; Malar Tharmaraj Marimuthu Antonysamy, 2016; Morocho-Yaguana *et al.*, 2019; Nair *et al.*, 2016; Shweta Dubey, 2015; Singh *et al.*, 2017) y antifúngicas de extractos con variadas metodologías y, mayoritariamente, se refieren a *C. albicans* (Hassan *et al.*, 2016; Mehmood *et al.*, 1999; Mengane Kemble, 2015; Rathanel *et al.*, 2014; Sepahvand. A, Ezatpour. B., F.Tarkhan, Mahmoud Bahmani Razi, 2017; Soo Khoo *et al.*, 2018; Uniyal *et al.*, 2014).

Existen estudios sobre la actividad antimicótica de extractos de las partes aéreas de *P. scandens*, aplicando varias metodologías contra *Trichosporon asahhi*, *Trichosporon inkin*, *C. albicans*, *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum gypseum* y *Trichophyton rubrum* (de Paiva *et al.*, 2003; Hassan *et al.*, 2016; Mehmood *et al.*, 1999; S. Sharma *et al.*, 2012; Shweta Dubey, 2015). El presente estudio demuestra que es factible obtener el AE de *P. scandens* por arrastre de vapor y el aislamiento, por cromatografía de columna y bio guiada por bioautografía, de una fracción bioactiva; también aporta nueva información a la ya existente sobre las actividad antimicrobianas de extractos de *P. scandens* (Banik *et al.*, 2014; Hassan *et al.*, 2016; Nair *et al.*, 2016; Shweta Dubey, 2015) con la actividad antimicótica de la fracción aislada del AE contra *C. albicans*, *T. rubrum*, *A. brasiliensis* y *C. neoformans* a concentraciones tan pequeñas como las ensayadas, quedando pendiente la identificación molecular del o los componentes de la fracción activa.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: LMY y ACLI; metodología: LMY y ACLI; análisis formal: LMY, HRJ y GCM.; investigación: LMY y ACLI; recursos: UNL y ACLI; curación de datos: LMY, ACLI y HRJ; redacción — preparación del borrador: LMY, ACLI y GRM; redacción — revisión y edición: LMY, GCM y HRJ; visualización: LMY; supervisión: LMY; administración de proyecto: LMY; adquisición de financiamiento para la investigación: LMY y ACLI. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## FINANCIAMIENTO

Este proyecto fue financiado por la Universidad Nacional de Loja.

## REFERENCIAS

- Abdallah, E. M. (2016). Medicinal Plants with Antibacterial Properties Against *Helicobacter pylori*: A Brief Review. *Current Trends in Nutraceuticals*, 1(3), 1-5. <http://www.imedpub.com/>
- Abera, B., Negash, L., Kumlehn, J. (2008). Reproductive biology in the medicinal plant, *Plumbago zeylanica* L. *African Journal of Biotechnology*, 7(19), 3447-3454. <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/59352>
- Adegbite, A. A., Adebanjo, A. A., Yusuf-Babatunde, O. A., Sowole, R. A. (2014). Antimicrobial activity of *Plumbago zeylanica* plant extracts and its application in water and laboratory disinfection. *American Academic and Scholarly Research Journal*, 6(6), 55-64.
- Ahamed Khan, S., Ravi, M., Lal, G. (2014). A review on *Plumbago zeylanica*: Pharmacological properties. *International Journal of Universal Pharmacy and Bio Sciences*, 3(6), 79-92.
- Apenteng, J. A., Brookman-Amisshah, M. G., Osei-asare, C., Oppong, E. E., Ogundeyi, M. (2016). In Vitro Anti-infective and Antioxidant Activity of *Plumbago zeylanica* Linn. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 3(8), 49-52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20546/ijcrbp.2016.308.020>
- Banik, B., Sarkar, P., Sultana, F., Saikia, M., Dey, A. (2014). In-vitro antimicrobial screening with phytochemical study of *Plumbago zeylanica* L. collected from two regions of Eastern Himalayas- A comparative study. *International Journal of Phytopharmacy*, 4(5), 5120-5123. <https://doi.org/10.7439/ijpp>
- Bauer, A., Kirby, W., Sherris, J., Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *Am. J. Clin. Pathol.*, 45, 493. <https://doi.org/10.1128/AAC.1.6.451> Updated
- Biemer, J. J. (1973). Antimicrobial Susceptibility Testing by the Kirby-Bauer Disc Diffusion Method. *Ann. Clin. Lab. Sci.*, 3(2), 135-140.

<http://www.annclinlabsci.org/content/3/2/135.short>

Boyle, V. J., Fancher, M. E., Ross, R. W. (1973). Rapid, modified Kirby-Bauer susceptibility test with single, high-concentration antimicrobial disks. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 3(3), 418-424. <https://doi.org/10.1128/AAC.3.3.418>

Chaudhari, S. S., Chaudhari, G. S. (2015). A review on *Plumbago zeylanica* Linn. -A divine Medicinal Plant. *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research*, 30(2), 119-127. <http://globalresearchonline.net/journalcontents/v30-2/20.pdf>

Chauhan, R., Ruby, K., Shori, A., Dwivedi, J. (2012). *Plumbago zeylanica* a potent herb for various ailments: a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and research*, 15(15), 72-78. <http://globalresearchonline.net/journalcontents/v15-1/15.pdf>

Choma, I. (2005). The Use of Thin-Layer Chromatography with Direct Bioautography for Antimicrobial Analysis. *Advanstar Communications Inc.* <http://www.chromatographyonline.com/lcgc/Features/The-Use-of-Thin-Layer-Chromatography-with-Direct-B/ArticleStandard/Article/detail/177453>

Conejo Fernández, A., Martínez Roig, A., Ramírez Balza, O., Álvez González, F., Hernández Hernández, A., Baquero Artigao, F., Alfayate Miguélez, S., Piñeiro Pérez, R., José Cilleruelo Ortega, M., Moraga Llop, F. A., de Lucas González, R., Calvo Rey, C., España, M. (2016). Documento de consenso Documento de consenso SEIP-AEPap-SEPEAP sobre la etiología, el diagnóstico y el tratamiento de las infecciones cutáneas micóticas de manejo ambulatorio SEIP-AEPap-SEPEAP consensus document on the etiology, diagnosis, treatment and am. *Revista Pediatría Atención Primaria*, 18, 149-172. [www.pap.es](http://www.pap.es)

De Paiva, S. R., Figueiredo, M. R., Aragão, T. V., Kaplan, M. A. C., Ribeiro De Paiva, S., Figueiredo, M. R., Aragão, T. V., Auxiliadora, M., Kaplan, C. (2003). Antimicrobial activity in vitro of plumbagin isolated from *Plumbago* species. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(7), 959-961. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000700017>

Dhale, D. A., Markandeya, S. K. (2011). Antimicrobial and Phytochemical Screening of *Plumbago zeylanica* Linn. (*Plumbaginaceae*) Leaf. *Journal of Experimental Sciences*, 2(3), 04-06. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Exp\\_Sci\\_6028-16279-1-PB\[1\].pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Exp_Sci_6028-16279-1-PB[1].pdf)

Farcio-villarreal, M., Rojas-idrogo, C., Moncada-ascencio, N., Trevisan-Ferreira, D., Pereira Pinto, J., Delgado-paredes, G. E., Farcio-Villareal, M., Rojas-idrogo, C., Moncada-ascencio, N., Trevisan-Ferreira, D., Pereira-Pinto, J., Delgado-paredes, G. E., Farcio-villarreal, M., Rojas-idrogo, C., Moncada-ascencio, N., Trevisan-Ferreira, D., Pereira

Pinto, J., Delgado-paredes, G. E. (2015). In vitro tissue culture, chemical composition and biological activity of *Plumbago scandens* L. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 6(1), 199-209.

Ganesan, K., Gani, S. B. (2013). Ethnomedical and Pharmacological Potentials of *Plumbago zeylanica* L-A Review. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 3, 313-337. [www.ajpct.org](http://www.ajpct.org) Guarro, J. (2012). Taxonomía y biología de los hongos causantes de infección en humanos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 30(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2011.09.006>

Hassan, S. T. S., Berchová-Bímová, K., Petráš, J. (2016). Plumbagin, a Plant-Derived Compound, Exhibits Antifungal Combinatory Effect with Amphotericin B against *Candida albicans* Clinical Isolates and Anti-hepatitis C Virus Activity. *Phytotherapy Research*, May, 1487-1492. <https://doi.org/10.1002/ptr.5650>

Herrera, H. J., Gancino, M. (2017). Infecciones micóticas: esas enfermedades relegadas de la salud pública. *Bionatura*. <https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.03.2>

Hudzicki, J. (2009). Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol. *En American Society For Microbiology*. American Society for Microbiology.

Janbon, G., Quintin, J., Lanternier, F., Christophe D'enfert, C. (2019). Studying fungal pathogens of humans and fungal infections: fungal diversity and diversity of approaches. *Genes and Immunity*, 20(5), 403-414. <https://doi.org/10.1038/s41435-019-0071-2>

Jorguensen, P. M., Leon Yáñez, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares de Ecuador (V. Hollowell (ed.); Primera). Missouri Botanical Garden.

Karishma, S., Yougasphree, N., Baijnath, H. (2018). a Comprehensive Review on the Genus *Plumbago* With Focus on *Plumbago* (*Plumbaginaceae*). *Afr. J. Tradit. Complement Altern Med.*, 15(1), 199-215. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v15i1.21>

Karthika, K. S. M. (2015). Antibacterial activity of plant extract *Plumbago zeylanica* against clinical bacteria. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4(6), 1603-1607. [www.ijset.net](http://www.ijset.net)

Kaur, D., Prasad, S. B., Verma, S. (2016). Formulation and Evaluation Gel from Extract of *Plumbago indica* for Acne. *En Available online on www.ijddt.com International Journal of Drug Delivery Technology* (Vol. 6, Número 3). [www.ijddt.com](http://www.ijddt.com)

Lacasa, C. E., Mazuelos, M. E. (2007). Métodos estandarizados por el CLSI para el estudio de la

- sensibilidad a los antifúngicos (documentos M27-A3, M38-A y M44-A) 15a.1. Fundamento. CLSI. <http://www.guia.reviberoammicol.com/Capitulo15.pdf>
- Lockhart, W. R. (1954). A Rapid Micromethod for Bioautographic Assay'. Logarto Parra, A., Silva Yhebra, R., Guerra Sardinias, I., Iglesias
- Buela, L., Lagarto Parra, A., Silva Yhebra, R., Guerra Sardiñas, I. Iglesias Buela, L., LAGARTOPARRA, A. (2001). Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology*, 8(5), 395-400. <https://doi.org/10.1078/0944-7113-00044>
- Malar Tharmaraj, R. J. J., Marimuthu Antonysamy, J. (2016). Screening of Bactericidal Activity of Selected *Plumbago* Species Against Bacterial Pathogens. *Journal of Microbiology Experimentation*, 2(6), 7. <https://doi.org/10.15406/jmen.2015.02.00070>
- Mehmood, Z., Ahmad, I., Mohammad, F., Ahmad, S. (1999). Indian Medicinal Plants: A Potential Source for Anticandidal Drugs. *Pharmaceutical Biology*, 37(3), 237-242. <https://doi.org/10.1076/phbi.37.3.237.6296>
- Mengane, S. K., Kemble, S. S. (2015). Phytochemical screening and antifungal activity of *Plumbago zeylanica* L. *International Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 6(January), 40-42. [http://www.ijprd.com/PHYTOCHEMICAL\\_SCREENING\\_AND\\_ANTIFUNGAL\\_ACTIVITY\\_OF\\_PLUMBAGO\\_ZEYLANICA.pdf](http://www.ijprd.com/PHYTOCHEMICAL_SCREENING_AND_ANTIFUNGAL_ACTIVITY_OF_PLUMBAGO_ZEYLANICA.pdf)
- Morocho-Yaguana, L., Cambizaca-Mora, G., Salazar-Briceño, J. (2019). Actividad antimicrobiana de extractos de *Plumbago scandens* L. (Yerba de la culebra) Antimicrobial activity of extracts of *Plumbago scandens* L. *Bosques Latitud Cero*, 10(1), 46-56.
- Muralidharan, K., Jayanthi, M., Surendran, R., Balasubramanian, M., Girija, S. (2018). Effect of sample extraction, preparation methods on HPLC quantification of plumbagin in in vivo and in vitro plant parts of *Plumbago zeylanica* L. *African Journal of Biotechnology*, 17(33), 1021-1030. <https://doi.org/10.5897/AJB2018.16561>
- Murov, S. (2010). Miller's Home. Properties of Organic Solvents. <https://sites.google.com/site/miller00828/in/solvent-polarity-table>
- Nair, S. V., Baranwal, G., Chatterjee, M., Sachu, A., Vasudevan, A. K., Bose, C., Banerji, A., Biswas, R. (2016). Antimicrobial activity of plumbagin, a naturally occurring naphthoquinone from *Plumbago rosea*, against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *International Journal of Medical Microbiology*, 306(4), 237-248. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2016.05.004>
- Najafpour Navaei, M., Mirza, M., Dini, M. (2005). Chemical composition of the essential oil of *Plumbago europaea* L. roots from Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2), 213-214. <https://doi.org/10.1002/ffj.1384>
- Ocara, M., Vieille, P., Carvajal, L., Cruz, R. (2019). Los Hongos en la salud y la enfermedad. Parte I. *Boletín Micológico*, 33(2), 1-9.
- Pant, M., Lal, A., Rana, S., Rani, A. (2012). *Plumbago Zeylanica* L.: a Mini Review. *International Journal of Pharmaceutical Applications*, 3(3), 399-405. <http://www.bipublication.com/files/IJPA-V3I32012-4.pdf>
- Rathanavel, C., Sumitha, J., Thillai Arasu, P. (2014). Antimicrobial activity in selected indian medicinal plant extracts using disc diffusion method. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 5(1).
- Ribeiro, T. G., Chávez-Fumagalli, M. a., Valadares, D. G., Franca, J. R., Lage, P. S., Duarte, M. C., Andrade, P. H. R., Martins, V. T., Costa, L. E., Arruda, A. L. a, Faraco, A. a G., Coelho, E. a F., Castilho, R. O. (2014). Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. *Experimental Parasitology*, 143, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2014.05.004>
- Riveiro de Paiva, S., Da Silva Marques, S., Figueiredo, M. R., Coelho Kaplan, M. A. (2003). *Plumbaginales*: A pharmacological approach. *Floresta e Ambiente*, 10(jan/jul), 98-105. <http://www.floram.org/files/v10n1/v10n1a11.pdf>
- Roy, A., Bharadvaja, N. (2017a). A Review on Multi-Purpose Medicinal Plant *Plumbago zeylanica* and In-vitro A Review on Multi-Purpose Medicinal Plant *Plumbago zeylanica* and In-vitro Production of Plumbagin. September.
- Roy, A., Bharadvaja, N. (2017b). A review on pharmaceutically important medical plant: *Plumbago zeylanica*. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 3(4), 225-228. [www.ayurvedjournal.com](http://www.ayurvedjournal.com) Sepahvand. A , Ezatpour. B., F.Tarkhan , Mahmoud Bahmani, A. K. and M. R.-K., Razi. (2017). Phytotherapy in fungi and fungal disease: A review of effective medicinal plants on important fungal strains and diseases. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(11), 4473-4495. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8\(11\).4473-95](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8(11).4473-95)
- Sharma, A., Singh, N. (2015). A multifarious potent herb: *Plumbago zeylanica*-A mini review. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(6), 4825-4829. <http://www.recentscientific.com/sites/default/files/2736.pdf>
- Sharma, N., Kaushik, P. (2014). Medicinal, Biological and Pharmacological Aspects of *Plumbago zeylanica* (Linn

.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(4), 117-120.

Sharma, S., Yadav, D. P., Singh, B., Chhipa, R. C. (2012). Antimicrobial activity of the Soxhlet extraction of *Plumbago zeylanica* leaf extracts in-vitro conditions. Research Journal of Pharmacy and Technology, 5(October), 1320-1322.

Shweta, S., Dubey, S. (2015). Antimicrobial Activity of Leaves Extract of *Plumbago Zeylanica* Plant against Known Drugsquot; International Journal of Research Studies in Biosciences, 3(6), 1-6. [www.arcjournals.org](http://www.arcjournals.org)

Singh, M. K., Pandey, A., Sawarkar, H., Gupta, A., Gidwani, B., Dhongade, H., Tripathi, D. K. (2017). Methanolic Extract of *Plumbago Zeylanica* - A Remarkable Antibacterial Agent Against Many Human and Agricultural Pathogens. Journal of pharmacopuncture, 20(1), 18-22. <https://doi.org/10.3831/KPI.2017.20.004>

Sobhani, M., Abbas-Mohammadi, M., Ebrahimi, S. N., Aliahmadi, A. (2018). Tracking leading anti-candida compounds in plant samples; *Plumbago europaea*. Iranian Journal of Microbiology, 10(3), 187-193.

Soo Khoo, K., Tunku Abdul Rahman, U., Pharm Sci, P. J., Sin Chan, Y., Hong Cheah, Y., Zen Chong, P., Lai Khor, H., Siang Teh, W., Chooi Ong, H., Weng Sit, N. (2018). Antifungal and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Malaysia Analysis of phyobiliprotein in Seaweeds View project extracts and compounds from medicinal plants View project Sit Nw Antifungal and cytotoxic activities of selected medicinal. Pakistan journal of pharmaceutical sciences, 31(1), 119-127. <https://www.researchgate.net/publication/322480858>

Stratton, C. W. (1984). Susceptibility testing revisited. Progress in clinical pathology, 9, 65-100.

Subhash, K., Wabale, A. S., Kharde, M. N. (2013). Phytochemical Screening and Antimicrobial Studies on *Plumbago*. Advances in BioResearch, 4(September), 115-117. <http://soeagra.com/abr/abrsept2013/22.pdf>

Uniyal, V., Bhatt, R. P., Saxena, S., Negi, R. (2014). Phytochemical screening and anti trichosporon activity of *Plumbago zeylanica* Lin. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(9), 107-110.

Valderrama, S. O., Martínez, J. A. H., Torresb, A. H., Escudero, E. M., Gómez, J. G., Hernández, M. S. (2018). Micosis sistémicas en pacientes inmunocomprometidos. Medicine - Programa de Formación Médica Continuada, 12(57), 3357-3368.

<https://doi.org/10.1016/J.MED.2018.05.003>

Valverde Badillo, F. de M. (1998). Plantas útiles del litoral ecuatoriano (Primera). Ministerio del Ambiente de Ecuador, Editorial Jumandi.

# Caracterización morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en la provincia de Loja (Ecuador)

## *Morphological characterization of the vegetative and reproductive organs of Cinchona officinalis L. (Rubiaceae) in the Loja province (Ecuador)*

Víctor Hugo Eras Guamán<sup>1,\*</sup>, Jose Antonio Moreno Serrano<sup>1</sup>, Gabriela Dayanara Correa Torres<sup>1</sup> y Magaly Yaguana Arévalo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: victor.eras@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 01/06/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 05/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—Con el objetivo de generar información útil para conocer la variabilidad morfológica y conservar e incrementar la propagación de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) en su hábitat natural, se realizó la caracterización de los órganos vegetativos y reproductivos de la especie, en los sectores de Selva Alegre y Uritusinga, sitios pertenecientes a la provincia de Loja. Para la caracterización se utilizaron descriptores botánicos cuali-cuantitativos. Los árboles de *C. officinalis* presentaron alturas entre 3 y 9 m, con hojas opuestas y decusadas, de forma oval, entera, penninervia, color verde amarillento, de 7,3 a 16,9 cm de largo, con un pecíolo de 1,2 a 3,7 cm de longitud. En las variables cuantitativas como ancho y área foliar, se evidenció disimilitud de valores entre los dos sitios, presentando Selva Alegre el mayor valor en el ancho de la base del limbo foliar de 4,33 cm. Las flores del sitio de Selva Alegre presentaron los valores más altos en el área de la corola de 0,5 a 0,84 cm<sup>2</sup>, con una longitud promedio de los estambres de 0,6 a 1,5 cm; en cambio, las flores del sitio de Uritusinga alcanzaron el mayor valor en la longitud del estilo de 0,8-1,6 cm, la longitud promedio de las flores fue de 1,3 a 1,6 cm. Los frutos, presentaron una forma oblonga u elíptica, de color rojo oscuro, con una longitud de 1,9-2,48 cm; el mayor número de semillas por fruto se evidenció en el sitio de Uritusinga, con la presencia de 39 semillas/fruto, con una longitud de la semilla de 4,3 a 5,73 mm.

**Palabras clave**—*Cinchona officinalis*, Caracterización morfológica, Órganos vegetativos, Órganos reproductivos.

**Abstract**—In order to generate useful information to know the morphological variability and conserve and increase the spread of *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae) in its natural habitat, the characterization of the vegetative and reproductive organs of the species was carried out, in the sectors of Selva Alegre and Uritusinga, from Loja province (Ecuador). Qualitative-quantitative botanical descriptors were used for characterization. The trees of *C. officinalis* presented heights between 3 and 9 m, with opposite and decussate leaves, oval in shape, entire, penninervia, yellowish green, 7.3 to 16.9 cm long, with a 1.2 to 3.7 cm long petiole. In the quantitative variables such as width and leaf area, dissimilarity of values was evidenced between the two sites, with Selva Alegre presenting the highest value in the width of the base of the leaf blade of 4.33 cm. The flowers from the Selva Alegre site presented the highest values in the corolla area of 0.5 to 0.84 cm<sup>2</sup>, with a length of the stamens of 0.6 to 1.5 cm. On the other hand, the Uritusinga site reached the highest value in the length of the style of 0.8 - 1.6 cm, and the length of the flowers was 1.3 to 1.6 cm. The fruits presented an oblong or elliptical shape, dark red in color, with a length of 1.94 - 2.48 cm; the highest number of seeds per fruit was evidenced in the Uritusinga site, with the presence of 39 seeds/fruit with a seed length of 4.3 to 5.8 mm.

**Keywords**—*Cinchona officinalis*, Morphological characterization, Vegetative organs, Reproductive organs.

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como uno de los 17 países megadiversos, debido a su posición geográfica y la influencia de corrientes marinas: su ubicación tropical y andina reúne múltiples condiciones favorables a la diversificación de la vida, incluyendo distintos tipos de ambientes naturales, variedad de climas y ecosistemas. Esta biodiversidad se ve

reflejada en la Región Sur del Ecuador, debido a las variadas formas de vida que aquí existen (Jorgensen y León-Yáñez 1999). En particular la provincia de Loja posee una alta biodiversidad de ecosistemas y grupos taxonómicos de plantas, revelando la existencia de 639 especies de plantas endémicas (Aguirre et al., 2017). Dentro de esta biodiversidad destaca una especie representativa de la provincia de Loja, la *Cinchona officinalis*, llamada comúnmente “cascarilla”, reconocida

por sus grandes aportes medicinales, principalmente utilizada para curar la malaria y el paludismo. Debido a esto las poblaciones de cascarilla fueron sobreexplotadas y comercializadas por su corteza, llegando a ser calificada en 1997 como una planta potencialmente amenazada (Buitron, 1999). Según Jaramillo y Carrera (2008), la explotación de la *Cinchona* fue dirigida por los jesuitas quienes ejecutaban una extracción controlada de la cascarilla, siendo expulsados en 1767. La explotación se incrementó en 1839, cuando William Hooker decretó la tala completa de los árboles, provocando la destrucción de la especie de los ecosistemas naturales. Una de las mayores complicaciones fue la complejidad en el reconocimiento de *Cinchona* en campo, lo que significó una sobreexplotación del árbol de la quina, obteniendo como resultado una tala indiscriminada. El centro de producción se dio principalmente en la zona de Loja, en los montes de Uritusinga y Cajanuma (Tapia, 2013). Adicional a ello, actividades antrópicas como incremento demográfico, cambios en el uso de suelo por ampliación de la frontera agrícola, quemadas periódicas y la deforestación, han ocasionado la destrucción de su hábitat natural; pese a que su presencia es cada vez más escasa en las zonas de distribución natural, la especie aún no ha sido catalogada dentro de la lista de la UICN (Loaiza y Sánchez, 2006).

La caracterización morfológica es conocida en la silvicultura como una técnica exitosa del reconocimiento in situ de especies forestales para el manejo de bosques mediante el uso de descriptores botánicos, utilizados para estudiar la variabilidad genética, identificar plantas y conservar los recursos genéticos, ofreciendo un mejor resultado al momento de querer incrementar la densidad de especies deseables (Lamprecht, 1986; Barrera, 1992; Hernández, 2003). La necesidad de una caracterización morfológica se justifica no solo por el conocimiento que se genera en la fenología de la especie, sino que para propósito de mejoramiento genético es indispensable conocer la biología reproductiva y la variación fenotípica que presenta la especie (Guerrero, 2010). De esta forma se podrá conocer el nivel de cambio fenotípico que existe dentro de la especie y el potencial que presenta alguno de los materiales genéticos para que sean incorporados en programas de mejoramiento genético (Manco y Pérez, 2009).

Con estos antecedentes, el presente artículo pretende contribuir con información sobre las características morfológicas de los órganos vegetativos y reproductivos de *Cinchona officinalis* L. (Rubiaceae), provenientes de los sitios de Selva Alegre y Uritusinga. A partir de los resultados se busca fortalecer las bases teóricas para posteriores descripciones que prioricen el manejo, la identificación taxonómica y el mejoramiento genético de la especie, contribuyendo al conocimiento y conservación de *Cinchona officinalis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Loja (Ecuador), específicamente en dos sitios: Selva Alegre del cantón Saraguro, ubicado entre las coordenadas geográficas (UTM WGS 84): 9607758 m S y 681538 m E, a una altitud de 2744 m.s.n.m y una temperatura promedio que fluctúa entre 10 ° C y 21 ° C; y Uritusinga que corres-

ponde al cantón Catamayo, ubicado geográficamente en las coordenadas sur 9547370 m S y 692425 m E, a una altitud de 2438 m.s.n.m, con una temperatura promedio entre 12 ° C a 21 ° C (Figura 1) (Eras *et al.*, 2019). La identificación de las características morfológicas de las muestras se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en las coordenadas 699830 m E y 9554084 m S, en el cantón y provincia de Loja.

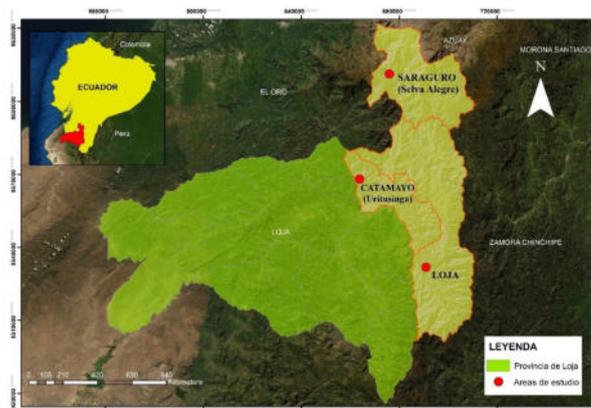


Fig. 1: Mapa de ubicación del área de estudio.

### Selección y colecta del material vegetal y reproductivo

Para la selección de las muestras, se tomó en consideración el calendario fenológico de *Cinchona officinalis*, levantada en el proyecto “Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla *Cinchona Officinalis* L., en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja” de Padilla (2017). A partir de ello se realizaron tres salidas de campo, durante los meses de junio a agosto del año 2020, y se identificaron los árboles recorriendo las áreas de estudio. Para la colecta del material vegetal y reproductivo se consideró que el árbol haya alcanzado la madurez fisiológica, es decir que presente fructificación, con la finalidad de tener una colecta completa de un mismo individuo. A partir de ello se seleccionaron 10 individuos en cada relicto boscoso, y se realizó la colecta de 5 hojas, 5 flores, y 5 frutos por individuo, tomando muestras de diferentes partes del árbol (Figura 2A). Las muestras de las hojas fueron prensadas en campo, para poder ser trasladadas al laboratorio, mientras que las muestras de flores y frutos se colocaron en fundas plásticas, debidamente etiquetadas con su respectivo código para su posterior caracterización.

### Enfoque y diseño de investigación

Esta investigación es meramente descriptiva, mediante el reconocimiento de las características por observación y medición directa, y tiene un enfoque cuanti-cualitativo (Martínez y Ávila, 2009 y Vozzo, 2005). El análisis de las características morfológicas se realizó a partir de las prescripciones de Andersson (1995, 1998).

## Identificación morfológica de los órganos vegetativos y reproductivos

Se llevó un registro en campo de 10 árboles previamente seleccionados en cada relicto boscoso y se identificaron características dasométricas como: estado sanitario, forma del fuste, filotaxia, DAP y altura total de cada árbol. Para estudiar las características morfológicas de *Cinchona officinalis* se examinaron 300 muestras en total, las cuales correspondían a hojas, flores y frutos. Los caracteres cuantitativos como longitud y ancho fueron medidos con el calibrador digital (Figura 2B), además se utilizó el programa ImageJ 64bits, para el cálculo de áreas (Figura 2D). Los caracteres cualitativos fueron identificados de forma visual. Para distinguir el color de las muestras se tomó como referencia la tabla de colores de Munsell. Los frutos de cada sitio fueron pesados con una balanza digital (peso húmedo del fruto) (Figura 2C) y se contó el número de semillas que contenía cada fruto (Tablas 1 y 2; Figura 2) (Campuzano, 2009).

### Análisis de datos

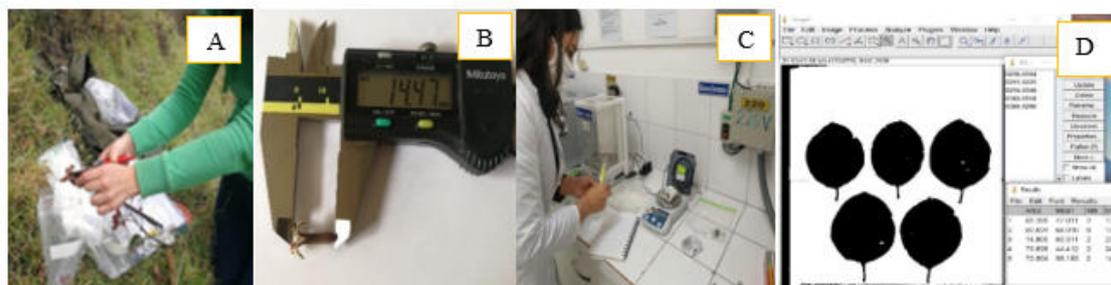
Para el presente estudio se realizó un análisis de las características de *Cinchona officinalis* para observar la similitud y variabilidad entre los individuos seleccionados de los dos sitios. Para ello se realizó el procesamiento de datos en una base de Excel, ordenando la información obtenida de cada descriptor. Para el análisis de las características cuantitativas se aplicó la estadística descriptiva en una matriz de Excel, obteniendo los valores de media y representándolas a través de gráficas; para el estudio de las variables cualitativas se efectuó un análisis de los caracteres o variables, mediante tabulación simple (Hair et al., 1999).

**Tabla 1:** Caracteres vegetativos de *Cinchona officinalis* L.

Descriptores propuestos	Tipo de característica	
	Cuantitativa	Cualitativa
<b>Características de los árboles</b>		
Estado sanitario		*
Forma del fuste		*
Filotaxia		*
DAP (cm)	*	
Ht (m)	*	
<b>Características de las hojas</b>		
Longitud del limbo foliar	*	
Ancho de la base del limbo foliar	*	
Área foliar del limbo	*	
Forma del limbo foliar		*
Tipo de borde		*
Longitud del pecíolo	*	
Tipo de nervadura		*
Color de la hoja		*

**Tabla 2:** Caracteres reproductivos de *Cinchona officinalis* L.

Descriptores propuestos	Tipo de característica	
	Cuantitativa	Cualitativa
<b>Características de las flores</b>		
Longitud de la flor desde la base hasta el ápice	*	
Ancho de la base de la corola	*	
Ancho de la parte superior de la corola	*	
Área de la corola de flor	*	
Forma de la flor		*
Color de los pétalos		*
Tipo de flor por pétalos		*
Tipo de flor por la unión de los sépalos		*
Tipo de flor por la unión de los estambres		*
Número de estambres	*	
Longitud promedio de los estambres	*	
Forma del pistilo		*
Longitud del estilo	*	
Color de los sépalos		*
Longitud promedio de los sépalos	*	
Número de sépalos	*	
Número de pétalos	*	
Presencia de calicillo		*
Forma del ovario		*
<b>Características de las frutos y semillas</b>		
Longitud del fruto desde la base hasta el ápice	*	
Ancho de la base del fruto	*	
Ancho de la parte superior del fruto	*	
Área total del fruto	*	*
Forma del fruto		*
Color del fruto		*
Tipo de fruto		*
Número de valvas del fruto	*	
Peso promedio del fruto	*	
Longitud del pedúnculo del fruto	*	
Presencia de calicillo en la base del fruto	*	
Número de sépalos del calicillo	*	
Número promedio de semillas por fruto	*	
Longitud promedio de la semilla	*	
Color de la semilla		*
Forma de la semilla		*

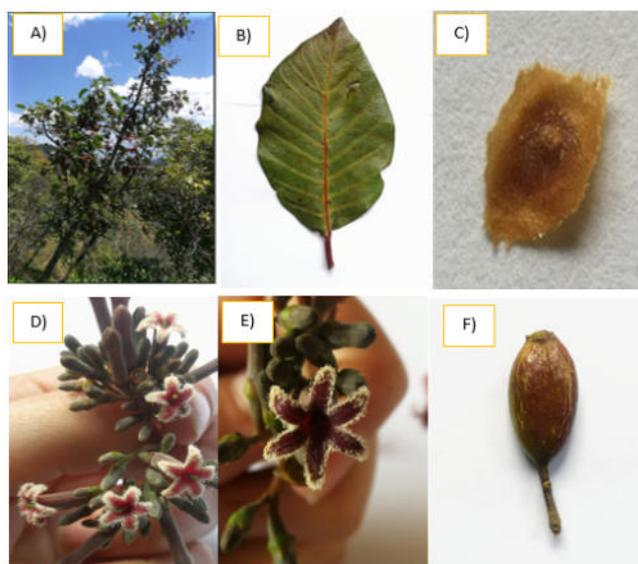


**Fig. 2:** A) Selección del material vegetal y reproductivo de *C. officinalis*; B) Medición de las flores de *C. officinalis*; C) Pesaje de los frutos de *C. officinalis*; D) Análisis de imágenes con ImageJ-64 bits para la medición.

**RESULTADOS**

**Descripción de los árboles de *Cinchona officinalis***

Los árboles de *Cinchona officinalis* presentaron un tronco de corteza color marrón oscuro, ligeramente fisurada, de fuste cilíndrico, con una altura total que alcanzó entre 3 y 9 m, y un diámetro de 4,8 a 30,4 cm (Figura 3A), con filotaxia opuesta y decusada; hojas de morfología oval de color verde (Figura 3B); flores pequeñas hermafroditas, actinomorfas de color rosado-morado (Figuras 3D y 3E). El fruto presentó una cápsula septicida, dehiscente hasta la base mediante 2 valvas, oblongo-elíptica, polisperma (Figura 3F), con semillas de forma fusiforme de 4,3 a 5,73 mm de longitud (Figura 3C).

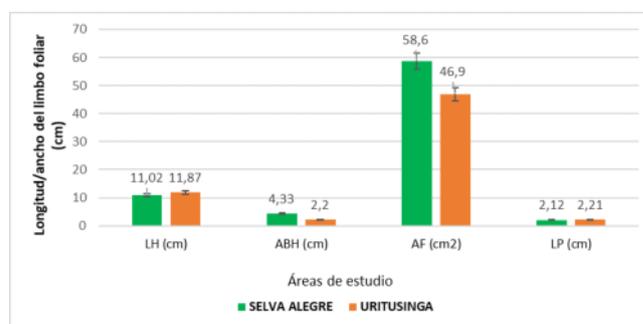


**Fig. 3:** Características morfológicas de *C. officinalis*, de los dos sitios de estudio: A) árbol de *Cinchona officinalis*; B) hoja; C) semilla; D) y E) flores; F) fruto.

**Descripción morfológica de los órganos vegetativos de *C. officinalis* en dos relictos boscosos de la provincia de Loja.**

Las hojas de *Cinchona officinalis* son simples, opuestas y decusadas, de contorno oval de 7,3 a 16,9 cm de longitud, de color verde amarillento, borde entero, penninervia, con una longitud del peciolo de 1,2 a 3,7 cm. Los resultados obtenidos indicaron que Selva Alegre y Uritusinga, según las características ancho de la base del limbo foliar y área del

limbo foliar, presentaron disimilitud en sus valores, evidenciando que Selva Alegre obtuvo el mayor valor, alcanzando un ancho de la base del limbo foliar de 1,3 a 4,33 cm y un área promedio del limbo foliar de 58,6 cm<sup>2</sup>(Figura 4).



**Fig. 4:** Valores promedio de las variables cuantitativas de la hoja de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio. LH=longitud del limbo foliar; ABH= ancho del limbo foliar; AF= área del limbo foliar; LP=longitud del pedúnculo.

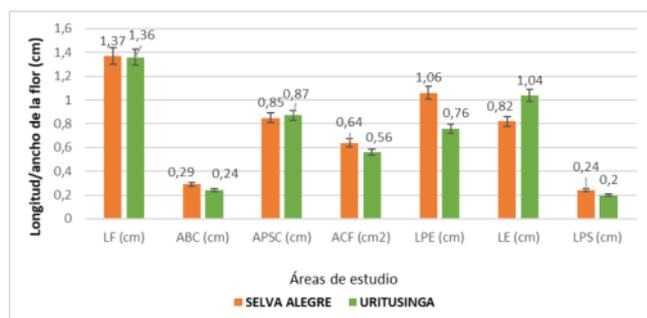
**Descripción morfológica de los órganos reproductivos de *C. officinalis* en dos relictos boscosos de la provincia de Loja**

*Cinchona officinalis* presentó flores completas pequeñas, hermafroditas, actinomorfas, epiginas de 1,08 a 1,69 cm de longitud, corola gamopétala, tubular, pentámera, de color rojo y rosado, con pequeñas cerdas blancas en los extremos de sus pétalos; cáliz gamosépalo turbinado, pentámero, soldado al ovario, con sépalos de longitud de 0,1 a 0,24 cm, de color verde amarillento; gineceo con ovario ínfero sincárpico; epipétalos unidos a la corola, con flores brevistilas (las anteras están por encima de los estigmas) y longistilas (estilos largos y estambres cortos), con una longitud de los estambres en flores brevistilas de 0,6 a 1,54 cm, mientras que en flores longistilas la longitud del pistilo fue de 0,8 a 1,6 cm, con la presencia de 5 a 6 estambres (Tabla 3).

Los resultados obtenidos en las variables cuantitativas indicaron que el sitio Selva Alegre presentó el mayor valor en el ancho de la base de la corola con 0,29 cm, así como el área de la corola de la flor (0,64 cm<sup>2</sup>) y la longitud promedio del estambre (1,06 cm). Por el contrario, el sitio Uritusinga presentó el mayor valor en la longitud del estilo, con un valor promedio de 1,04 cm (Figura 5).

**Tabla 3:** Proporción de las muestras que presentaron cada uno de los estados de las variables cualitativas de la flor de *C. officinalis* L., de los sitios Selva Alegre y Uritusinga. FF=Forma de la flor; CP=color de los pétalos; PFP=tipo de flor por pétalos; TFS=tipo de flor por la unión de los sépalos; TFE=tipo de flor por la unión de los estambres; FP=forma del pistilo; CS=color de los sépalos; PC=presencia de calicillo; FO=forma del ovario.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Pequeñas, actinomorfas	100	100
CP	Rojo débil	100	0
	Rosado		100
PFP	Tubular	100	100
TFS	Gamosépalo	100	100
TFE	Epipétalo	100	100
FP	Brevistila	50	0
	Longistila	50	100
CS	Rojo	36	40
	Amarillo	64	60
PC	Cáliz turbina-do soldado al ovario	100	100
FO	Ovario ínfero	100	100



**Fig. 5:** Valores promedios de las variables cuantitativas de la flor de *C. officinalis* L., en las dos áreas de estudio. LF =longitud de la flor desde la base hasta el ápice; ABC=ancho de la base de la corola; APSC=ancho de la parte superior de la corola; ACF=área de la corola de flor; LPE=longitud promedio de los estambres; LE=longitud del estilo; LPS=longitud promedio de los sépalos.

De acuerdo a la Tabla 4, los ejemplares del sitio Selva Alegre presentaron en mayor porcentaje (80%) la presencia de cinco sépalos; mientras que los de Uritusinga mostraron una semejanza en el número de sépalos, identificando la presencia de cinco sépalos en un 90%. En relación al número de pétalos, los individuos de Selva Alegre presentaron entre 5 y 6 pétalos en sus flores, mientras que los de Uritusinga mostraron 5 pétalos en todos los casos.

**Tabla 4:** Porcentaje del número de sépalos y pétalos de la flor de *C. officinalis*.

Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
Número de sépalos	4	0	8
	5	80	90
	6	20	2
Número de pétalos	5	44	100
	6	56	0

El fruto de *C. officinalis* es una cápsula septicida, de forma oblonga u elíptica, de color rojo a rojo oscuro, dehiscente por dos valvas, con un calicillo corto de 5 sépalos de color amarillo rojizo. Las semillas presentaron una forma fusiforme con alas muy finas y frágiles, el número de semillas varió entre 13 a 39 semillas por fruto, con una longitud promedio de la semilla de 5,8 cm de largo (Tabla 6). Sus semillas revelaron un color amarillo-amarillo rojizo (Tabla 5).

**Tabla 5:** Evaluación de las variables cualitativas del fruto y semilla de *C. officinalis* de los sitios Selva Alegre y Uritusinga. FF=forma del fruto; CF=color del fruto; PF= tipo de fruto; PCF=presencia de calicillo en la base del fruto; CS= color de la semilla; FS=forma de la semilla.

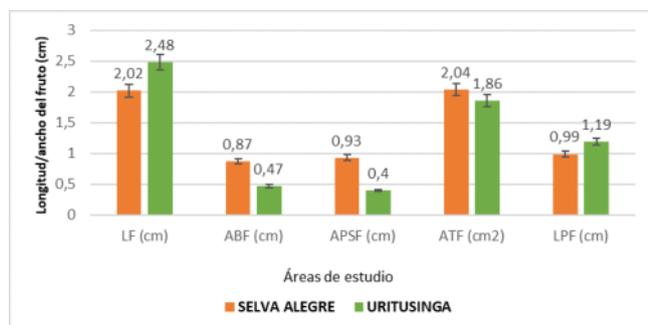
Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)	
		Selva Alegre	Uritusinga
FF	Oblongo	10	90
	Elíptico	90	10
	Rojo	72	0
CF	Rojo oscuro	0	82
	Amarillo olivado	28	18
PF	Capsula, fruto seco, dehiscente	100	100
PCF	Calicillo corto	48	26
	Sin calicillo	52	74
CS	Amarillo	36	40
	Amarillo rojizo	64	60
FS	Fusiforme	100	100

**Tabla 6:** Evaluación de la longitud de la semilla de *Cinchona officinalis*.

Longitud de la semilla (mm)	Selva Alegre	Uritusinga
Media	5,88	5,84
Error típico	0,1079	0,1025
Mediana	5,73	5,72
Mínimo	4,56	4,36
Máximo	7,9	7,6
Suma	294,22	292,32
Cuenta	50	50

Los resultados obtenidos en las características cuantitativas del fruto y semilla presentaron diferencia entre los dos sitios en las variables ancho de la base del fruto, ancho de la parte superior del fruto y peso promedio del fruto; Selva Alegre obtuvo el mayor valor en el área total del fruto de 2,04 cm<sup>2</sup>, con un peso promedio del fruto de 1,04 g (Tabla 7),

mientras que Uritusinga reveló el valor más alto en la longitud del fruto de 1,54-4,12 cm, con una longitud promedio del fruto de 2,48 cm, y una longitud promedio del pedúnculo del fruto de 1,19 cm (Figura 6).



**Fig. 6:** Valores promedios de las variables cuantitativas del fruto y semilla de *C. officinalis*, en las dos áreas de estudio. LF=longitud del fruto desde la base hasta el ápice; ABF= ancho de la base del fruto; APSF= ancho de la parte superior del fruto; ATF=área total del fruto; PPF=peso promedio del fruto; LPF= longitud del pedúnculo del fruto; LPS= longitud promedio de la semilla.

**Tabla 7:** Evaluación del peso del fruto de *Cinchona officinalis*.

Peso del fruto (g)	Selva Alegre	Uritusinga
Media	1,04	0,80
Error típico	0,0548	0,0488
Mediana	0,99	0,74
Mínimo	0,37	0,4
Máximo	1,91	1,73
Suma	52,17	40,09
Cuenta	50	50

## DISCUSIÓN

### *Caracterización morfológica de los órganos vegetativos de Cinchona officinalis, en los dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.*

El conocimiento morfológico es muy importante para el manejo de los recursos florísticos ya que permite interpretar similitudes y diferencias, que pueden ser de gran interés en el momento de establecer posibles soluciones a una problemática (Pérez y Mendoza, 2002). Según Garmendia (2005), *Cinchona officinalis* suele desarrollarse en potreros aislados, formando grupos de arbustos grandes y rebrotes vegetativos, ubicados en pendientes pronunciadas y en suelos muy degradados, lo que dificulta la regeneración natural por medio de distribución de semillas. Además, durante su estado de crecimiento prefiere lugares húmedos y con poca o casi nada de radiación solar, y conforme alcanza etapas maduras esta especie compete por la luz hasta llegar a la etapa adulta (Padilla, 2017).

De acuerdo a los parámetros dasométricos estudiados, los dos sitios presentaron diferencias en características como altura y DAP, registrando la altura máxima en los individuos del sitio Selva Alegre de 8,2 m; en el caso de la característica DAP, Uritusinga registró el valor más elevado de 19,07 cm, mientras que Selva Alegre registró un valor de 14,1 cm. Esta información es corroborada con el proyecto “Estudio

fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla *Cinchona Officinalis* L., en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja” de Padilla (2017), donde manifiesta que los nutrientes existentes en el suelo aportan en gran medida al crecimiento de las plantas, siendo el sitio de Selva Alegre uno de los sitios que registró mayor incremento en el crecimiento de los individuos de *Cinchona officinalis*, presentando mayor concentración de óxido de potasio (78,33 pm) y manganeso. Además, menciona en su estudio que Uritusinga presentó un mayor crecimiento en área basal, debido a que sus suelos contienen altas concentraciones de óxido de potasio, hierro y manganeso.

Por otra parte, en relación al análisis de las características cuantitativas, los sitios Selva Alegre y Uritusinga presentaron similitud de valores de longitud del limbo foliar y longitud del peciolo, mostrando una longitud del limbo foliar de 7,3-16,9 cm, a diferencia de las características ancho de la base del limbo foliar y área del limbo foliar, donde se evidenció variabilidad en los valores obtenidos, mostrando que Selva Alegre presentó el mayor valor en el ancho (1,4 a 6,7 cm). Estos resultados se asemejan a lo indicado por Villar et al. (2018), quien en un estudio de silvicultural de *Cinchona officinalis* menciona que las hojas nuevas suelen llegar a medir entre 6,2 a 9,5 cm de longitud y de 4,5 a 7,3 cm de ancho, y las hojas maduras pueden medir entre 6,4 a 16,5 cm de longitud y de 6,5 a 10,9 cm de ancho. Sin embargo, el tamaño de las hojas es variable y en general depende de factores como la temperatura, precipitación y los nutrientes existentes en el suelo. Además, en un estudio realizado en 7.670 especies vegetales de más de 600 lugares, se observó que los cambios de temperatura diurna y nocturna entre el follaje y el aire eran determinantes en las variaciones geográficas del tamaño de las hojas (Hazteco, 2017). Sin embargo, Smith y Smith (2007) mencionan que la cantidad de luminosidad que penetra en la copa de los árboles y llega al suelo, suele variar tanto en cantidad como en la posición de las hojas, donde la variación temporal en la intensidad de la radiación solar tiene consecuencias ecológicas sobre las plantas afectando su fotosíntesis, morfología, crecimiento y supervivencia. Por ende, la diferencia que existe en el tamaño de las hojas entre los dos sitios puede ser influenciado por los factores antes manifestados.

### *Caracterización morfológica de los órganos reproductivos de Cinchona officinalis, en los dos relictos boscosos de la Provincia de Loja.*

Los estudios morfológicos de órganos reproductivos son métodos idóneos para identificar y describir a detalle la diversidad de especies vegetales existentes, lo cual ayuda a mejorar su conservación, mediante planes de recuperación específicos, conservación que resulta esencial no solo para la supervivencia de las propias plantas, sino también para la de otros organismos vivos (Ortiz, 2019).

En el presente estudio, *Cinchona officinalis* presentó características similares en relación a los descriptores cualitativos evaluados, no obstante, en la característica coloración de los pétalos, se pudo determinar que los dos sitios

presentaron disimilitud entre las muestras analizadas, debido que las flores de Selva Alegre presentaron una coloración rojiza en sus pétalos y Uritusinga exhibió una coloración rosada. Además, se determinó que las flores del sitio de Selva Alegre presentaban heterostilia en su población, con la presencia de dos morfos (brevistila y longistila), lo cual difería en la posición de sus órganos sexuales, mientras que Uritusinga presentó un morfo longistilo en todas las muestras analizadas. En este sentido, Barrett (2002) menciona que las plantas heterostilas suelen presentar un sistema de incompatibilidad de tipo esporofítico que impide la autofecundación y reproducción entre plantas de un mismo morfo, en el cual, la producción de frutos solo se produce cuando las plantas son polinizadas con polen procedente del verticilo recíproco. En relación a esto, Darwin (1877) señaló que las características morfológicas asociadas al síndrome heterostilo están total o parcialmente interconectadas desde un punto de vista genético, funcional y evolutivo, donde la posición de los órganos sexuales son una adaptación que facilita el intercambio polínico entre plantas de distinto morfo. Una de las hipótesis más aceptadas según Lloyd (1979) y Beach y Bawa (1980) es la evolución, donde mencionan que la heterostilia se presenta como resultado de cambios ecológicos, en el cual la transferencia asimétrica de polen favorece la función masculina con mayor exportación del mismo y la función femenina en el que recibe mayor cantidad de polen. En consecuencia a lo antes ya mencionado, la diferencia que se pudo observar en la morfología floral de estos dos sitios, puede deberse a los factores ya mencionados, como un tipo de adaptabilidad evolutiva de la especie.

En cuanto a las características cuantitativas de la flor como longitud de la flor y longitud promedio de los sépalos, se determinó que Selva Alegre y Uritusinga mostraron semejanza en los valores obtenidos, revelando que no existe variabilidad en estos rasgos. Sin embargo, en las variables ancho de la base de la corola, ancho de la parte superior de la corola, área de la corola de la flor y longitud promedio de los estambres, se observó que Selva Alegre poseía los mayores porcentajes en estas variables, mientras que Uritusinga obtuvo el mayor valor en la variable longitud del estilo. Por otra parte, se pudo identificar que las flores de Selva Alegre presentaban entre 5 y 6 pétalos en sus flores con la presencia de 5 y 6 estambres, mientras que el sitio de Uritusinga presentó en mayor porcentaje 5 estambres, con la presencia de 5 pétalos en sus flores. Además, se determinó que los dos sitios compartían similitud en el cáliz, con la presencia de 5 sépalos. Los valores obtenidos en el presente estudio se encontraron dentro de los rangos establecidos por Jiménez (2019) y Pollito (1989).

Con base en la información obtenida, se identificó que Selva Alegre y Uritusinga presentaban similitud en gran parte de las características cualitativas analizadas del fruto, no obstante, se evidenció que en la característica forma del fruto, los dos sitios presentaron diferencias. Por otra parte, en relación a las características cuantitativas, Uritusinga alcanzó valores más altos en la longitud del fruto, mientras que Selva Alegre presentó los valores más altos en las características ancho, área total y peso promedio del fruto.

Las diferencias observadas en el tamaño del fruto de *Cinchona officinalis* en las dos áreas de estudio pueden deberse a varios factores, según lo señala Peñuela (2004), donde menciona que el tamaño de los frutos depende de variaciones genéticas, del tipo de suelo y sus características físicas y químicas, o de factores ambientales como la radiación solar, temperatura, precipitación y humedad relativa, factores que ocurren durante el proceso de desarrollo, crecimiento y tamaño final. Esto explica que en una misma especie haya frutos de diferentes tamaños con algunas variaciones de forma.

Por otro lado, las semillas analizadas de *Cinchona officinalis* presentaron similitud en la forma, el color y la longitud promedio de la semilla, resultados semejantes a los mencionados por Romero (2017). Con respecto a la longitud de la semilla este autor menciona que las semillas de *C. officinalis* se diferencian significativamente de otras especies del género de *Cinchona* distribuidas en el Ecuador, sin embargo, posee afinidad con otras dos especies (*C. lancifolia* y *C. villosa*), con una longitud promedio de  $5,01 \times 2,46$  mm de ancho.

Finalmente, se puede señalar que los valores del número promedio de semillas por fruto difirieron entre los dos sitios, mostrando que Uritusinga contenía el mayor porcentaje de semillas, en promedio 39 semillas por fruto, mientras que el sitio Selva Alegre obtuvo en promedio 32 semillas por fruto, sin embargo esta información puede presentar una respuesta variante en la producción de las semillas, ya que la productividad puede variar de acuerdo a la temporada, fenología y las fechas óptimas en la recolección del fruto, lo que provoca cambios morfológicos durante el desarrollo del fruto, afectando a su coloración, tamaño o consistencia, factores que son determinantes y que indican la madurez de la semilla (Romero, 2017). Según un estudio realizado por Dalling (2002), la variación que se encuentra en el número de semillas por fruto podría ser una ventaja en el momento de establecerse en un determinado sitio, ya que los frutos que contienen varias semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura, viable y que consiga sobrevivir. En el caso de *C. officinalis*, la forma, el tamaño, el número y el peso de las semillas son rasgos que están íntimamente ligados al tipo de dispersión, y han sido relacionadas con la habilidad de alcanzar más y mejores sitios de germinación (Peco et al., 2003).

## CONCLUSIONES

Las muestras de flores presentaron variación en la morfología floral que afectó en la posición de los órganos sexuales. Esta variabilidad se vio en las flores del sitio de Selva Alegre, donde la población presentaba flores brevistilas y longistilas, mientras que Uritusinga presentó flores longistilas en todas las flores analizadas. Este tipo de variabilidad morfológica puede afectar en el proceso de polinización, fecundación y potencialmente en la formación de frutos.

Los frutos provenientes del sitio Uritusinga presentaron mayor número de semillas por fruto, considerándolo como árboles semilleros de *Cinchona officinalis*, ya que al conte-

ner varias semillas se obtiene mayor probabilidad de tener una semilla viable.

## AGRADECIMIENTOS

A las Autoridades de la Universidad Nacional de Loja, y al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, así como al equipo del Proyecto de Investigación Cinchona, financiado por la Universidad Nacional de Loja, por el apoyo técnico, logístico y humano brindado para la ejecución de la presente investigación.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Dirección del trabajo de investigación, planificación de actividades, redacción y revisión de las versiones del documento hasta la versión final, VHEG; Colecta del material vegetal y reproductivo en campo, JAMS y GDCT; levantamiento de información, análisis, interpretación, y redacción del manuscrito, GDCT; apoyo técnico y logístico en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, MYA.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe conflicto de intereses en los autores del presente manuscrito.

## REFERENCIAS

- Aguirre, Z., Aguirre, N., y Muñoz, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523-542.
- Andersson, L. (1995). Diversity and origins of Andean Rubiaceae. Páginas 441-450. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. y Luteyn, J.L. (eds) Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. New York Botanical Garden, New York.
- Andersson, L. (1998). A revision of the genus *Cinchona* (Rubiaceae-Cinchoneae). *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 80(1): 1-75. Barrera, T. (1992). Plántulas de algunas especies leñosas y connaturalizadas del Bosque Subandino Sylvania-Cundinamarca, Colombia. En: *Agronomía colombiana*. 9: 131-160.
- Barrett, S. (2002). The evolution of plant sexual diversity. *Nature Reviews genetics* 3:274-284.
- Beach, J., y Bawa, K. (1980). Role of pollinators in the evolution of dioecy from distyly. *Evolution* 34:1138-1142
- Buitrón, G. (1999). Uso y Comercio de Plantas Medicinales, Situación actual y Aspectos Importantes para su Conservación. Ecuador: TRAFFIC International. 76p.
- Campuzano, L. (2009). Perspectivas de la investigación de *Jatropha curcas* L. en Colombia PARTE I: Componente Genético. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín - Colombia.
- Darwin, C (1877). The different forms of flowers on plants of the same species. J. Murray, London, Reino Unido.
- Dalling, J. (2002). Ecología de semillas. En: M. Guariguata y G. Catan, (eds). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*, 345375. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica.
- Eras V., Minchala J., Moreno J., Yaguana M., Sinche M. y Valarezo C. (2019). Estructura, Composición Florística y Fisiología Reproductiva de *Cinchona officinalis* L. en la provincia de Loja, Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador: 160 p
- Garmendia, A. (2005). El árbol de la quina (*Cinchona* spp.), distribución, caracterización de su hábitat y arquitectura. Loja, Ecuador: Editorial Universidad Técnica Particular de Loja.
- Guerrero, J. (2010). "Caracterización Morfológica y Agronómica de la Colección Nacional de Germoplasma del Piñón (*Jatropha curcas* L.), de Corpoica-La Libertad. Universidad de los Llanos (Unillanos). Villavicencio, Colombia. 150 p
- Hair, J. F. (Jr.), R. E. Anderson, R. L. Tatham, y W. C. Black. (1999). *Análisis Multivariante*. 5th ed. Prentice Hay. Madrid. 799 p.
- Hazteco (1 de noviembre de 2017). Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla *Cinchona officinalis* L., en cuatro relictos boscoso de la provincia de Loja. Tesis de grado. Loja – Ecuador.
- Hernández, J. (2003). Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Catie programa de educación para el desarrollo y la conservación Jaramillo, J. y Carrera, D. (2008). Una aproximación CTS al análisis de la industria de la quinina en la zona de Loja en el siglo XVIII. En *Cortocircuito*, 17: 58-64.
- Jiménez, T. (2019). Especies del género *Cinchona* en el área de conservación privada Huaricancha, distrito de Sándor-Huancabamba-Piura. Tesis de grado previa a la obtención del título de Biólogo. Piura – Perú.
- Jorgensen, P., y León-Yáñez, M. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Syst. Bot. Missouri Botanical Garden*. 75: 1- 1182p
- Lamprecht, H. (1986). Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. *Deutsche Gesellschaft Fürtechnische Zugamnenarbeit*. Eschborn, República Federal de Alemania.
- Loaiza T., y Sánchez, E. (2006). La corteza de Loja. *Revista Ecuador Terra Incógnita*. Quito - Ecuador.
- Lloyd, D. (1979). Evolution towards dioecy in heterostylous populations. *Plant Systematics and Ecology* 131:71-80 *Plant Systematics and Ecology* 131:71-80.
- Manco E., y Pérez D. 2009. Implementación de un Banco de Germoplasma de ecotipos de Piñón en Perú. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. San Martín, Perú.

Martínez, H., y Ávila, E. (2009). Metodología de la investigación. México: CENGAGE Learning.

Ortiz, P. (2019). La conservación de las plantas y su importancia para la sostenibilidad del medio ambiente. Universidad de Sevilla – España. <https://www.us.es/actualidad-de-la-us/la-conservacion-de-las-plantas-y-su-importancia-para-la-sostenibilidad-del-medio-ambiente>

Padilla, T. (2017). “Estudio fenológico y análisis de las características del suelo donde se desarrolla *Cinchona officinalis* L. en cuatro relictos boscosos de la provincia de Loja”. Tesis de grado. Loja – Ecuador.

Peco, B., Traba J., Levassor, C., Sánchez, M y Azcárate F. (2003). Seed size, shape and persistence in dry Mediterranean grass and scrublands. *Seed Science Research* ,13(1): 87–95

Peñuela, A. (2004). Cambios físicos químicos durante crecimiento y maduración.

Pérez, B., y Mendoza, A. (2002). Morfología vegetal neotropical. *Revista de biología tropical*.

Pollito, P. A. (1989). Taxonomía, distribución geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. *Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria Molina*. Lima - Perú.

Romero, J. (2017). Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de *Cinchona officinalis* L. (RUBIACEAE) en el sur del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 36 (1-2): 27-35.

Tapia, J. (2013). Estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización de quina (*Cinchona officinalis*) en el Cantón Loja. Universidad San Francisco de Quito. Quito – Ecuador.

Smith, T., Smith, R. (2007). *Ecología*. 6 ed. Madrid, España. Pearson educación, S.A. 776P.

Villar, M., Marcelo F., y Baselly, J. (2018). Calendario fenológico de la *Cinchona officinalis* L. Instituto Nacional de innovación Agraria. Editorial: EEA Vista Florida. Cajamarca – Perú.

Vozzo, J. (2005). *Tropical Tree seed manual*. EEUU: United States Department of Agriculture, Forest Service.

# Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador

## *Use of chemical pesticides on tomato (*Solanum lycopersicum L.*) under greenhouse and field conditions in Loja, Ecuador*

Bernardo Castillo-Pérez<sup>1,\*</sup> y Víctor Castillo-Bermeo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: bgcastillo@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 03/06/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 13/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

---

**Resumen**—El presente estudio tuvo como objetivos identificar, caracterizar y establecer diferencias entre los plaguicidas químicos utilizados en el manejo productivo del tomate riñón, en invernadero y en campo abierto. La investigación realizada mediante entrevistas y acompañamiento directo en las zonas productoras de tomate, evidencia una producción basada en agroquímicos, ejecutada en su totalidad de forma empírica, ignorando aspectos básicos como reconocimiento del tipo de químico a utilizar, acatamiento de dosis, frecuencias, mezclas y utilización de equipos de protección, entre otros. El estudio determinó 16 tipos de insecticidas en invernadero y 8 a campo abierto, en los cuales los modos de acción con mayor frecuencia encontrados fueron los que actúan sobre los sistemas nervioso y muscular y sobre la regulación del crecimiento del insecto. A su vez, se encontraron 29 tipos de fungicidas en invernadero y 13 a campo abierto en los cuales el modo de acción con mayor frecuencia es el que tienen acción multi-sitio en los procesos metabólicos del hongo. Durante las aplicaciones estos químicos se mezclaban y se aplicaban sin criterio técnico, pudiendo ocasionar sobredosificaciones o reacciones químicas adversas. Además, no se respetaban los periodos de reingreso y no tenían claro los periodos de carencia de los químicos utilizados. De este estudio se concluye que es indispensable la asistencia técnica en el seguimiento y control y expedir regulaciones más estrictas para el uso y manejo de plaguicidas manteniendo un monitoreo permanente del uso de estos químicos en los cultivos agrícolas de la provincia.

**Palabras clave**—Modos de acción, Acción multi sitio, Periodo de carencia, Periodo de reingreso, Plaguicidas.

---

**Abstract**—The present study was aimed to identify, characterize and establish differences between the chemical pesticides used in the productive management of tomato, both in greenhouses and in open fields. The research was done with interviews and direct observation in the productive areas, and carried out evidences of a production based on agrochemicals, executed entirely in an empirical way, ignoring basic aspects such as: recognition of the type of chemical to be used, compliance with doses, frequencies, mixtures and use of protective equipment, among others. The study determined 16 types of insecticides in greenhouses and 8 in open fields, in which the most frequently found modes of action were those that act on the nervous and muscular systems and on the regulation of insect growth. On the other way, 29 types of fungicides were found in greenhouses and 13 in open fields, and the most frequent mode of action was that having multi-site action on the metabolic processes of the fungus. During application, these chemicals were mixed and applied without technical criteria, which may cause overdosage or adverse chemical reactions. In addition, the re-entry periods were not respected and there was no clarity about the withdrawal periods of the chemicals used. We concluded that it is essential to provide technical assistance in the follow-up and control and to issue more severe regulations for the use and management of pesticides, maintaining a permanent monitoring of the use of these chemicals in the province's agricultural crops.

**Keywords**—Modes of action, Multi site action, Withdrawal period, Re-entry period, Pesticides.

---

## INTRODUCCIÓN

El tomate riñón o tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) es considerado como una de las hortalizas con mayor relevancia debido a que es uno de los principales componentes de la canasta familiar. El fruto contiene una variada fuente de nutrientes tales como potasio, fósforo y calcio, además de vitaminas de los grupos B, E y C. Adicionalmente, esta hortaliza contiene un antioxidante llamado licopeno, el cual se considera un agente protector contra el cáncer (Navarro y Perriago, 2016).

Castillo (2018) destaca que debido a los buenos réditos que genera la producción de tomate los productores basan la actividad agrícola en un alto uso de productos químicos para proteger sus cultivos e inversiones, ya que el cultivo durante sus distintas etapas fenológicas es susceptible al ataque de diversas plagas. Esto provoca aplicaciones excesivas, intensificando las dosis y mezclas, lo que favorece que las plagas se vuelvan resistentes a los productos químicos (Firas 2015). Debido a esto, se han generado efectos perjudiciales en el ambiente y la salud humana.

Adicionalmente, Barbieri (2010) indica que los efectos de los plaguicidas en la población son perjudiciales para la salud humana, cuando estos están por encima de los Límites Máximos de Residuos (LMR). El efecto de los plaguicidas varía según los modos de acción, dosis, mezclas y características de cada individuo, y a su vez los efectos pueden manifestarse de inmediato o después de varios meses e incluso años, pudiendo ser efectos reversibles o permanentes, dependiendo del grado de exposición. Durante exposiciones agudas o acumulativas los síntomas más comunes son la aparición de sarpullido y adormecimiento de los dedos (Wolansky, 2011).

Matthews (2006) señala que en situaciones más extremas los síntomas se agudizan y se manifiestan nuevos síntomas, como debilidad y contracción muscular, cambios en la frecuencia cardíaca y broncoespasmos, progresando a convulsiones y coma. El proceso actual de producción mundial se basa en la utilización de plaguicidas, por lo que es imperativo un adecuado manejo de estos químicos para asegurar la producción de alimentos inocuos que ofrezcan seguridad al consumidor, constituyéndose una necesidad el implementar sistemas de Buenas Prácticas Agrícolas que mejoren la calidad sin dejar de lado la competitividad y productividad agrícola (IICA, 2012).

Castillo (2012) explica que el proceso productivo que se maneja en la ciudad de Loja es principalmente químico-comercial (producción basada en el uso de plaguicidas químicos), lo que implica que a futuro sea imposible sostener este sistema de producción; por una parte, los frutos cosechados no ofrecen la inocuidad para su consumo. Tal y como indica Castillo (2018), los residuos químicos en los productos evaluados superaban en promedio el 30% de los LMR establecidos por el Codex Alimentarius de la FAO, donde los principales productos que presentaban residualidad pertenecían a los grupos de ditiocarbamatos, carbamatos, organosfosforados y órganos clorados. Por otra parte, las formas y usos inadecuados de los recursos para

la producción como el agua y el suelo repercuten en la disminución de las producciones, por lo que no se garantiza mantener estos cultivos más allá del corto plazo (Castillo, 2012).

Para el fin de esta investigación se plantearon los objetivos de analizar los productos químicos aplicados en el cultivo de tomate riñón a campo abierto e invernadero, centrándose en el análisis de insecticidas y fungicidas, y establecer diferencias en el uso de los plaguicidas en la producción de este cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se llevó a cabo entre los meses de julio-noviembre de 2020 en la periferia occidental de la ciudad de Loja (Figura 2), que está dividida en seis parroquias urbanas: Sagrario, Sucre, el Valle, San Sebastián, Punzara y Carigán. El trabajo de investigación se centró en las zonas de producción identificadas, las cuales fueron: Ciudad Victoria (Obrapía), Borja (Alumbre), Carigán y El Plateado. Posteriormente, para las visitas se consideraron las áreas de producción a campo abierto e invernadero con una extensión mínima de 4.000 m<sup>2</sup> o 5.000 plantas, para que sea considerado representativo.

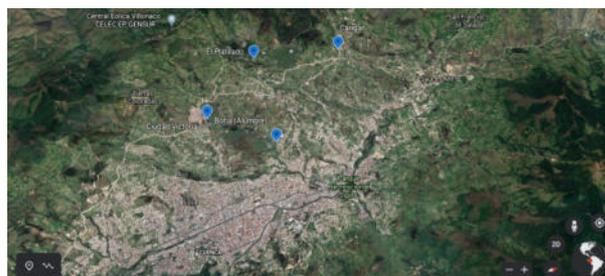
Geográficamente el cantón Loja (Figura 1) está ubicada entre las siguientes coordenadas:

- Latitud: S0°4'40.01"
- Longitud O79°26'44.34"



**Fig. 1:** Ubicación geográfica de la provincia de Loja y la ciudad de Loja.

Fuente: Municipio de Loja



**Fig. 2:** Ubicación geográfica de las zonas de estudio

### Puntos de evaluación fitosanitaria

Identificados los sitios de producción significativos de tomate, se realizó la evaluación fitosanitaria mediante entrevistas, observación directa y acompañamiento permanente con los productores, tal y como se detalla más adelante.

Para establecer el tamaño de la muestra se partió de la información de Arévalo (2010), que indica una población aproximada de 25 zonas de producción de tomate riñón en la periferia de la ciudad de Loja. Sin embargo, el estudio actual identificó 20 zonas de producción, en su mayoría bajo invernadero. Con esta información se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ}$$

Donde:

- n: Tamaño de muestra
- N: Población total
- $E^2$ : Error experimental
- P: Probabilidad de éxito
- Q: Probabilidad de fracaso
- 1,65: valor de Z al 90 % de confianza

Entonces:

$$n = \frac{20 \cdot 1,65^2 \cdot 0,50 \cdot 0,5}{(20-1)0,1^2 + 1,65^2 \cdot 0,50 \cdot 0,5}$$

$$n = \frac{13,6125}{0,87063}$$

$$n = 16$$

Se aplicó el valor de “1,65: valor de Z al 90 % de confianza” ya que existe una amplia variabilidad por parte de los agricultores en relación a los métodos que utilizan durante las aplicaciones.

### Análisis de los productos químicos aplicados en el cultivo de tomate riñón a campo abierto e invernadero

Se hizo acompañamiento directo a los productores de tomate de las 16 unidades de producción evaluadas, realizando una visita semanal a cada una de ellas durante cuatro meses para recabar datos sobre las labores fitosanitarias, tomando en cuenta los siguientes aspectos: tipo de agroquímico utilizado, estado fenológico en el que se aplica, mezclas, dosis, frecuencia de aplicación y categoría toxicológica. Ya recabados estos datos en campo se procedió a ampliar el análisis con los siguientes aspectos: formulaciones, periodo de reingreso, modo de acción, periodo de carencia y tipo de plaga que controla. La caracterización de los plaguicidas se hizo con base en la clasificación de los modos de acción (MdA) del Comité de Acción de Resistencia a los Fungicidas (FRAC, 2019) y Comité de Acción de Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2020), Vademécum Agrícola XV edición (Edifarm, 2020), las fichas técnicas de cada producto y el reporte de productos de insumos agrícolas del Ministerio de

Agricultura y Ganadería y Agrocalidad actualizada el dos de julio de 2020 (Agrocalidad, 2020).

### Diferencias en el uso de los plaguicidas en la producción de tomate riñón a campo abierto e invernadero

Las diferencias se establecieron identificando los ingredientes activos con mayor frecuencia en cada sistema de producción, agrupados de acuerdo al grupo químico y MdA al cual pertenecen según la clasificación del FRAC e IRAC respectivamente. Además, se identificaron las diferencias entre los productos químicos aplicados en relación a las mezclas, dosis, frecuencias de aplicación (diferenciando los días entre cada aplicación) y su clasificación toxicológica según la Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 1898.

## RESULTADOS

Se encontró que las producciones bajo invernadero constituyen la mayor parte de área de producción de tomate en la ciudad de Loja. La Figura 3 muestra las zonas de producción bajo invernadero, las cuales están divididas en cuatro zonas, donde El Plateado y Borja son las zonas con el mayor porcentaje de área, con 28 % y 27 % respectivamente, seguidos de Carigán con 24 % y Ciudad victoria (Obrapía) con 21 %. Además, en la actualidad se encuentran en proceso de construcción alrededor de ocho nuevos invernaderos distribuidos en las zonas de producción antes mencionadas. Los productores han optado por construir estas estructuras debido a que de esta manera los fuertes vientos u otros factores climáticos no afectan a sus cultivos. Además, se destaca que solo el barrio Ciudad Victoria (Obrapía) contaba con producción a campo abierto, donde existían tres sembríos, los cuales manejaban el mismo sistema de producción, ya que eran de una misma familia. Dichos cultivos estaban en etapa final de cosecha.

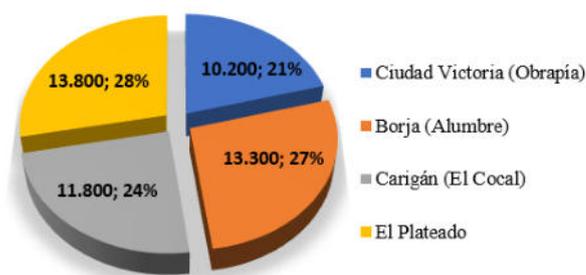


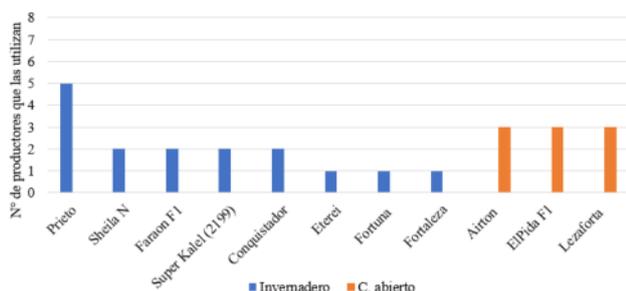
Fig. 3: Área de producción de tomate bajo invernadero en  $m^2$  por sectores en la ciudad de Loja, Ecuador.

Fuente: Municipio de Loja

### Variedades de tomate más utilizadas

De los 16 productores entrevistados 13 cultivaron bajo invernadero y 3 a campo abierto. Del total que cultivaban bajo invernadero, cinco de ellos tenían plantada la variedad Prieto, esta se encontraba mezclada con otras variedades como Sheila N, Faraón F1 o Kalel. En general las combi-

naciones se realizaban entre tres a cinco variedades como máximo (Figura 4).



**Fig. 4:** Variedades de tomate más utilizadas a campo abierto e invernadero en la periferia de la ciudad de Loja

En lo referente a campo abierto, los tres cultivos estudiados estaban ubicados en el barrio Ciudad Victoria (Obrapía), y se encontró que los productores sembraron las variedades Airton, El Pida F1 y Lezaforta, debido principalmente a que eran familiares y la producción la realizaban en forma similar. Son variedades híbridas indeterminadas con características de precocidad al momento de la producción, y las plantas pueden sobrepasar los 1,5 metros de altura a partir de la novena semana.

La totalidad de productores entrevistados indicaron sus preferencias en cuanto a mezclar variedades al momento de la siembra, principalmente por motivos de la polinización. Esta es una práctica que realizan habitualmente independientemente de si se siembra a campo abierto o en invernadero.

### **Análisis de los plaguicidas utilizados en el proceso productivo del tomate riñón**

**Criterios de aplicación** Se evaluaron los criterios de los agricultores respecto a cómo realizan las aplicaciones. Esto se realizó por igual para los 16 productores entrevistados en los dos tipos de sistemas de producción (Tabla. 1). De las cuatro zonas productoras evaluadas solo un cultivo bajo invernadero manejaba su producción con la asesoría de un técnico, dicho técnico planificaba el control químico de las plagas, a diferencia de los otros 15 productores que realizaban el control químico de forma empírica.

Las aplicaciones por calendario se refieren a los días entre cada aplicación de plaguicidas que realiza el productor. El 100% de producciones se manejaban bajo este método. Además, ninguno de los sectores en los que se cultiva tomate manejaba algún tipo de control sin la utilización de plaguicidas químicos (control alternativo-natural), es decir, la producción era netamente química comercial.

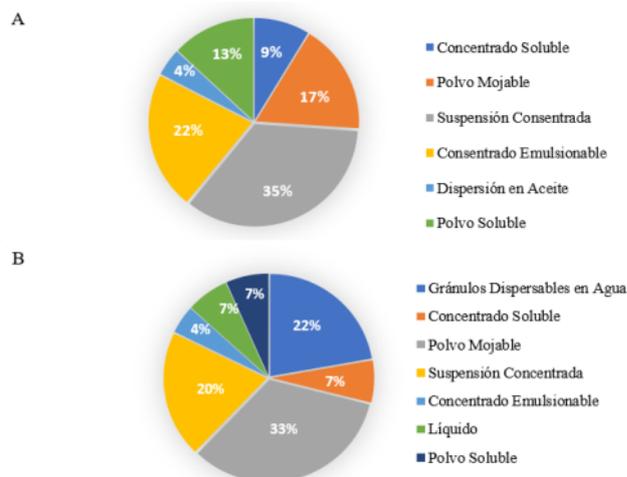
Respecto a los equipos de protección personal (overol, delantal, botas, guantes, mascarilla, gafas), el total de agricultores entrevistados no utilizaban equipo alguno para realizar las aplicaciones de químicos, lo máximo que se solía utilizar era una camisa para envolver la cabeza, práctica que podría desencadenar en una intoxicación por contacto o la inhalación de la mezcla de los plaguicidas.

### **Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción de tomate riñón**

Las Tablas 2 y 3 (Anexos) muestran los agroquímicos que se encontraron durante las visitas realizadas a los productores de la periferia de la ciudad. Las formulaciones mayormente utilizadas entre los insecticidas encontrados fueron: suspensión concentrada (SC) 35%, concentrado emulsionable (CE) 22% y polvo mojable (PM) 17% (Figura 5A). A su vez los fungicidas presentaban una mayor predominancia en formulaciones como polvo mojable 33%, suspensión concentrada 20% y gránulos dispersables en agua (Figura 5B).

### **Formulaciones**

Las formulaciones mayormente utilizadas entre los insecticidas encontrados fueron: suspensión concentrada (SC) 35%, concentrado emulsionable (CE) 22% y polvo mojable (PM) 17% (Figura 5A). A su vez los fungicidas presentaban una mayor predominancia en formulaciones como polvo mojable 33%, suspensión concentrada 20% y gránulos dispersables en agua (Figura 5B).



**Fig. 5:** Promedio de utilización de las distintas formulaciones de agroquímicos de uso en los cultivos de tomate de la periferia de Loja: (A) insecticidas y (B) fungicidas

### **Caracterización según el ingrediente activo y grupo químico**

Según los análisis realizados, el grupo químico que predomina en relación a los insecticidas químicos aplicados bajo invernadero (Tabla 4) pertenecen al grupo de los Neonicotinoides (Imidacloprid, Acetamiprid, Tiametoxam), seguido por los Piretroides (Betaciflutrin, Lambdacihalotrina, Cipermetrina). Ambos grupos actúan sobre el sistema nervioso, pero a su vez en distintos lugares de acción. Los Neonicotinoides modulan el receptor nicotínico de la acetilcolina, mientras que los Piretroides modulan o modifican el canal de sodio de la membrana nerviosa de los insectos. A estos se suma el grupo de la Ciromazina, el cual inhibe la formación de la cutícula al afectar la habilidad para formar quitina, y esto ocasiona que la cutícula se torne delgada y quebradiza haciendo que el insecto no soporte los rigores de

**Tabla 1:** Criterios en la aplicación de productos químicos en los cultivos de tomate de la periferia de Loja.

Sector	Planificación en control químico de plagas		Aplicaciones tipo calendario		Control alternativo - natural		Equipos de protección personal (EPP)	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Ciudad Victoria (Obrapía)		3	3			3		3
Borja (Alumbre)	1	5	6			6		6
Carigán		2	2			2		2
El Plateado		5	5			5		5
	1 (6,4%)	15 (93,6%)	16 (100%)			16(100%)		16(100%)

la muda y muera. Por otro lado, en plantaciones a campo abierto se observa que existe predominancia de insecticidas que actúan sobre el sistema nervioso, pero de entre todos estos destaca el agroquímico clorpirifós perteneciente al grupo químico de los Organofosforados. Este agroquímico es el de mayor toxicidad entre todos los mencionados para aplicar a campo abierto e invernadero. Perteneció a la Clase Ib (muy peligroso) por lo que se le adjudica etiqueta Roja por su toxicidad y cabe destacar que este solo se encontró aplicado en cultivos al aire libre.

Los insecticidas analizados en invernaderos y en campo abierto se centran principalmente en tres modos de acción: los que actúan sobre el sistema nervioso que son los más utilizados, seguido de los que actúan sobre el sistema muscular y finalmente los que regulan el crecimiento. También se observó la presencia de dos grupos químicos que actúan de forma combinada sobre el sistema nervioso y muscular: Avermectinas y Diamidas. Aunque provocan una acción combinada, cada uno actúa en lugares distintos dentro de los sistemas del insecto; por un lado, las avermectinas bloquean la transmisión eléctrica de las células de los nervios y músculos causando un flujo de iones de cloro hacia las células llegando a paralizar el sistema neuromuscular. Por otra parte, las diamidas actúan sobre los receptores de rianodina ocasionando una liberación descontrolada de calcio y, por consiguiente, el agotamiento de las reservas, lo que impide la contracción muscular.

En lo concerniente a los fungicidas (Tabla 5), se identificó que en producciones bajo invernadero existe predominancia de productos químicos con modo de acción de actividad multi-sitio, la cual está constituida por distintos grupos químicos: Inorgánico (Cobre) Inorgánico (Azufre), Ditiocarbamatos, Ftalimidas y Cloronitrilos. A su vez, estos grupos químicos se componen de distintos principios activos (Cobre, Azufre, Propineb, Captan, Clorotalon). Además, existen otros dos grupos de fungicidas químicos con amplia predominancia en los invernaderos; el primero actúa sobre las proteínas motoras, sobre el citoesqueleto, específicamente en el ensamblaje de la  $\beta$ -tubulina en mitosis (Benzimidazoles, Tiofanatos) y en la deslocalización de proteínas tipo espectrina (Piridinilmetilbenzamidas), y el segundo centra su acción sobre la respiración del hongo (Piridinil-etilbenzamidas, Oxatincarbamidas, Metoxicarbamatos, Oximino-acetatos). En lo que respecta a plantaciones a campo abierto, se observa similitud en la preferencia de productos químicos con actividad multi-sitio, existiendo predominancia del grupo químico de los Ditiocarbamatos.

La composición de los fungicidas en general está formada por uno o dos ingredientes activos, como es el caso de Metalaxil más Mancozeb o de Propineb más Fluopicolida, los cuales presentan cada uno sus propios modos de acción. En el caso de Fluopicolida y Propineb también funcionan con distintos modos de acción, actuando sobre las proteínas motoras y en distintas zonas del hongo.

#### ***Dosificación, mezcla y número de frecuencia de aplicaciones***

Con las entrevistas que se realizaron a los productores, se logró observar que la mayoría de ellos tenían la predisposición de aplicar las dosis recomendadas, pero la forma en que realizan la dosificación no era la recomendada. En general no utilizaban los utensilios de medición adecuados para el cálculo, se manejaban empíricamente por cucharadas o caían en el adagio popular de “una tapita”, y esto provocaba que incurrieran generalmente en sobredosis, ya que asumían que así aumentaban la efectividad del plaguicida. Es sabido que esto podría estar ocasionando todo lo contrario, ya que dosificar de forma errónea por exceso puede provocar resistencia al ingrediente activo a mediano o largo plazo.

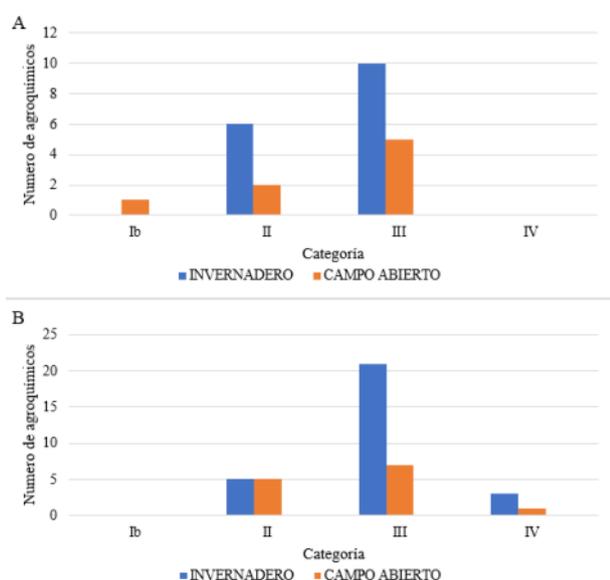
Tanto en invernadero como a campo abierto los productores en las primeras dos o tres aplicaciones realizaban dosificaciones menores debido al estado temprano del cultivo. Estas dosis irían aumentando en medida del avance del desarrollo fenológico. En las primeras aplicaciones se utilizaba entre 60 a 100 g de producto, donde mezclaban un insecticida más un fungicida y algún fertilizante, y los volúmenes de agua iban de los 60 a los 80 litros en estas primeras aplicaciones. A partir de la cuarta aplicación las dosis aumentaban, yendo desde los 250 g hasta 1 kg o 50 ml hasta 1l, en un taque con 200 litros de agua.

En las plantaciones evaluadas en campo, las mezclas de agroquímicos (Tabla 6) se realizaban desde la primera aplicación, se llevaban a cabo según el criterio del productor y en este caso se utilizaba un mayor número de fungicidas que insecticidas. En invernaderos el número de plaguicidas mezclados en general rondaba cuatro o seis, siendo un número inferior a los que se aplicaban a campo abierto. En esta modalidad de cultivo al aire libre se mezclaban de ocho a nueve plaguicidas distintos y, además, se adicionaba algún coadyuvante a la mezcla para que esta actuara de mejor manera ante las adversidades climáticas.

Un problema recurrente en las mezclas era la sobredosificación, ya que los agricultores no siempre sabían qué

ingredientes activos estaban mezclando. Se ha observado el caso de utilizar la dosis adecuada de algún plaguicida, pero sin saberlo se adicionaba a la mezcla otro producto comercial plaguicida con el mismo principio activo, cayendo así en la sobredosisificación.

Solo en producciones a campo abierto se encontró la presencia de un insecticida perteneciente a la categoría Ib, este fue el producto de mayor toxicidad encontrado. Por otra parte, se encontraron fungicidas pertenecientes a la categoría toxicológica IV, pero solo en producciones bajo invernadero.



**Fig. 6:** Promedio de agroquímicos utilizados en cultivos de tomate de la periferia de Loja por categoría toxicológica: (A) insecticidas y (B) fungicidas.

Las frecuencias de las aplicaciones se realizaban por calendario y ambos sistemas de producción utilizaban el mismo modelo, pero con diferencia en el número de días de intervalo: en invernadero el intervalo rondaba entre 15 a 20 días, realizando en su mayoría aplicaciones preventivas. Por otro lado, a campo abierto este número se reducía, el intervalo rondaba entre 7 a 12 días, pudiendo ser menor ante la presencia de alguna plaga. El menor intervalo implicaba que un producto podía ser aplicado hasta por dos o más veces antes que trascurriera el periodo de carencia. Este es el caso del ingrediente activo “azufre” que era utilizado en los días 96 y 120 respectivamente en productos con distintos nombres comerciales (Acoidal y Azufrol) (Tabla 6B). Este ingrediente activo tiene 28 días de periodo de carencia, por lo que no se estaría respetando este tiempo indicado, ya que las aplicaciones se realizaban según el criterio del agricultor, y esta práctica se estaría repitiendo varias veces dentro del proceso productivo.

### **Categorías toxicológicas**

En general los insecticidas y fungicidas (Figura 6A y 6B) encontrados en las visitas en ambos sistemas de producción pertenecían a la clasificación toxicológica III y II, los cuales presentan una toxicidad mediana. A estos se les adjudica en el empaque una banda de color azul y amarillo respectivamente para identificarlos.

**Tabla 2:** Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción de tomate bajo invernadero en la periferia de Loja. \*P.C. periodo de carencia: tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicidas al cultivo y la cosecha. \*\*P.R. periodo de reingreso: el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

<b>INSECTICIDAS</b>				
<b>Ingrediente activo</b>	<b>Acción fitosanitaria</b>	<b>Plagas que controla según la ficha técnica</b>	<b>*P.C (días)</b>	<b>**P.R (horas)</b>
<b>Flubendiamide 480g</b>	Efecto antialimentario, después de haber sido ingerido por la larva	Gusano enrollador ( <i>Tuta absoluta</i> ); Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	3	24
<b>Betaciflutrin 90 g/l + Imidacloprid 210 g/l</b>	Contacto e ingestión y sistémico	Negría ( <i>Prodiplosis longifila</i> )	21	4
<b>Imidacloprid 350 g/l</b>	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ); Palomilla ( <i>Plutella xylostella</i> ); Trips ( <i>Frankliniella tuberosi</i> ); Gusano cogollero ( <i>S. frugiperda</i> ); Chinche ( <i>Oebalus</i> sp)	3	24
<b>Ciromazina 750 g/kg</b>	Sistémico y translaminar	Larva de minador ( <i>Liriomyza trifolii</i> ) ( <i>Liriomyza huidobrensis</i> )	3	12
<b>Acetamiprid 200 g/kg</b>	Sistémico, con actividad translaminar y actúa por contacto	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	7	12
<b>Lambdahalotrina 106 g/l + Tiametoxam 141 g/l</b>	De contacto, con acción residual y por ingestión	Minador ( <i>Hydrellia</i> sp); Chinche ( <i>Oebalus ornatus</i> ); Gusano blanco ( <i>Premnotrypes vorax</i> ); Afidis ( <i>Brevicoryne brassicae</i> )	28	24
<b>Ciromazina 750 g/kg</b>	Sistémico y translaminar	Minadores ( <i>Liriomyza</i> sp)	14	12
<b>Lambdahalotrina 50 g/l</b>	De contacto, con acción residual y por ingestión,	Polilla del tomate ( <i>Tuta absoluta</i> )	14	24
<b>Acetamiprid 200 g/kg + Buprofezina 200 g/kg</b>	Sistémico y translaminar de contacto con acción persistente.	Mosca Blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabacci</i> ) Trips ( <i>Trips tabaci</i> ); Pulgón ( <i>Brevicoryne brassicae</i> )	7	12
<b>Abamectin 18 g/l</b>	Sistémico, por contacto e ingestión	Ácaro ( <i>Tetranychus</i> sp.), Minador ( <i>Liriomyza</i> sp.), Enrollador ( <i>Scrobipalpus absoluta</i> )	3	12
<b>Spinetoram 60 g/l</b>	De contacto e ingestión	Minador enrollador ( <i>Tuta absoluta</i> )	24	12
<b>Cipermetrina 200 g/l</b>	De contacto y acción estomacal (ingestión)	Trips ( <i>Frankliniella tuberosi</i> )	21	24
<b>Abamectina 36 g/l + Tiametoxam 72 g/l</b>	Insecticida- nematicida sistémico	Nemátodo del rosario de la raíz ( <i>Nacobbus aberrans</i> )	0	24
<b>Clorfenapir 240 g/l</b>	Insecticida acaricida. Actúa por ingestión y contacto	Minador ( <i>Tuta absoluta</i> )	14	24
<b>Ciromazina 750 g/kg</b>	Sistémico	Minador ( <i>Tuta absoluta</i> )	7	6
<b>Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg</b>	De contacto e ingesta	Pegador de la hoja ( <i>Scrobipalpus absoluta</i> )	14	12
<b>FUNGICIDAS</b>				
<b>Azufre 800 g/kg</b>	Contacto, preventivo	Cenicilla ( <i>Erysiphe cichoracearum</i> )	28	12
<b>Ciproconazol 100 g/l</b>	Sistémico, Preventivo, curativo	Roya ( <i>Puccinia pitteriana</i> )	30	12
<b>Propineb 700 g/kg</b>	Protectante	Lancha ( <i>Phytophthora infestans</i> ), Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	14	12
<b>Azufre 800 g/kg</b>	Contacto, preventivo	Roya ( <i>Puccinia pitteriana</i> )	28	12
<b>Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg</b>	Protectante, translaminar, preventivo	Podredumbre bacteriana ( <i>Erwinia carotovora</i> ), Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	7	Al secarse el follaje
<b>Carboxina 200 g/l + Tiram 200 g/l</b>	Sistémico y curativo con un fungicida protectante y de control	Lancha Temprana ( <i>Alternaria solani</i> )	10	12

<b>Clorotalonil 720 g/l</b>	Protectante de amplio espectro, preventivo	Lancha ( <i>P. infestans</i> ), Tizón temprano ( <i>A. solani</i> )	3	12
<b>Clorotalonil 825 g/kg</b>	Protectante de amplio espectro, preventivo	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ), Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> ), Antracnosis ( <i>Collectotrichum phomoides</i> )	0 d	24
<b>Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg</b>	Protectante, curativo	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ), Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> )	15	12
<b>Iprodione 500 g/kg</b>	Sistémico con actividad preventiva y curativa,	<i>Alternaria</i> ( <i>Alternaria solani</i> )	1	12
<b>Kasugamicina 20 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativo	Mancha de la hoja ( <i>Cladosporium fulvum</i> )	7	12
<b>Fluopiram 125 g/l + Pirimetanil 375g/l</b>	Translaminar y sistémico	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	ND	12
<b>Tiabendazol 500 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> )	12	12
<b>Tebuconazol 200 / + Trifloxistrobin 100 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidiopsis ( <i>Leveillula taurica</i> ) Moho gris ( <i>Cladosporium fulvum</i> ) Tizón del tomate ( <i>Alternaria</i> spp.)	3	N.A.
<b>Metil tiofanato 500 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris ( <i>Botrytis</i> spp) Tizón temprano ( <i>Alternaria</i> spp) Oidio ( <i>Oidium</i> spp)"	N.D.	12
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris ( <i>Botrytis</i> spp) Tizón temprano ( <i>Alternaria</i> spp) Oidio ( <i>Oidium</i> spp)"	N.D.	24
<b>Captan 800 g/kg</b>	Protectante de amplio espectro y preventivo	Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	7	24
<b>Sulfato de cobre pentahidratado 240 g/l</b>	Fungicida-bactericida sistémico de acción preventiva y curativa	Mancha bacteriana ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> )	8	12
<b>Propamocarb 700 g/l</b>	Sistémico	Damping off ( <i>Pythium aphanidermatum</i> )	N.A.	12
<b>Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg</b>	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	7	12
<b>Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg</b>	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )		12
<b>Pirimetanil 400 g/l</b>	Sistémico translaminar de acción protectante y curativa	Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	N.A.	24
<b>Bacillus subtilis cepa qst 713 13.4 g/l</b>	Protectante de acción preventiva y curativa	Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	N.A.	12
<b>Ácido Oxolínico 280 g/l</b>	Bactericida-fungicida, con acción protectante y translaminar	Pudrición ( <i>Pseudomona</i> spp. )	7	12
<b>Ciprodinil 375 g/kg + Fludioxonil 250 g/kg</b>	Sistémico protectante de acción preventiva y curativa	Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) y Podredumbre blanca ( <i>Sclerotiniaspp.</i> )	N.A.	24
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	<i>Alternaria</i> ( <i>Alternaria solani</i> )	N.D.	N.D.
<b>Penconazol 100g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidio ( <i>Oidium</i> sp.)	14	12
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	14	12
<b>Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg</b>	Preventivo-curativo	Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	30	12

**Tabla 3:** Plaguicidas agrícolas utilizados en la producción a campo abierto en la periferia de Loja. \*P.C. periodo de carencia: tiempo que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicidas al cultivo y la cosecha. \*\*P.R. periodo de reingreso: el tiempo que se recomienda para acercarse a la zona tratada, sin que los efectos del plaguicida sean dañinos para la salud.

<b>INSECTICIDAS</b>				
<b>Ingrediente activo</b>	<b>Acción fitosanitaria</b>	<b>Plagas que controla según la ficha técnica</b>	<b>*P.C (días)</b>	<b>**P.R (horas)</b>
Flubendiamide 480g	Sistémico de efecto antialimentario	*Gusano enrollador ( <i>Tuta absoluta</i> ); Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	3	24
Imidacloprid 350 g/l	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	*Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	14	24
Lambdacihalotrina 50 g/l	De contacto, con acción residual y por ingestión	*Polilla del tomate ( <i>Tuta absoluta</i> )	14	24
Clorpirifos 500 g/l + Cipermetrina 50 g/l	Mezcla de insecticidas con actividad por ingestión, contacto e inhalación	*Pulguilla ( <i>Epitrix</i> spp.)	15	24
Lefenuron 50 g/l	Acción por ingesta	*Minador ( <i>Scrobipalpa absoluta</i> ), Gusano del follaje ( <i>Spodoptera sunia</i> )	35	12
Abamectina 18 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	*Ácaro ( <i>Tetranychus</i> sp.), Minador ( <i>Liriomyza</i> sp.), Enrollador ( <i>Scrobipalpa absoluta</i> )	3	12
Imidacloprid 500 g/l	Sistémico, por contacto e ingestión	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	7	24
Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg	Sistémico, actúa por contacto e ingestión con acción translaminar	*Pegador de la hoja ( <i>Scrobipalpa absoluta</i> )	14	12
<b>FUNGICIDAS</b>				
Azufre 800 g/kg	De contacto, preventivo	*Roya ( <i>Puccinia pitteriana</i> )	28	12
Azufre 800 g/kg	De contacto, preventivo	Roya ( <i>Puccinia pitteriana</i> )	28	12
Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg	Protectante, translaminar, preventivo	*Podredumbre bacteriana ( <i>Erwinia carotovora</i> ), Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> )	7	Al secarse el follaje
Clorotalonil 720 g/l	Protectante de amplio espectro, preventivo	*Lancha ( <i>P. infestans</i> ), Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	3	12
Clorotalonil 825 g/kg	Protectante de amplio espectro, preventivo	*Tizón temprano ( <i>A. solani</i> ), Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> ), Antracnosis ( <i>Collectotrichum phomoides</i> ), Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> )	0	24
Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg	Protectante, curativo	*Tizón temprano ( <i>A. solani</i> ), Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	15	12
Kasugamicina 20 g/l	Sistémico con acción preventivo y curativo	Mancha de la hoja ( <i>Cladosporium fulvum</i> )	7	12

Metil tiofanato 700 g/kg	Sistémico con acción preventiva y curativa	*Moho gris ( <i>Botrytis</i> spp) Tizón temprano ( <i>Alternaria</i> spp); Oidio ( <i>Oidium</i> spp)	N.D.	24
Captan 800 g/kg	Protectante de amplio espectro y preventivo	*Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> )	7	24
Mancozeb 500 g/kg + Oxicloruro de cobre 190 g/kg	Protectante con acción preventiva y de contacto	**Lancha ( <i>P. infestans</i> ), <i>Alternaria</i> ( <i>A. solani</i> )	15	12
Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	*Tizón temprano ( <i>A. solani</i> )	7	12
Difenoconazole 250 g/l	Sistémico con acción preventiva y curativa	*Tizón temprano ( <i>A. solani</i> ), Mancha foliar ( <i>Septoria</i> sp.)	7	12
Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg	Fungicida preventivo-curativo	*Tizón tardío ( <i>P. infestans</i> )	30	12

**Tabla 4:** Caracterización de los ingredientes activos y grupos químicos de insecticidas en invernadero y campo abierto en los cultivos de tomate de la periferia de la ciudad de Loja. Se indica qué marcas concretas se utilizan para cada modalidad de cultivo.

Lugar y Mda principales	Grupo Químico	Ingrediente activo	Invernadero	Campo abierto
Inhibidores de la acetilcolinesterasa. Bloquean la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las neuronas (Sistema nervioso)	Organofosforados	Clorpirifos		Látigo
Moduladores del canal de sodio. Sistema nervioso	Piretroides Piretrinas	Betaciflutrin, Lambdacihalotrina, cipermetrina	Connect duo, Engeo, Karate zeon, SHY	Karate zeon
Moduladores competitivos del receptornicotínico de la acetilcolina. Sistema nervioso	Neonicotinoides	Imidacloprid, Acetamiprid, Tiametoxam	Connect duo, Cridor, Deva-Z, Engeo, Kmelot, Solvigo	Cridor, Tabu
Moduladores alostéricos del receptor nicotínico de la acetilcolina – sitio I. Sistema nervioso	Spinosines	Spinetoram	Radiant	
Moduladores alostéricos del canal de cloro dependiente de glutamato. Sistema nervioso y muscular	Avermectinas Milbemectinas	Abamectina	Solvigo	New mectin
Desacopladores de la fosforilación oxidativa a través de la interrupción del gradiente de protones Sistema nervioso central	Pirroles, Dinitrofenoles, Sulfuramida	Clorfenapir, Sulfuramida, DNOC	Sunfire	
Bloqueadores de los canales del receptor nicotínico de acetilcolina (nachr) Sistema nervioso	Análogo de la Nereistoxina	Bensultap, Clorhidrato de Cartap, Tiociclam, Tiosultap-sodio	Tryclan	Tryclan
Inhibidores de la biosíntesis de quitina afectando CHS1. Regulación del crecimiento	Benzoilureas	Lefenuron		Match
Inhibidores de la biosíntesis de quitina, tipo 1. Regulación del crecimiento	Buprofezín Tidasina	Buprofezina	Kmelot	
Disruptores de la muda, dípteros. Regulación del crecimiento	Ciromazina Triazina	Ciromazina	Cyromaworm, Fulminante, Trigard 75 WP	
Moduladores del receptor de la rianodina. Sistema nervioso y muscular	Diamidas	Flubendiamide	Belt	Belt

**Tabla 5:** Caracterización y diferencias de ingredientes activos y grupos químicos de fungicidas en invernadero y a campo abierto en cultivos de tomate de la periferia de Loja. Se indica qué marcas concretas se utilizan para cada modalidad de cultivo.

Modo de Acción	Punto de acción	Nombre Grupo	Grupo químico	Ingrediente activo	Invernadero	Campo abierto
Metabolismo de ácidos nucleicos	ARN polimerasa I	Fungicidas PA (fenilamidas)	Acilalaninas	Metalaxil	Ridomil GOLD, Ridomil GOLD 680	
	Topoisomerasa de ADN tipo II (girasa)	Ácido carboxílico	Ácido carboxílico	Ácido oxolínico	Starner	
Proteínas motoras y del citoesqueleto	Ensamblaje de la $\beta$ -tubulina en mitosis	*Fungicidas MBC (Metil Benzimidazol Carbamatos)	Benzimidazoles	Tiabendazol	Mertect 500	
			Tiofanatos	Metil tiofanato	Novak 700, Thiofanato metil 70 wp, Topsin M-70	Novak 700
	Deslocalización de proteínas tipo espectrina	*Benzamidas	Piridinil-metilbenzamidas	Fluopicolida	Trivia	Trivia
Respiración	Complejo II: succinato deshidrogenasa	*SDHI (Inhibidores de la Succinato deshidrogenasa)	Piridinil-etilbenzamidas	Fluopiram	Luna tranquility	
			Oxatin-carboxamidas	Carboxina	Carbovax	
	Complejo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidasa) en el sitio Qo (gen cit b)	*Fungicidas Q o I (Inhibidores externos de la Quinona)	Metoxi-carbamatos	Piraclostrobin	Cabrio top	Cabrio top
			Oximino-acetatos	Kresoxim-metil trifloxistrobin	Nativo	
Síntesis de aminoácidos y proteínas	Bio-síntesis de metionina (propuesto) (gen cgs)	*Fungicidas AP (Anilino-Pirimidinas)	Anilino-pirimidinas	Ciprodinil mepanipirim pirimetanil	Luna tranquility, Sscala 400, Switch	
	Síntesis de proteínas (ribosoma, paso iniciación)	*Antibiótico hexopiranosilo	Antibiótico hexopiranosilo	Kasugamicina	Kasumin 2 LIQ	Kasumin 2 LIQ

Transducción de señales	MAP/ Histidina- quinasa en la transducción de señales osmóticas (os-2, HOG1)	*Fungicidas PP (fenilpirroles)	Fenilpirroles	Fludioxonil	Switch	
	MAP / Histidina- Quinasa en osmóticos transducción de señales (os-1, Daf1)	*Dicarbo- ximidas	Dicarboximidas	Iprodione	Iprodione 50	
Transporte o síntesis de lípidos/ función o integridad de la membrana	Permeabilidad de la membrana celular, ácidos grasos (propuesto)	Carbamatos	Carbamatos	Propamocarb	Previcur-N	
	Disruptores microbianos de las membranas celulares del patógeno	*Microbiano (Bacillus sp.)	Bacillus sp. y los fungicidas lipopéptidos producidos	Bacillus subtilis cepa QST 713	Serenade 1.34 SC	
Biosíntesis de esterol en las membranas	C14- demetilasa en la biosíntesis de esteroles (erg11/ cip51)	*Fungicidas DMI (Inhibidores de la demetilación) (SBI: Clase I)	Triazoles	Ciproconazol Difenoconazol Penconazol Tebuconazol	Alto 100 SL, Nativo, Topas 100 EC	Score 250
Modo de acción desconocido	Desco- nocido	Cianoacetami- daoxima	Cianoa- cetamidaoxima	Cimoxanilo	Fitoraz	
Productos químicos con actividad multi-sitio	Actividad de contacto multi-sitio	Inorgánico (electrófilos)	Inorgánico	Cobre (diferentes sales)		Oxithane
		Inorgánico (electrófilos)	Inorgánico	Azufre	Acoidal, Azufrol	Acoidal, Azufrol
		Ditiocarbamatos y relacionados (electrófilos)	Ditio- carbamatos y relacionados	Propineb Mancozeb Metiram Tiram Ziram	Antracol, Cabrip top, Carbovax, Fitoraz, Fidomil GOLD, Ridomil GOLD 680, Trivia	Cabrio top, Oxithane, Ridomil Gold, Trivia

Ftalimidas (electrófilos)	Ftalimidas	Captan Folpet	Phyton	Orthocide (80 %; 50 %)
Cloronitrilos (ftalonitrilos) (mecanismo inespecífico)	Cloronitrilos (ftalonitrilo)	Clorotalonil	Daconil 720, Daconil ultrex	Daconil 720, Daconil ultrex

**Tabla 6:** Identificación fitosanitaria, dosis y mezclas empleadas en las etapas fenológicas del cultivo de tomate bajo invernadero y campo abierto (ha) en la periferia de Loja. EC: etapas culturales; AP: aplicaciones; TR: trasplante; FL: floración; FF: formación del fruto; CS: cosecha

Invernadero (A)			Campo abierto (B)		
EC	AP (días)	Dosis y mezclas por etapas culturales	EC	AP (días)	Dosis y mezclas por etapas culturales
TR	1	Cerillo 200 ml + 120g de Ridomil Gold, Fertilizante 400g	TR	1	200g de Trivia + 120g de Cabrio Top + 160g de Karate zeon
		Fitoraz 80g + Karate 80g + Fertilizante 320g		10	1kg de Oxithane + 1kg de Azufrol + 1kg de Orthocide + 1l de Kasumin 2 Liq + 1l de Daconil 720 + 500g de Ridomil Gold + 400g de Novak 700 + 200ml de Indicate-5
	8	320g deTopsin M-70Wp + 320g Fitoraz + 120ml de Daconil 720 + 160 de Kmelot		18	500g de Ridomil GOLD + 1kg de Fitoraz + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 100ml de Indicate-5
	16	400ml de Daconil 720 + 1l de Phytan + 100ml de Belt	FL	30	1kg de Oxithane + 1kg de Azufrol + 1kg de Orthocide + 1l de Kasumin 2 Liq + 1l de Daconil 720 + 500g de Ridomil GOLD + 400g de Novak 700 + 200ml de Indicate-5
FL	33	320g de Novak 500 + 320g de Trivia + 500ml de Serenade 1.34 SC + 160g de Karate Zeon		42	500g de Ridomil GOLD + 1kg de Fitoraz + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml de Indicate-5
	50	1kg de Cyromaworm + 200ml de Radiant 500g de Iprodione + 1l de Preto + 1kg de Orthocide (80 %; 50 %) + 500ml de Carbovax		52	200 ml de Score + 500g de Ridomil GOLD + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml de Indicate-5
FF	68	500ml de Previcur N + 1l de Preto + 1kg de Orthocide + 1kg Topsin M + 2 kg de Azufrol	FF	62	1kg de Fitoraz + 1kg de Oxithane + 200ml de New Mectin + 200ml de Latigo + 200ml Indicate-5 200ml de Tabu + 1kg de Cabrio Top + 800g de Trivia + 1kg de Orthocide + 500g de Ridomil GOLD + 200ml de Score + 200 ml de Indicate-5
	86	200ml de Cridor + 270g de Lannate 40 + 200g de Kamelot + 200g de Tryclan		70	

CS	100	100ml de Belt + 2l de SHY + 320g de Novak 500	80	500ml de Match+ 200ml de Cridor + 800g de Trivia + 1kg de Orthocide + 2l de Kasumin 2 LIQ + 200g de Tryclan + 100 ml de Belt
	120	1kg Fitoraz + 500ml de Carbovax + 200ml de Sunfire + 2l de Kasmin 2 LIQ	96	2l de Daconil + 2kg de Acoidal + 200ml de New Mectin + 400g de Novak 700 + 200g de Topsin M
	137	200ml de Sunfire + 200 ml de previcur + 500g de Ridomil Gold	120	2l de Daconil + 2kg de Azufrol + 200ml de New Mectin + 400g de Novak 700 + 200g de Topsin M
	155	100ml de Belt + 200 ml New mectin + 1kg de Fitoraz		
		400ml de Scala + 200g de Tryclan + 200 ml de Mertect 500		

## DISCUSIÓN

En la provincia y ciudad de Loja, Arévalo (2010) encontró que la mayoría de los plaguicidas presentes en las producciones de tomate a campo abierto pertenecían al grupo o familias de los Carbamatos, Ditiocarbamatos como fungicidas y Organofosforados como insecticidas, siendo los mismos grupos químicos que encontró Castillo (2018) en una investigación posterior. En la presente investigación, los grupos químicos con mayor predominio de uso difieren a los encontrados en dichas investigaciones, con excepción de los Ditiocarbamatos. Actualmente los que presentan mayor utilización en la periferia occidental de la ciudad son los insecticidas Neonicotinoides y Piretroides y entre los fungicidas los Tiofanatos, Ditiocarbamatos y Cloronitrilos, siendo los más usados iguales en las producciones a campo abierto e invernadero.

A pesar de que en la actualidad los insecticidas organofosforados y carbamatos no son los que presentan mayor predominancia en la periferia de la ciudad, es importante resaltar sus efectos bajo invernadero, ya que las aplicaciones de estos insecticidas en condiciones protegidas puede afectar directamente a los agricultores disminuyendo los niveles de colinesterasa, debido principalmente a la acción de temperaturas altas y bajas, humedad relativa y acompañado de la falta de precauciones durante la pulverización (Lindao et al., 2015).

Se observó que los fabricantes en general ofrecen al agricultor la posibilidad de adquirir un mismo agroquímico en varias formulaciones, existiendo leves predominancias entre una formulación y otra. Así como indica García (2019), estas diferentes formulaciones para un mismo ingrediente activo hacen que el comportamiento del producto también sea diferente. Por tanto, la elección apropiada del tipo de formulación que se debe emplear dependerá del tipo de trabajo y control a realizar. De esta manera un mismo ingrediente activo puede estar disponible como un insecticida líquido o sólido, lo que permitiría controlar a un mismo insecto ya que dependiendo de la formulación varía la vía de ingreso según el estadio del insecto.

En las producciones bajo invernadero se identificó que las mezclas se encuentran constituidas por cuatro a seis productos, mientras que en campo abierto esas mezclas aumentan, pudiendo llegar hasta nueve productos químicos, por lo que existe una mayor posibilidad de un antagonismo entre plaguicidas (Petter et al., 2012): a mayor número de plaguicidas en las mezclas, aumenta la posibilidad de que se cree una reacción química que no puede observarse a simple vista, pero que puede resultar en una pérdida de la efectividad de la mezcla, un incremento de la toxicidad hacia el aplicador y daños sobre el ambiente. Además, en muchos casos se ha demostrado que la mezcla de dos o más plaguicidas de los mismos o distintos grupos químicos provoca mayor efecto en las plagas, debido a un efecto sinérgico, pero esta práctica puede llegar a afectar también a los insectos benéficos (Garaj y Zeljezic, 2001). La práctica de mezclar los agroquímicos en el caldo de pulverización es una práctica frecuente por parte de los agricultores de la

ciudad, y se realiza con el fin de aumentar el espectro de acción, ser más eficiente en el control de plagas y obtener un mejor rédito económico (García et al., 1998).

Se encontró que en la periferia de la ciudad las dosis utilizadas en campo abierto son mayores en relación a las utilizadas bajo invernadero. Esto es debido al mayor número de frecuencias de aplicaciones y a una mayor dosificación empleada por los productores de cultivos a campo abierto. De la misma forma Agropinos (2019) explica que el efecto de los plaguicidas es mayor en producciones bajo invernadero, ya que no se derivan pérdidas en las aplicaciones, permitiendo el uso de dosis más bajas de sustancias fitosanitarias.

Además, en la presente investigación se encontró que la dosificación se realiza erróneamente, ya que se piensa que, a mayor dosis del producto, mayor es su eficacia, sin respetar las indicaciones de las etiquetas. Esto puede llevar a problemas de degradación del plaguicida, puesto que en este proceso, cuando se da en ambientes naturales, ocurren reacciones fotolíticas, de óxido-reducción, hidrólisis química y biodegradación, mientras que en las producciones bajo invernadero la residualidad de los plaguicidas se mantiene por mayor tiempo, debido a que se encuentra en condiciones climáticas controladas, lo que ocasiona que la degradación se produzca en forma más lenta o parcialmente (Belfroid et al., 1998).

Así mismo, el uso desmedido e indiscriminado de estos plaguicidas ocasiona que se contamine el suelo, el aire y las fuentes de agua cercanas. Los agricultores y habitantes aledaños, al estar expuestos a estos contaminantes, se exponen a sufrir deterioros en la salud mermando la calidad de vida, dado que se utiliza una variada gama de plaguicidas de categoría toxicológica II y III, y a esto se suman los malos hábitos de los operarios que aplican los químicos y un erróneo tratamiento final de los empaques y residuos (Firas, 2015).

A pesar de que en ambos sistemas de producción se aplican los agroquímicos ajustándose al calendario, en campo abierto las frecuencias son mayores en relación a los invernaderos siendo una de las principales diferencias. Castillo (2018) indica que esto ocasiona que no se respeten los periodos de carencia y que además se pueda estar realizando una sobredosificación de algún ingrediente activo al ser tan cortos los márgenes entre cada aplicación, lo que tendría repercusiones en el ambiente y en el operador de las aplicaciones, ya que en su mayoría los productos aplicados pertenecen a las categorías toxicológicas II y III.

Los consumidores, no solo de tomate sino en general, están expuestos al consumo de una mezcla de residuos de plaguicidas y de diferentes componentes tóxicos que pueden afectar nuestra salud, por lo que se hace imperativo mejorar los procesos productivos y la utilización de los agroquímicos, ya que aún existe mucho desconocimiento de este tema por parte de los productores.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación agradecemos a los productores que nos permitieron acceder a sus producciones y colaboraron con el estudio.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización de la investigación, diseño del muestreo VCB y BCP; toma de muestras, análisis de resultados BCP, redacción del primer borrador BCP; revisión y redacción de la versión final BCP y VCB.

## FINANCIAMIENTO

El presente estudio fue financiado por los autores.

## REFERENCIAS

- Agrocalidad, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. 2020. reporte de productos de insumos agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Agrocalidad actualizada el dos de julio de 2020. Dirección de Registro de Insumos Agrícolas. Quito, Ecuador. Recuperado en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/366-2/>
- Agropinos. 2019. Cultivos de invernaderos, cada vez más exitosos. Colombia. Recuperado en: <https://www.agropinos.com/beneficios-de-los-invernaderos> Consultado el: 4 de mayo de 2021.
- Arévalo W. 2010. Evaluación del manejo poscosecha/comercialización en productos perecibles (tomate, pimiento y pepino) en las principales zonas de producción en la provincia de Loja. Tesis Ingeniero Agrícola. Loja, Ecuador: Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja. 88p.
- Barbieri F. 2010. Plaguicidas organofosforados en los cultivos de tomate. Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios (Cebem). La Paz, Bolivia.
- Belfroid, A., Drunen., van, M., Beek, M., Schrap, S., Gestel, C. v., Hattum, B. v. (1998). Relative risks of transformation products of pesticides for aquatic ecosystems. *Science of The Total Environment*, 222(3), 167-183.
- Castillo Ramiro., 2012. Seguridad Alimentaria en el manejo de la calidad e inocuidad de productos perecibles (tomate, *Lycopersicon esculentum*, pepino, *Cucumis sativus* y pimiento, *Capsicum annum*). Estudios universitarios.
- Castillo V. 2018. Valoración fitosanitaria en la producción de tomate (*Lycopersicon Sculentum*) en la periferia de la ciudad de Loja. Tesis Maestría. Cuenca, Ecuador. Departamento de Posgrados. Universidad del Azuay. 19-32p.
- Edifarm. (2020). *Vademécum Agrícola*. Décimo quinta edición. Quito, Ecuador.
- Firas, M.F.H. 2015. Awareness of pesticide residues in foodstuff among people in Taif region, Kingdom of Saudi Arabia, *Sky Journal of Food Science*, 4: 15-18.
- FRAC, 2019. Clasificación de fungicidas y bactericidas según el modo de acción. España. Recuperado en: <https://www.syngenta.es/sites/g/files/zhg516/f/2019/04/clasificacion-fungicidas-bactericidas-segun-modo-accion.pdf> Consultado 23 enero 2021.
- Garaj V., Zeljezic D. (2001). Cytogenetic monitoring of Croatian population occupationally exposed to a complex mixture of pesticides. *Toxicology*, 165(2- 3): 153-162.
- García J. (2019). Formulaciones de plaguicidas: importancia, tipos y perspectivas futuras. *Revista Tecnología En Marcha*, 13(2): 44-60.
- García R., Soria L., Jiménez M., Menéndez M., Repetto, M., et al. (1998). Deaths from pesticide poisoning in Spain from 1991 to 1996. *Veterinary and Human Toxicology*, 40(3): 166-168.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2012. Situación de la seguridad alimentaria en las Américas. San José, Costa Rica: Imprenta del IICA, Sede Central. 44p.
- IRAC, 2020. Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas. España. Recuperado en: [file:///C:/Users/Asus/Downloads/MoA-Classification\\_v9.4\\_3March20.pdf](file:///C:/Users/Asus/Downloads/MoA-Classification_v9.4_3March20.pdf) Consultado el: 22 enero 2021.
- Lindao V., Jave J., Retuerto M., Erazo N., Echeverria M. (2015) Impacto en los niveles de colinesterasa en agricultores de tomate (*Solanum lycopersicum* L) en la localidad de San Luis, Chimborazo por efecto del uso de insecticidas organofosforados y carbamatos. 20 (40): 114-119.
- Matthews, G., 2006. *Pesticides: Health, Safety and the environment*. Primera edición. Reino Unido: Oxford: Blackwell Publishing.
- Navarro I., Periago J. 2016. El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 20 (4): 323-335.
- Petter, F., Segate, D., Pacheco, L., Almeida, F., & Alcántara, N. F. 2012, junio. Incompatibilidad física de mezclas entre herbicidas e insecticidas. *Planta DaninhaSciELO*, 30(2):449-57.
- Wolansky J. 2011 Plaguicidas y salud humana. Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, 21(122).

## ANEXOS

Ingrediente activo	Acción fitosanitaria	INSECTICIDAS		
		Plagas que controla según la ficha técnica		
			*P.C (días)	**P.R (horas)
<b>Flubendiamide 480g</b>	Efecto antialimentario, después de haber sido ingerido por la larva	Gusano enrollador (Tuta absoluta); Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	3	24
<b>Betaciflutrin 90 g/l + Imidacloprid 210 g/l</b>	Contacto e ingestión y sistémico	Negrita (Prodiplosis longifila)	21	4
<b>Imidacloprid 350 g/l</b>	Sistémico con actividad translaminar y con acción de contacto y estomacal	Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum); Palomilla (Plutella xylostella); Trips (Frankliniella tuberosi); Gusano cogollero (S. frugiperda); Chinche (Oebalus sp) Larva de minador (Liriomyza trifolii) (Liriomyza huidobrensis)	3	24
<b>Ciromazina 750 g/kg</b>	Sistémico y translaminar	Mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum)	7	12
<b>Acetamiprid 200 g/kg</b>	Sistémico, con actividad translaminar y actúa por contacto	Minador (Hydrellia sp); Chinche (Oebalus ornatus); Gusano blanco (Premnotrypes vorax); Afidos (Brevicoryne brassicae)	28	24
<b>Lambdacialotrina 106 g/l + Tiametoxam 141 g/l</b>	De contacto, con acción residual y por ingestión	Minadores (Liriomyza sp)	14	12
<b>Ciromazina 750 g/kg</b>	Sistémico y translaminar	Polilla del tomate (Tuta absoluta)	14	24
<b>Lambdacialotrina 50 g/l</b>	De contacto, con acción residual y por ingestión,	Mosca Blanca (Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabacci) Trips (Trips tabaci); Pulgón (Brevicoryne brassicae)	7	12
<b>Acetamiprid 200 g/kg + Buprofezina 200 g/kg</b>	Sistémico y translaminar de contacto con acción persistente.	Ácaro (Tetranychus sp.), Minador (Liriomyza sp.), Enrollador (Scrobipalpa absoluta)	3	12
<b>Abamectin 18 g/l</b>	Sistémico, por contacto e ingestión	Minador enrollador (Tuta absoluta)	24	12
<b>Spinetoram 60 g/l</b>	De contacto e ingestión	Trips (Frankliniella tuberosi)	21	24
<b>Cipermetrina 200 g/l</b>	De contacto y acción estomacal (ingestión)	Nemátodo del rosario de la raíz (Nacobbus aberrans)	0	24
<b>Abamectina 36 g/l + Tiametoxam 72 g/l</b>	Insecticida- nematocida sistémico	Minador (Tuta absoluta)	14	24
<b>Clorfenapir 240 g/l</b>	Insecticida acaricida. Actúa por ingestión y contacto	Minador (Tuta absoluta)	7	6
<b>Ciromazina 750 g/kg Oxalato de hidrógeno de tiociclam 500 g/kg</b>	Sistémico	Pegador de la hoja (Scrobipalpa absoluta)	14	12
<b>Azufre 800 g/kg</b>	De contacto e ingesta	<b>FUNGICIDAS</b>		
<b>Ciproconazol 100 g/l</b>	Contacto, preventivo	Cenicilla (Erysiphe cichoracearum)	28	12
<b>Propineb 700 g/kg</b>	Sistémico, Preventivo, curativo	Roya (Puccinia pitteriana)	30	12
<b>Azufre 800 g/kg</b>	Protectante	Lancha (Phytophthora infestans), Tizón temprano (Alternaria solani)	14	12
<b>Azufre 800 g/kg</b>	Contacto, preventivo	Roya (Puccinia pitteriana)	28	12
<b>Metiram 550 g/kg + Piraclostrobin 50 g/kg</b>	Protectante, translaminar, preventivo	Podredumbre bacteriana (Erwinia carotovora), Tizón tardío (Phytophthora infestans)	7	AI secarse el follaje
<b>Carboxina 200 g/l + Tiram 200 g/l</b>	Sistémico y curativo con un fungicida protectante y de control	Lancha Temprana (Alternaria solani)	10	12
<b>Clorotalonil 720 g/l</b>	Protectante de amplio espectro, preventivo	Lancha (P. infestans), Tizón temprano (A. solani)	3	12
<b>Clorotalonil 825 g/kg</b>	Protectante de amplio espectro, preventivo	Tizón temprano (Alternaria solani), Tizón tardío (P. infestans), Antracnosis (Collectotrichum phomoides)	0 d	24
<b>Cimoxanilo 60 g/kg + Propineb 700 g/kg</b>	Protectante, curativo	Tizón temprano (Alternaria solani), Tizón tardío (P. infestans)	15	12
<b>Iprodione 500 g/kg</b>	Sistémico con actividad preventiva y curativa,	Alternaria (Alternaria solani)	1	12
<b>Kasugamicina 20 g/l</b>	Sistémico con acción preventivo y curativo	Mancha de la hoja (Cladosporium fulvum)	7	12
<b>Fluopiram 125 g/l + Pirimetanil 375g/l</b>	Translaminar y sistémico	Tizón temprano (Alternaria solani)	ND	12
<b>Tiabendazol 500 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis cinerea)	12	12
<b>Tebuconazol 200 / + Trifloxistrobin 100 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidiopsis (Leveillula taurica) Moho gris (Cladosporium fulvum) Tizón del tomate (Alternaria spp.)	3	N.A.
<b>Metil tiofanato 500 g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis spp) Tizón temprano (Alternaria spp) Oidio (Oidium spp)"	N.D.	12
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Moho gris (Botrytis spp) Tizón temprano (Alternaria spp) Oidio (Oidium spp)"	N.D.	24
<b>Captan 800 g/kg</b>	Protectante de amplio espectro y preventivo	Tizón tardío (Phytophthora infestans)	7	24
<b>Sulfato de cobre pentahidratado 240 g/l</b>	Fungicida-bactericida sistémico de acción preventiva y curativa	Mancha bacteriana (Pseudomonas solanacearum)	8	12
<b>Propamocarb 700 g/l</b>	Sistémico	Damping off (Pythium aphanidermatum)	N.A.	12
<b>Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg</b>	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón temprano (Alternaria solani)	7	12
<b>Mancozeb 640 g/kg + Metalaxil - m 40 g/kg</b>	Sistémico, Protectante con acción preventiva curativa	Tizón tardío (Phytophthora infestans)		12
<b>Pirimetanil 400 g/l</b>	Sistémico translaminar de acción protectante y curativa	Botritis (Botrytis cinerea)	N.A.	24
<b>Bacillus subtilis cepa qst 713 13.4 g/l</b>	Protectante de acción preventiva y curativa	Tizón tardío (Phytophthora infestans)	N.A.	12

<b>Ácido Oxolínico 280 g/l</b>	Bactericida-fungicida, con acción protectante y translaminar	Pudrición ( <i>Pseudomona</i> spp. )	7	12
<b>Ciprodinil 375 g/kg + Fludioxonil 250 g/kg</b>	Sistémico protectante de acción preventiva y curativa	Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) y Podredumbre blanca ( <i>Sclerotinia</i> spp.)	N.A.	24
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Alternaria ( <i>Alternaria solani</i> )	N.D.	N.D.
<b>Penconazol 100g/l</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Oidio ( <i>Oidium</i> sp.)	14	12
<b>Metil tiofanato 700 g/kg</b>	Sistémico con acción preventiva y curativa	Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	14	12
<b>Fluopicolida 60 g/kg + Propineb 667 g/kg</b>	Preventivo-curativo	Tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	30	12



# Primer informe de *Leishmania naiffi* en Zamora Chinchipe (Ecuador) utilizando el gen que codifica la proteína HSP70

## *First report of Leishmania naiffi in Zamora Chinchipe (Ecuador) using the gene encoding the HSP70 protein*

Luis Alberto Morocho-Yaguana<sup>1,\*</sup>, Gina Stefany Jaramillo-Balcázar<sup>1</sup>, Franklin Román-Cárdenas<sup>2</sup> y Loidy Zamora-Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad de la Salud Humana, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Centro de Biotecnología, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: luis.morochoy@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 31/07/2020

Fecha de aceptación del manuscrito: 08/06/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—En Ecuador se encuentran informadas algunas de las especies de *Leishmania* pertenecientes al subgénero *Viannia* (V), causante de enfermedades como leishmaniasis cutánea, cutánea difusa no curativa y mucocutánea. El objetivo de este trabajo fue diagnosticar molecularmente posibles casos de leishmaniasis cutánea, a partir de muestras obtenidas por raspado para microscopía y aspirado de linfa para cultivo, en los cantones Palanda y Chinchipe de la provincia Zamora Chinchipe. Se realizó la extracción de ADN de las muestras y la amplificación del gen que codifica la proteína HSP70 mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Se obtuvieron amplicones de 1422 pb, los cuales fueron purificados y enviados a Macrogen Inc., Korea del Sur, para su secuenciación. Las secuencias presentaron un 91 % de identidad con *Leishmania naiffi*, lo que constituye el primer reporte de esta especie para la provincia Zamora Chinchipe.

**Palabras clave**—*Leishmania naiffi*, HSP70, Leishmaniasis, Zamora Chinchipe, Ecuador.

**Abstract**—In Ecuador some of the *Leishmania* species belonging to the subgenus *Viannia* (V.) are found, causing diseases such as cutaneous, diffuse non-curative cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis. The aim of this work was to molecularly diagnose possible cases of cutaneous leishmaniasis, from samples obtained by scraping for microscopy and lymph aspiration for culture, in Palanda and Chinchipe cantons of the Zamora Chinchipe province. Extraction of DNA from the samples and amplification of the gene encoding the HSP70 protein were performed using the Polymerase Chain Reaction (PCR). 1422 bp amplicons were obtained, which were purified and sent to Macrogen Inc., South Korea, for sequencing. The sequences presented 91 % identity with *Leishmania naiffi*, which constitutes the first report of this species for the Zamora Chinchipe province.

**Keywords**—*Leishmania naiffi*, HSP70, Leishmaniasis, Zamora Chinchipe, Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

**L**eishmaniasis es una enfermedad de piel, mucosas o vísceras causadas por protozoarios unicelulares del género *Leishmania*, transmitido al hombre mediante la picadura de dípteros de los géneros *Phlebotomus* y *Lutzomyia*. El género *Leishmania* es digenético y se divide en dos subgéneros, según su desarrollo en el intestino de los flebótomos: *Leishmania* en el intestino medio o anterior y *Viannia* en el intestino posterior, y está establecido por diferentes complejos y especies (Cárdenas Alegría *et al.*, 2012).

Alrededor de 20 especies de *Leishmania* son patógenas para los seres humanos (Kato *et al.*, 2013). Según las ma-

nifestaciones clínicas que se presenten se pueden clasificar de diferente manera: leishmaniasis cutánea leishmaniasis mucocutánea, leishmaniasis cutánea difusa no curativa y leishmaniasis visceral (Montalvo A. *et al.*, 2012). La sintomatología no solo depende del estado inmunológico del paciente, sino también de la especie parásita. Otros autores refieren que existe una predisposición genética del hospedero (Montalvo *et al.*, 2016).

Esta enfermedad es principalmente endémica en regiones tropicales y subtropicales, con 350 millones de personas en riesgo de padecerla (Alvar *et al.*, 2012). Se considera que cada año hay de 1,5 a 2 millones de nuevos casos, de los cuales 500.000 corresponden a la forma visceral; el resto a casos de leishmaniasis cutánea y, en un porcentaje

menor, a leishmaniasis mucocutánea (Montalvo *et al.*, 2016). En los países andinos, la enfermedad es prevalente desde Venezuela al norte de Argentina, a través de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Hashiguchi *et al.*, 2018).

En Ecuador se han reportado siete especies del género *Leishmania*: *L. (Viannia) braziliensis*, *L. (V.) panamensis*, *L. (V.) guyanensis*, *L. (V.) naiffi*, *L. (Leishmania) mexicana*, *L. (L.) amazonensis* y *L. (L.) major-like* (Olalla *et al.*, 2015; Kato *et al.*, 2016; Calvopina *et al.*, 2004). Sin embargo, existe información limitada sobre las especies presentes en la zona de estudio. Dada la relación existente entre la especie y las manifestaciones clínicas de la enfermedad, su evolución, susceptibilidad al tratamiento y manejo epidemiológico, es necesario realizar la correcta identificación de la especie que se esté tratando (Akhoundi *et al.*, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el diagnóstico de la leishmaniasis se realiza mediante la combinación de un examen clínico con pruebas parasitológicas o serológicas. En áreas endémicas el examen microscópico sigue siendo un diagnóstico útil en los niveles de atención primaria de salud debido a su rentabilidad y simplicidad (Akhoundi *et al.*, 2017). Sin embargo, las pruebas serológicas tienen un valor limitado en las leishmaniasis cutánea y mucocutánea (OMS, 2020).

La técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa es ampliamente utilizada en la identificación de especies de *Leishmania*. El gen que codifica para la proteína HSP70 ha resultado útil para el diagnóstico e identificación de especies, ya que es altamente conservado en numerosos organismos y no está sujeto a selección. Esta diana permite discriminar entre varias especies del subgénero *L. Viannia* y estudiar las relaciones filogenéticas de estas especies (Kato *et al.*, 2016). Se han realizado estudios basados en extracción de ADN de leishmanias a partir de cultivos *in vitro* en medio Novy-MacNeal-Nicolle (NNN) y de placas fijadas teñidas con Giemsa provenientes de lesiones presentes en pacientes (Schönian *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue diagnosticar molecularmente posibles casos de leishmaniasis cutánea, a partir de muestras obtenidas por raspado para microscopía y aspirado de linfa para cultivo, en los cantones Palanda y Chinchipe de la provincia Zamora Chinchipe (región sur del Ecuador).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Para el muestreo se recopiló información del MSP y se aplicaron encuestas para ubicar posibles casos de leishmaniasis en zonas endémicas de los cantones Palanda y Chinchipe, en la provincia de Zamora Chinchipe. Como criterios de inclusión se consideraron a pacientes que presentaron úlceras que no cicatrizaban y eran compatibles con leishmaniasis, casos antiguos sin remisión de la enfermedad o casos que se encontraban en tratamiento y firmaron el consentimiento informado.

Durante la búsqueda se encontraron dos casos que cumplieron los criterios de inclusión, de los cuales se tomaron muestras de acuerdo a protocolos validados para microscopía y aspirado de linfa para cultivo, todo previa firma del consentimiento informado (Figura 1) (OMS y OPS, 2019).



**Fig. 1:** Obtención de linfa por aspirado de los bordes periféricos en paciente masculino con lesión en la mejilla derecha, del cantón Chinchipe, Ecuador.

### Aislamientos clínicos y microscopía

Las muestras obtenidas del aspirado de linfa fueron cultivadas en medio NNN e incubadas a 27 °C, mientras que los raspados de las lesiones fueron colocados sobre portaobjetos, secados a temperatura ambiente, y teñidos con Giemsa para la microscopía (Microscopio Olympus 100X) según lo descrito en el Manual de procedimientos para la vigilancia y control de las leishmaniasis en las Américas (OPS, 2019).

### Extracción y amplificación de ácidos nucleicos

La extracción de ADN a partir de muestras de raspado cutáneo y de cultivo se realizó utilizando el kit Pure Link™ Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen®) de acuerdo con lo descrito por Motazedian *et al.* (2003). La amplificación de ácidos nucleicos se realizó a partir de la región de 1422 pb perteneciente al gen que codifica para la proteína de choque térmico del citoplasma HSP70, para lo que se emplearon los cebadores descritos por García *et al.* (2004), *hsp70*sen 5'GACGGTGCCTGCCTACTTCAA3' y *hsp70*ant 5'CCGCCATGCTCTGGTACATC3' y descritos para la identificación específica de diferentes especies de *Leishmania*.

El volumen final de la reacción de amplificación fue de 50  $\mu$ l, con tampón de concentración 1 x (Invitrogen, USA),

MgCl<sub>2</sub> 1,5 mM, desoxinucleósido trifosfato de concentración 200 μM cada uno, dimetilsulfóxido al 5%, 20 pmol de cebadores y 2,5 U de ADN polimerasa Taq (Invitrogen, USA) (García *et al.*, 2004).

El programa de amplificación utilizado fue de una temperatura de 94 °C durante 5 min, seguido de 33 ciclos, cada uno de los cuales constaba de 30 segundos a 94 °C, 1 min a 61 °C, 3 min a 72 °C y un paso de extensión final de 10 min a 72 °C (García *et al.*, 2004).

Los productos amplificados del gen que codifica la proteína HPS70 de ambas muestras se observaron mediante electroforesis en geles de agarosa al 1% en tampón TBE al 1x (Figura 2). Los geles fueron visualizados con fotodocumentador Enduro™ GDS Touch, marca Labnet, utilizando el colorante Sybr Safe (Invitrogen).

Como controles positivos se utilizó ADN extraído de cultivos de promastigotes de *L. braziliensis*, *L. guyanensis* y *L. major-like*, gentilmente donados por el Instituto Oswaldo Cruz, Brasil.

### Análisis de secuencias

Los amplicones fueron enviados a secuenciar en el laboratorio MacroGen Inc. Korea del Sur. Las secuencias parciales obtenidas se analizaron con la herramienta BLASTn (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>); posteriormente, fueron procesadas con el programa ChromasPro (versión 2.1.10) para obtener secuencias consenso, las cuales se alinearon mediante el análisis Clustal Wallis con diferentes aislados de referencia. Las secuencias fueron comparadas con las que se encuentran en la base de datos *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) (Zheng *et al.*, 2000).

## RESULTADOS

Dos pacientes menores de un año, de los cantones Chinchipe y Palanda, presentaron lesiones compatibles con leishmaniasis; las lesiones se ubicaron en la mejilla derecha de cada paciente. La madre del paciente 2 refirió que el niño había recibido cuatro dosis del medicamento Glucantime®.

### Aislamientos clínicos y microscopía

El análisis microscópico mostró la presencia de amastigotes en ambas muestras. El cultivo de la muestra 1 fue positivo, observándose la presencia de promastigotes característicos del género *Leishmania*, mientras que el aislamiento *in vitro* para la muestra número 2 resultó negativo.

### Amplificación de ácidos nucleicos

De los productos amplificados del gen que codifica la proteína HPS70 para ambas muestras, se obtuvieron bandas de aproximadamente 1422 pb (Figura 2), correspondientes al género *Leishmania*, y fueron coincidentes con los controles positivos empleados en la reacción en cadena de la polimerasa.

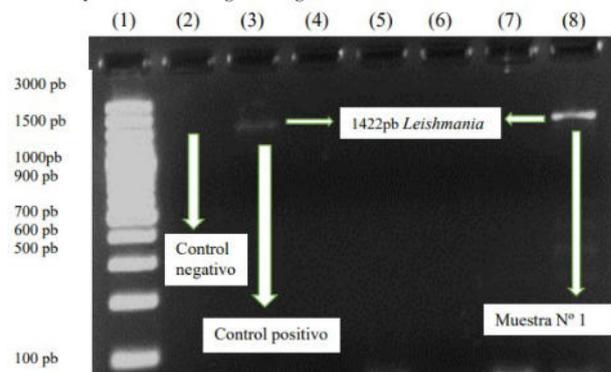


Figura 2. Análisis electroforético de productos de PCR de *Leishmania* en geles de agarosa de los fragmentos obtenidos por PCR, amplificando la proteína hsp70.

Línea 1: Marcador de tamaño de ADN-ladder 100 - 3000 pb.

Línea 2: Control negativo

Línea 3: Control positivo

Línea 8: Muestra aislada de pacientes *L.(V) naiffi*

Fig. 2: Análisis electroforético de productos de PCR de muestra N° 1 en geles de agarosa amplificando la proteína HSP70. Línea 1: Marcador de tamaño de ADN-ladder 100-3000 pb; Línea 2: Control negativo, agua ultrapura; Línea 3: Control positivo, ADN de *L. guyanensis*; Línea 8: Muestra aislada de paciente.

### Análisis de secuencias

Una vez obtenidas las secuencias, utilizando el programa BLAST, se determinó que las muestras 1 y 2 presentan un 91% de identidad con las secuencias de *L. naiffi* publicadas en la base de datos del NCBI.

## DISCUSIÓN

El método por microscopía resultó ser sensible, ya que ambas muestras mostraron la presencia de amastigotes. A pesar de ser muy económico no proporciona la discriminación entre especie y su sensibilidad depende en gran medida del número y dispersión de parásitos de la muestra. Muchos autores creen necesario la experticia del personal para un diagnóstico. En áreas endémicas sigue siendo un método útil a nivel primario de atención de salud debido a su rentabilidad (Akhoundi *et al.*, 2017).

En cuanto al cultivo, este tiene mucha importancia para el diagnóstico de rutina. Lamentablemente, la recuperación de parásitos en cultivo rara vez supera el 70%, incluso para cepas que se mantienen fácilmente *in vitro*. El cultivo requiere medios especializados y costosos; además, resulta lento y requiere de un laboratorio equipado y de elevada complejidad (Berman, 1997).

La reacción en cadena de la polimerasa es una técnica altamente sensible y específica, a diferencia de métodos microscópicos y de cultivo (Montalvo A. *et al.*, 2012). En estudios similares se ha utilizado como diana principal el gen HSP70 seguido de la secuenciación de los productos de PCR (García *et al.*, 2004; Montalvo *et al.*, 2016; Montalvo Ana *et al.*, 2014) para la caracterización de la especie a partir de raspados cutáneos (Torres *et al.*, 2018) para un diagnóstico eficaz que aporte a la epidemiología y tratamiento oportuno.

Según informes de la OMS, la epidemiología de la leishmaniasis cutánea en las Américas es muy compleja,

pues se observan variaciones en los ciclos de transmisión, los reservorios, los flebótomos vectores, las manifestaciones clínicas y la respuesta al tratamiento. Además, hay varias especies de *Leishmania* en la misma zona geográfica (OMS, 2020). El primer reporte de esta enfermedad fue realizado por Valenzuela en Ecuador en 1920, en Esmeraldas (Hashiguchi *et al.*, 2018).

Posteriormente Calvopina *et al.* (2004) y colaboradores informan de la presencia de las especies *L. panamensis*, *L. guyanensis*, *L. braziliensis*, *L. mexicana*, *L. amazonensis*, *L. major* like y de los híbridos *L. panamensis/guyanensis* y *L. guyanensis/braziliensis*. Los primeros reportes de *Leishmania naiffi* en Ecuador según Kato *et al.* (2013) fueron en el norte de la selva amazónica, en militares de edad adulta, y fue identificada usando como diana el gen que codifica para la proteína citocromo b (Kato *et al.*, 2013). En la amazonía se identificaron *L. guyanensis*, *L. braziliensis*, *L. lainsoni* y *L. naiffi*, y en la provincia de Zamora Chinchipe únicamente se ha reportado la presencia de *L. braziliensis* (Kato *et al.*, 2016), por lo que este estudio constituye el primer informe de la presencia de *L. naiffi* para esta provincia.

La metodología usada permitió la identificación de *L. naiffi* a pesar de que una de las muestras provino de un paciente al cual ya se le había administrado 4 dosis de Glucantime®. Así y todo, la técnica permitió el diagnóstico e identificación de especies de *leishmania*, lo que concuerda con lo descrito por Muñoz en 2015.

## CONCLUSIONES

Se confirmó a través de diagnóstico molecular la presencia de *L. naiffi* en la provincia de Zamora Chinchipe usando como diana la secuencia parcial del gen que codifica para la proteína de choque térmico HPS70. Se cuenta con una metodología de diagnóstico que facilita el pronóstico de lesiones cutáneas que puedan evolucionar a lesiones mucocutáneas siendo muy importante para casos de pacientes inmunocomprometidos.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: LMY, GJB, LZG; metodología: LMY, FRC y GJB; análisis formal: LMY, GJB y LZG.; investigación: LMY, GJB, LZG y FRC; recursos: GJB y UNL; curación de datos: LMY, FRC y LZG; redacción — preparación del borrador: LZG y LMY; redacción — revisión y edición: LZG y LMY; visualización: LMY y LZG; supervisión: LMY; administración de proyecto: LMY; adquisición de financiamiento para la investigación: LMY y GJB. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## FINANCIAMIENTO

Esta investigación ha sido financiada por la Universidad Nacional de Loja a través del proyecto 20-DI-FSH-2019.

## REFERENCIAS

Akhoundi, M., Downing, T., Votýpka, J., Kuhls, K., Lukeš, J., Cannet, A., ... Sereno, D. (2017). *Leishma-*

*nia* infections: Molecular targets and diagnosis. *Molecular Aspects of Medicine*, 57, 1–29. doi: 10.1016/j.mam.2016.11.012

Alvar, J., Vélez, I. D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., ... de Boer, M. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS ONE*, 7(5). doi: 10.1371/journal.pone.0035671

Berman, J. D. (1997). Human leishmaniasis: Clinical, diagnostic, and chemotherapeutic developments in the last 10 years. *Clinical Infectious Diseases*, 24(4), 684–703. doi: 10.1093/clind/24.4.684

Calvopina, M., Armijos, R. X., y Hashiguchi, Y. (2004). Epidemiology of leishmaniasis in Ecuador: Current status of knowledge - A review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(7), 663–672. doi: 10.1590/S0074-02762004000700001

Cárdenas Alegría, Ó. V., Romero Calle, D., Salamanca Capusiri, E., Santalla Vargas, J. A., Oporto Portugal, P., Arteaga Voigt, D., ... Giménez Turba, A. (2012). Analysis of molecular markers for typing of *Leishmania* spp. parasites circulating in La Paz department, Bolivia. *Biofarbo*, 20(1), 8–21.

García, L., Kindt, A., Bermúdez, H., Llanos Cuentas, A., Doncker, S. D., Arevalo, J., ... Dujardin, J.-c. (2004). Culture-Independent Species Typing of Neotropical. *Society*, 42(5), 2294–2297. doi: 10.1128/JCM.42.5.2294

Hashiguchi, Y., Gomez, E. A., Cáceres, A. G., Velez, L. N., Villegas, N. V., Hashiguchi, K., ... Kato, H. (2018). Andean cutaneous leishmaniasis (Andean-CL, uta) in Peru and Ecuador: the causative *Leishmania* parasites and clinico-epidemiological features. *Acta Tropica*, 177(December), 135–145. doi: 10.1016/j.actatropica.2017.09.028

Kato, H., Calvopiña, M., Criollo, H., y Hashiguchi, Y. (2013, dec). First human cases of *Leishmania* (*Viannia*) *naiffi* infection in Ecuador and identification of its suspected vector species. *Acta Tropica*, 128(3), 710–713. doi: 10.1016/j.actatropica.2013.09.001

Kato, H., Gomez, E. A., Martini-Robles, L., Muzzio, J., Velez, L., Calvopiña, M., ... Hashiguchi, Y. (2016). Geographic Distribution of *Leishmania* Species in Ecuador Based on the Cytochrome B Gene Sequence Analysis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(7). doi: 10.1371/journal.pntd.0004844

Montalvo, A. M., Fraga, J., Montano, I., y Monzote, L. (2016). V36S1a06. , 36, 37–44.

Montalvo A., A. M., Fraga, J., y Monzote, C. L. (2012). Diagnóstico de la leishmaniasis : de la observación microscópica del parásito a la detección del ADN *Leishmaniasis* diagnosis : going from microscopic observation of parasite to DNA detection. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 64(2), 108–131. doi: 10.1007/s10096-011-1463-z

Montalvo Ana, Jorge, F., Rodríguez, O., Blanco, O., Llanos-Cuentas, A., y García, A. L. (2014). Artículo Original ON THE GENE ENCODING HSP20. , 31(4), 635–643.

Olalla, H. R., Velez, L. N., Kato, H., Hashiguchi, K., Cáceres, A. G., Gomez, E. A., ... Hashiguchi, Y. (2015). An analysis of reported cases of leishmaniasis in the southern Ecuadorian Amazon region, 1986-2012. *Acta Tropica*, 146(October 2017), 119–126. doi: 10.1016/j.actatropica.2015.03.015

OMS. (2020, mar). *Leishmaniasis. Datos y cifras.*

OMS, y OPS. (2019). *Manual de procedimientos para vigilancia y control de la Leishmaniasis en las Américas* (Vol. 53) (n.º 9). Washington D.C..

Schönian, G., Kuhls, K., y Mauricio, I. L. (2010). Molecular approaches for a better understanding of the epidemiology and population genetics of Leishmania. *Parasitology*, 138(4), 405-425. doi: 10.1017/

S0031182010001538

Torres, L., Rodríguez, G., Sosa Ochoa, W., Ortiz, J. J., y Martínez, D. (2018). Implementación de un PCR-RFLP/Hsp70 para identificar y tipificar especies de Leishmania en una zona endémica a Leishmaniasis Cutánea Atípica en Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*(23), 81-89. doi: 10.5377/rct.v0i23.6862

# Asociación entre autoprescripción y capacidad funcional del adulto mayor en la provincia de Loja, 2019

## *Association between self-prescription and functional capacity of the elderly adult in the province of Loja, 2019*

Mariela Idrovo-Vallejo<sup>1,\*</sup>, José González-Estrella<sup>1</sup> y Bertila Tandazo-Agila<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Enfermería de la Facultad de la Salud Humana, Universidad Nacional de Loja, Calle Manuel Monteros. Loja, Ecuador  
mariela.idrovo@unl.edu.ec, jose.e.gonzalez@unl.edu.ec, bertila.tandazo@unl.edu.ec

\* Autor para correspondencia: mariela.idrovo@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 25/04/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 06/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—Los adultos mayores según su estado funcional realizan prácticas de autocuidado para sobrellevar enfermedades y dolencias. Una práctica de riesgo es la autoprescripción. La finalidad del presente estudio fue determinar la prevalencia de autoprescripción en este grupo etario de la población considerando las características sociodemográficas y el criterio de funcionalidad. La muestra estuvo constituida de 395 adultos mayores de los diferentes cantones de la provincia de Loja, se empleó como instrumento la encuesta, la misma que estuvo dirigida a indagar sobre aspectos sociodemográficos y autoprescripción. Para valorar la capacidad funcional se utilizó la Escala de Lawton y Brody, que permitió medir el grado de autonomía o dependencia del adulto mayor para realizar las actividades instrumentales de la vida diaria. Un puntaje que oscila entre 0 -7 puntos nos indicó dependencia funcional. Se aplicó la prueba estadística de Chi cuadrado al 95 % de probabilidad. Los resultados obtenidos fueron que el 24,00 % de la población práctica la autoprescripción con predominancia en adultos mayores de 80 años (34,20 %), de sexo femenino (28,60 %), viudos (29,50 %), provenientes del área urbana (25,00 %) y sin trabajo u ocupación (26,80 %). Según el criterio de funcionalidad, los adultos mayores funcionalmente dependientes son los que incurren en mayor proporción en la práctica de la autoprescripción (31,10 %). De acuerdo con el análisis de variables se estableció que existe una relación estadística significativa entre la dependencia funcional y la autoprescripción.

**Palabras clave**—Medicamentos, Autoprescripción, Automedicación, Ancianos, Funcionalidad.

**Abstract**—Older adults, according to their functional status, carry out self-care practices to cope with illnesses and ailments. One risky practice is self-prescription. The purpose of this study was to determine the prevalence of self-prescription in this age group of the population considering the sociodemographic characteristics and the functionality criterion. The sample consisted of 395 older adults from the different cantons of the province of Loja, the survey was used as an instrument, which was aimed at inquiring about sociodemographic aspects and self-prescription. To assess functional capacity, the Lawton and Brody Scale was used, which made it possible to measure the degree of autonomy or dependence of the elderly to carry out the instrumental activities of daily life. A score ranging between 0-7 points indicated functional dependence. The statistical test of Chi square was applied at 95 % probability. The results obtained were that 24,00 % of the population practice self-prescription, predominantly in adults over 80 years of age (34,20 %), female (28,60 %), widowers (29,50 %), from the urban area (25,00 %) and without work or occupation (26,80 %). According to the functionality criterion, functionally dependent older adults are the ones who incur the highest proportion in the practice of self-prescription (31,10 %). According to the analysis of variables, it was established that there is a significant statistical relationship between functional dependence and self-prescription.

**Keywords**—Medications, Self-prescription, Self-medication, Elderly, Functionality.

## INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso normal del ciclo vital pero asociado a una crisis de desarrollo y pérdidas, lo que dificulta la satisfacción de necesidades y la posibilidad de ejercer una vida plena (Leiton, 2016). Para valorar el estado de salud del adulto mayor es necesario conocer su capacidad funcional. La funcionalidad está ligada a la

habilidad de las personas para realizar actividades diarias de forma segura, autónoma e independiente (Dockx et al., 2020; Oliveira et al., 2019). Los individuos funcionalmente independientes son capaces de tomar decisiones y resolver problemas que pueden surgir en la vida cotidiana. No requieren supervisión o dirección, asumen responsabilidades, se sienten más motivados y pueden llevar a cabo prácticas de autocuidado (Tornero-Quñones et al., 2020).

La funcionalidad es un eje prioritario en la atención de la salud de los adultos mayores, amplía la concepción de la evaluación salud-enfermedad y da particularidad a la asistencia sanitaria (Ribeiro et al., 2018). Un instrumento muy utilizado para medir la capacidad funcional es la escala de Lawton y Brody, que cuantifica la demanda de ayuda de terceros para realizar actividades instrumentales de la vida diaria, tales como usar el teléfono, hacer compras, preparar la comida, cuidar la casa, lavar la ropa, uso de medios de transporte, manejo de asuntos económicos y responsabilidad respecto a la medicación (Meucci et al., 2020). El deterioro funcional se da de forma gradual en la vejez, se estima que puede estar presente en el 5% de personas de 65 años y hasta en un 50% o más, en mayores de 80 años (Chumpitaz Chávez Moreno Arteaga, 2016). Además, se asocia con factores predictores como las características demográficas, enfermedades crónicas, comportamientos de salud y rendimiento físico (Zhang et al., 2021).

La pérdida de funcionalidad compromete la calidad de vida del adulto mayor, cuya principal repercusión es que no pueda cuidar de sí mismo y por tanto requiera ser cuidado por otros. En este punto, el rol desempeñado por la familia es muy importante; pues, su cuidado permite satisfacer necesidades afectivas, funcionales, de salud y de seguridad (Dombrowsky, 2017; Lao et al., 2019). La atención del adulto mayor, procura prevenir o disminuir malestares que se puedan producir como resultado de una alteración e involucra acciones como el manejo de medicamentos (Alfaro, 2016). Investigaciones recientes han determinado que los tratamientos farmacológicos de los adultos mayores suelen ser modificados, por decisión propia o de los cuidadores, alterándose dosis y forma de administración. Además, es frecuente recurrir a la práctica de la autoprescripción (Mc Gillicuddy et al., 2019).

La autoprescripción, llamada también automedicación o autotratamiento, es el uso de medicamentos sin receta médica para tratar enfermedades o síntomas reconocidos por sí mismo (Mortazavi et al., 2017). Entre los problemas que pueden ocasionar están diagnósticos erróneos, resistencia e interacciones farmacológicas, retrasos en la búsqueda de asesoramiento médico, reacciones farmacológicas adversas y polifarmacia (Lei et al., 2018). Bajo ciertos criterios se considera positiva ya que descongestiona la atención sanitaria en caso de dolencias banales. Sin embargo, su práctica irresponsable hace que se convierta en una práctica de riesgo pues implica la aparición de efectos que comprometen la salud del individuo (Secoli et al., 2018).

La autoprescripción es una práctica cotidiana que va en aumento. Una revisión sistemática mostró que la prevalencia mundial de autoprescripción entre los ancianos varía del 20% al 60% en la mayoría de los estudios. En China, el 38% de la población adulta mayor no suele acudir al médico y de éstos el 70% prefiere optar por la autoprescripción. En ancianos con enfermedades crónicas no transmisibles la prevalencia de esta práctica fue del 64,04% (Gao et al., 2020). En España y Estados Unidos, se determinó que el 46% y el 50% de adultos mayores respectivamente se automedica. En

Ecuador, un estudio realizado en adultos mayores residentes de la parroquia Sinincay, Cuenca; estableció que el porcentaje de automedicación en esta población fue del 93% (Abril, 2020). Por otro lado, en la provincia de Loja, un estudio realizado en Centro de Salud tipo C del cantón Catamayo, determinó que el 23% de adultos mayores atendidos en esta unidad de salud, consumió fármacos automedicados o autoprescritos (Troya, 2019).

Algunos investigadores sugieren que la práctica de la autoprescripción puede ser favorecida por la capacidad funcional del individuo, pues se requiere capacidad cognitiva y física para el manejo de medicamentos (Advinha et al., 2017; Santillán et al., 2018). En este contexto, el propósito de este estudio fue determinar la influencia de factores sociodemográficos en la práctica de la automedicación en los adultos mayores considerando su capacidad funcional y establecer si existe correlación entre estas variables. Como punto de partida se consideró la siguiente hipótesis: La capacidad funcional del adulto mayor no influye en la práctica de la automedicación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo cuantitativo, no experimental, transversal de alcance correlacional, en el cual se mide el grado de relación que existe entre las variables. La investigación de campo se hizo a través entrevistas, cuestionarios, encuestas y observación directa, aplicadas a la población muestral. Se realizó en los cantones de Loja, Calvas, Catamayo, Célica, Espíndola, Gonzanamá, Mácara, Paltas, Saraguro, Zapotillo, Pindal y Quilanga. El universo estuvo integrado de 45566 adultos mayores según último censo para la provincia de Loja (INEC, 2010). La muestra se calculó a partir de la fórmula de Pita Fernández (Rositas, 2014; Sacta Zhingri, 2016) obteniéndose un valor de 395. Los participantes del estudio se clasificaron por rangos de edad, considerando ancianos jóvenes (65 a 74 años), ancianos (75 a 84 años) y ancianos viejos (85 años o más). A partir de estos rangos se hizo un agrupamiento en dos categorías: tercera edad (65 a 79 años) y cuarta edad (80 años o más) (Guerra, 2019; Martínez Pérez et al., 2018).

El muestreo fue aleatorio estratificado. Las variables analizadas fueron caracterización sociodemográfica de la población, autoprescripción y capacidad funcional, esta última según la escala Lawton y Brody. Esta escala mide el grado de autonomía con la que los adultos mayores pueden realizar actividades instrumentales de la vida diaria evaluando ocho ítems, como son: capacidad para usar el teléfono, hacer compras, preparar la comida, cuidado de la casa, lavado de ropa, uso de medios de transporte, responsabilidad respecto a su medicación y capacidad para utilizar su dinero (Carmona-Torres et al., 2019). Para cada ítem se asignó un valor numérico, de 1 punto (independencia) o 0 puntos (dependencia) según su capacidad para ejecutar las tareas antes descritas. El puntaje final obtenido determinó, independencia funcional total si se alcanzaron 8 puntos y dependencia funcional si el puntaje oscila entre 0 y 7 puntos (Arenas Jiménez et al., 2019; Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2019).

**Tabla 1:** Caracterización sociodemográfica del adulto mayor y su relación con la autoprescripción

Variables	Autoprescripción		Total
	Si	No	
<b>Rango de edad</b>			
Anciano joven	23,0 %	77,0 %	100,0 %
Anciano	17,9 %	82,1 %	100,0 %
Anciano viejo	36,5 %	63,5 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %
<b>Edad del anciano</b>			
Tercera edad	19,8 %	80,2 %	100,0 %
Cuarta edad	34,2 %	65,8 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %
<b>Sexo</b>			
Mujer	28,6 %	71,4 %	100,0 %
Hombre	19,6 %	80,4 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %
<b>Estado civil</b>			
Unido	25,0 %	75,0 %	100,0 %
Separado	25,0 %	75,0 %	100,0 %
Viudo	29,5 %	70,5 %	100,0 %
Divorciado	29,4 %	70,6 %	100,0 %
Soltero	15,4 %	84,6 %	100,0 %
Casado	22,0 %	78,0 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %
<b>Área de procedencia</b>			
Urbano	25,0 %	75,0 %	100,0 %
Rural	23,0 %	77,0 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %
<b>Ocupación</b>			
Si	20,1 %	79,9 %	100,0 %
No	26,8 %	73,2 %	100,0 %
Total	24,1 %	75,9 %	100,0 %

**Fuente:** Base de datos de macroproyecto “Calidad de Vida del Adulto Mayor en la Zona 7, 2016”.

**Elaboración:** Los autores.

**Tabla 2:** Capacidad funcional del adulto mayor y su relación con la autoprescripción.

Capacidad funcional	Autoprescripción		Total
	SI	NO	
Dependencia funcional	31,10 %	68,90 %	100,00 %
Independencia funcional	21,00 %	79,00 %	100,00 %
Total	24,00 %	76,00 %	100,00 %

**Fuente:** Base de datos de macroproyecto “Calidad de Vida del Adulto Mayor en la Zona 7, 2016”.

**Elaboración:** Los autores.

Definida la varianza y tamaño del intervalo, se calculó el tamaño de muestra para un grado específico de precisión, se empleó la proporción error estándar de la media / media aritmética. Para conocer el tamaño de muestra, se tomó como base de datos del IV Censo Poblacional y V de Vivienda (2010), para la provincia de Loja. Para el cálculo del tamaño y potencia de la muestra se utilizó los paquetes estadísticos aplicados EPI INFO v. 7, EPIDAT v. 3.2; y, GPower v. 3.2. Se trabajó con una potencia deseada mínima del 80%. El análisis estadístico para la sistematización, tabulación y análisis de la información se utilizó el programa informático estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 24, se obtuvo el valor de  $X^2$ , p valor considerando el nivel de significancia de 0,05, lo que determina la asociación estadística entre las variables; además, se calculó la fuerza de la asociación con la razón de oportunidades OR.

## RESULTADOS

Se determinó que la autoprescripción según la caracterización sociodemográfica de la población (tabla 1) predomina en ancianos mayores de 80 años (34,20%), de sexo femenino (28,60%), viudos (29,50%), provenientes del área urbana (25,00%) y sin trabajo u ocupación (26,80%).

En la tabla 2 se muestra la relación entre la capacidad funcional del adulto mayor y la autoprescripción, determinándose que los adultos mayores funcionalmente dependientes son los que incurren en mayor proporción en la práctica de autoprescripción (31,10%). La relación estadística entre variables se obtuvo a través del Chi cuadrado obteniéndose un valor de 4,623 a 1 GL el cual comparado con el valor teórico nos permite comprobar que se encuentra en la zona de rechazo de la  $H_0$ ; así mismo, se estableció un p valor inferior al nivel de significancia (0,032) menor al 0,05. En cuanto a la razón de oportunidades se encontró un OR de 1,696 y los límites de confianza superiores a la unidad ( $LCi = 1,045$ ;  $LCs = 2,753$ ), existiendo el 169,60% de probabilidad de que los adultos mayores con dependencia funcional se encuentren con mayor riesgo de autoprescripción. En conclusión, existe una relación estadística significativa entre la dependencia funcional y la autoprescripción.

## DISCUSIÓN

En este estudio se determinó que la práctica de la autoprescripción según características sociodemográficas de la población prevalece en los adultos mayores de cuarta edad, es decir mayores a los 80 años (34,20%), en el sexo femenino (28,60%), viudos (29,50%), sin trabajo u ocupación (26,80%) y provenientes de la zona urbana de la provincia de Loja (25,00%). En cuanto a la capacidad funcional, se estableció que la práctica de la autoprescripción predomina en adultos funcionalmente dependientes (31,10%).

Estos resultados son comparables con el estudio de Gao et al (2020) en China, donde la autoprescripción se practica en el 75,50% de mujeres adultas mayores, en el 82,80% de ancianos de ambos sexos con 80 o más años, en el 74,10% de jubilados y en el 76,60% de solteros o que viven solos. Así también, en un estudio en Ecuador se corroboró que

la prevalencia es mayor en adultos mayores en el rango de edad de 65 a 74 años con el 64,60%, en población femenina con el 64,20%, que viven solos con el 65,70% y que no trabajan con el 69,40% (Japon Ochoa, 2019), demostrándose la influencia de estos factores en la práctica

de la autoprescripción.

Por otro lado, el presente estudio muestra que la autoprescripción está asociada a la capacidad funcional. Este hallazgo también ha sido observado en el estudio de Vieira et al (2018) en Brasil, donde se demuestra que la práctica de autoprescripción es mayor en ancianos con dependencia funcional (60,60%) frente a aquellos funcionalmente independientes (39,40%) según su capacidad para realizar actividades instrumentales de la vida diaria. Así mismo, en el estudio de Valdes et al., (2019) en Cuba, se mostró que el 18,10% de ancianos que presentaban dependencia funcional para actividades instrumentadas, se automedica o no lleva control de los medicamentos administrados. En este último estudio existe la limitación que se realizó únicamente en ancianos con dependencia funcional y por tanto no fue posible comparar si la prevalencia es mayor frente a ancianos funcionalmente independientes.

De lo expuesto en los estudios citados se puede corroborar que la autoprescripción está influenciada por factores socio-demográficos y el estado funcional. En adultos mayores funcionalmente dependientes los requerimientos terapéuticos se incrementan lo que constituye un elemento favorecedor para recurrir a la autoprescripción como parte de las actividades de autoatención o autocuidado inapropiado.

## CONCLUSIONES

La autoprescripción debe ser considerada una práctica de riesgo para los adultos mayores; pues su manejo irresponsable y no controlado, acarrea problemas en el ámbito diagnóstico, terapéutico y de su calidad de vida. La intervención de profesionales de la salud, es clave en este proceso, pues solo la educación y el trabajo conjunto con la familia y con el propio adulto mayor orientará a las personas hacia la toma de decisiones consientes y autónomas sobre el uso adecuado de medicamentos como una práctica de autocuidado que permita preservar la salud.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: MIV y BTA; metodología: JGE; análisis formal: JGE; redacción — preparación del borrador original: MIV; redacción — revisión y edición: MIV, JGE, BTA; supervisión: MIV y JGE. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito. Mariela Idrovo-Vallejo (MIV), José González-Estrella (JGE) y Berti-la Tandazo-Agila (BTA).

## FINANCIAMIENTO

El presente estudio se ejecutó con financiamiento propio.

## REFERENCIAS

Abril, C. (2020). Automedicación en adultos mayores de 65 años de la parroquia Sinincay, Cuenca-Ecuador, 2019. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/7954>

Advinha, A. M., Lopes, M. J., de Oliveira-Martins, S. (2017). Assessment of the elderly's functional ability

to manage their medication: a systematic literature review. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 39(1). <https://doi.org/10.1007/s11096-016-0409-z>

Alfaro, D. (2016). Causas y Consecuencias de la Automedicación: Experiencia de 10 Adultos Mayores del Cantón de Grecia Durante el I trimestre de 2016. *Pro Veritatem*, 2(2), 8–28.

Arenas Jiménez, M. D., Navarro García, M., Serrano Reina, E., Álvarez-Ude, F. (2019). Dependencia para las actividades instrumentales de la vida diaria en pacientes en hemodiálisis: influencia sobre la calidad de vida relacionada con la salud. *Nefrología*, 39(5), 531–538. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2019.03.006>

Carmona-Torres, J. M., Rodríguez-Borrego, M. A., Laredo-Aguilera, J. A., López-Soto, P. J., Santacruz-Salas, E., Cobo-Cuenca, A. I. (2019). Disability for basic and instrumental activities of daily living in older individuals. *PLoS ONE*, 14(7), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220157>

Chumpitaz Chávez, Y., Moreno Arteaga, C. (2016). Nivel de funcionalidad en actividades básicas e instrumentales de la vida diaria del adulto mayor. *Revista Enfermería Herediana*, 9(1), 30. <https://doi.org/10.20453/reneh.v9i1.2860>

Dockx, Y. J. C., Molenaar, E. A. L. M., Barten, D. J. J. A., Veenhof, C. (2020). Discriminative validity of the Core outcome set functional independence in a population of older adults. *BMC Geriatrics*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01705-6>

Dombrowsky, T. A. (2017). Relationship between engagement and level of functional status in older adults. *SAGE Open Medicine*, 5, 205031211772799. <https://doi.org/10.1177/2050312117727998>

Gao, Z., Xu, L., Qin, W., Zhang, J., Zhou, J., Hu, F., Hong, Z. (2020). Prevalence and associated factors of self-treatment among the elderly—a comparative study between empty and non-empty nesters in Shandong, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217880>

Guerra, P. (2019). El concepto de cuarta edad; realidad demográfica y respuestas de política pública. Los casos de España, Alemania, y Uruguay. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile*, 119664, 1–17.

Japon, M., Ochoa, A. (2019). Prevalencia y factores asociados a la automedicación en adultos mayores en el Hospital Julius Doepfner, Zamora, Mayo - Diciembre 2018 [Universidad Católica de Cuenca].

Lao, S. S. W., Low, L. P. Le, Wong, K. K. Y. (2019). Older residents' perceptions of family involvement in residential care. *International Journal of*

- Qualitative Studies on Health and Well-Being, 14(1). <https://doi.org/10.1080/17482631.2019.1611298>
- Lei, X., Jiang, H., Liu, C., Ferrier, A., Mugavin, J. (2018). Self-medication practice and associated factors among residents in Wuhan, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph15010068>
- Leiton, Z. (2016). El envejecimiento saludable y el bienestar: un desafío y una oportunidad para enfermería. *Enferm. Univ*, 13(3), 139–141.
- Martínez Pérez, T., González Aragón, C., Castellón León, G., González Aguiar, B. (2018). El envejecimiento, la vejez y la calidad de vida: ¿éxito o dificultad? *Rev. Finlay*, 8(1), 59–65.
- Mc Gillicuddy, A., Kelly, M., Crean, A. M., Sahn, L. J. (2019). Understanding the knowledge, attitudes and beliefs of community-dwelling older adults and their carers about the modification of oral medicines: A qualitative interview study to inform healthcare professional practice. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 15(12), 1425–1435. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.01.004>
- Meucci, R. D., Aguiar de Oliveira, A. S. L., Araújo, G. C., Gonzalez, T. N., Pagliaro, G., Hoffmann, T., Marmitt, L. P. (2020). Functional dependence among older adults: a cross-sectional study with a rural population of southern Brazil. *Rural and Remote Health*, 20(4), 5985. <https://doi.org/10.22605/RRH5985>
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2019). Escala de Lawton y Brody (Actividades Instrumentales de la vida diaria) Ficha 3 b (Issue 1, pp. 1–4). <https://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/01/3b-ESCALA-DE-LAWTON-Y-BRODY.pdf>
- Mortazavi, S. S., Shati, M., Khankeh, H. R., Ahmadi, F., Mehravaran, S., Malakouti, S. K. (2017). Self-medication among the elderly in Iran: A content analysis study. *BMC Geriatrics*, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0596-z>
- Oliveira, A., Nossa, P., Mota-Pinto, A. (2019). Assessing functional capacity and factors determining functional decline in the elderly: A cross-sectional study. *Acta Medica Portuguesa*, 32(10), 654–660. <https://doi.org/10.20344/amp.11974>
- Ribeiro, D. K. de M. N., Lenardt, M. H., Lourenço, T. M., Betiolli, S. E., Seima, M. D., Guimarães, C. A. (2018). The use of the functional independence measure in elderly. *Revista Gaucha de Enfermagem*, 38(4), e66496–e66496. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2017.04.66496>
- Rositas, J. (2014). Los tamanos de las muestras en encuestas de las ciencias sociales y su repercusion en la generacion del conocimiento. *Innovaciones de Negocios*, 11(2), 235–268.
- Sacta, J., Zhingri, D. (2016). “Conocimientos, Actitudes Y Prácticas Del Ejercicio Físico En Adultos Mayores, Que Asisten Al Club De Diabéticos E Hipertensos Del Centro De Salud Totoracocha, Cuenca 2016. Universidad de Cuenca.
- Santillán, M., Gómez, B., Hernández, M., González, G., Herrera, E., Martínez, A. (2018). Prácticas de autocuidado en adultos mayores: un estudio cualitativo en una población mexicana. *Revista de Enfermagem Referência, IV Série*(No16), 117–126. <https://doi.org/10.12707/riv17065>
- Secoli, S. R., Marquesini, E. A., Fabretti, S. de C., Corona, L. P., Romano-Lieber, N. S. (2018). Self-medication practice trend among the brazilian elderly between 2006 and 2010: SABE study. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 21(Suppl 2). <https://doi.org/10.1590/1980-549720180007.supl.2>
- Tornero-Quiñones, I., Sáez-Padilla, J., Díaz, A. E., Robles, M. T. A., Robles, Á. S. (2020). Functional ability, frailty and risk of falls in the elderly: Relations with autonomy in daily living. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031006>
- Troya, G. (2019). Polifarmacia en los adultos mayores que reciben atención en el Centro de Salud tipo C de Catamayo.
- Valdes, L., Fernandez, M., Montes, A. (2019). Caracterización de los ancianos frágiles del Policlínico Universitario Cerro en el periodo 2017 – 2018. *Revista Electrónica Medimay*, 26(2), 171–184.
- Vieira de Oliveira, S. B., Costa Barroso, S. C., Camargos Biclho, M. A., Moreira Reis, A. M. (2018). Baixo peso ao nascer e seus fatores associados Low birth weight and its associated factors. *Einstein*, 16(4), 1–6. <https://doi.org/10.31744/einstein>
- Zhang, L., Cui, H., Chen, Q., Li, Y., Yang, C., Yang, Y. (2021). A web-based dynamic Nomogram for predicting instrumental activities of daily living disability in older adults: a nationally representative survey in China. *BMC Geriatrics*, 21(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02223-9>

# Prevalencia de depresión como estado/rasgo según género, en pacientes con insuficiencia renal crónica

## *Prevalence of depression as a status / trait, according to gender, in patients with chronic kidney failure*

José Eduardo González Estrella<sup>1,\*</sup>, Diana Stefanía Figueroa Salazar<sup>1</sup>, Denny Caridad Ayora Apolo<sup>1</sup>, Maura Guzmán Cruz<sup>2</sup>, José Eduardo González Costa<sup>3</sup> y Augusto Castro Aguirre<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de la Salud Humana, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador  
*jose.e.gonzalez@unl.edu.ec, dianisfs1@gmail.com, denny.ayora@unl.edu.ec*

<sup>2</sup> Facultad de la Salud Humana, Carrera de Enfermería UNL-FSH, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador  
*maura.guzman@unl.edu.ec*

<sup>3</sup> ARGdent. Loja, Ecuador  
*pepe\_19g@hotmail.com*

<sup>4</sup> Centro Ecuatoriano de Audición y Lenguaje - CEAL, Loja, Ecuador  
*augustosho@gmail.com*

\* Autor para correspondencia: *jose.e.gonzalez@unl.edu.ec*

Fecha de recepción del manuscrito: 28/04/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 04/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

---

**Resumen**—Los pacientes con Insuficiencia Renal Crónica (IRC) pueden presentar depresión como estado o como rasgo a manera de respuesta frente a la enfermedad, la presente investigación: Prevalencia de depresión como estado o como rasgo según el género en pacientes con insuficiencia renal crónica que reciben tratamiento de hemodiálisis en el Hospital General Isidro Ayora Loja.”, tiene como objetivo describir la prevalencia de depresión como estado o rasgo según el género y la edad. Este estudio es de tipo prospectivo, exploratorio, descriptivo, cuantitativo no experimental, de diseño transversal de causalidad, la muestra del estudio fue de 50 pacientes. Se utilizó el inventario de depresión rasgo – estado (IDERE) para medir depresión como estado y como rasgo, se calificó en base a tres indicadores (alto, medio y bajo) para estado y rasgo respectivamente, tomando en cuenta los resultados de la categoría alto que son significativos. Los resultados indican que la mayor proporción de la población total de la investigación se encuentra con valores máximos en depresión como estado y mínimos en rasgo. Se concluye que existe una mayor prevalencia de depresión como estado y como rasgo en el género femenino y se identificó que la mayor proporción de depresión como estado y como rasgo se encuentra en el rango de edad mayor a 52 años. Finalmente, existe baja correlación entre la edad y la depresión como estado y rasgo, es decir, hay diferencia entre estas dos formas de expresar la depresión, pero no es estadísticamente significativa.

**Palabras clave**—Insuficiencia renal, Depresivos, Estilos de vida, Reactivos, Diálisis.

---

**Abstract**—Patients with chronic renal failure can present depression as a state or as a trait like an answer to the illness. Our study: “Prevalence of depression as a state or as a trait according to gender in patients with chronic renal failure who receives hemodialysis treatment at Isidro Ayora Loja’s General Hospital”, aims to describe the prevalence of depression as a state or as a trait according to gender and age. The study is a prospective, exploratory, descriptive, quantitative, non-experimental, transversal design of causality study, the sample of the study was 50 patients. It has been used IDERE inventory in order to measure out depression as a state or as a trait, it was rated in the base of three indicators (high, medium, and low) to state and trait respectively, according to results of high category that are the most significant, it has been shown, that the major proportion of the population in the study has higher scores at depression as a state, and lower scores at depression as a trait, also the prevalence is higher in feminine gender according to depression as a state or as a trait, and it has been identified the major proportion of depression as a state or as a trait at age range major of 52 years. Finally, there is a lower correlation between age and depression as a state or trait, which means there exist differences throw these two ways to express depression, but this is not statistically significant.

**Keywords**—Renal failure, Depressive, Lifestyle, reactive, Dialysis.

---

## INTRODUCCIÓN

Entre las enfermedades crónicas no transmisibles se encuentra la Insuficiencia Renal Crónica (IRC), evoluciona habitualmente de manera lenta y progresiva, hasta llegar al estado de uremia terminal (De et al., 2016; Díaz et al., 2018). La OMS (2015), menciona que la insuficiencia renal crónica afecta a cerca del 10% de la población mundial. En Ecuador el Ministerio de Salud Pública (2015), indica que los pacientes con insuficiencia renal llegaron a 11.460, los cuales recibieron tratamiento de diálisis y deben hacer continuos ajustes en sus hábitos y estilo de vida, lo que implica cambios a nivel físico y psicológico, presentándose en algunos alteraciones emocionales, entre ellas, la depresión (Paez et al., 2009); la reacción depresiva depende de la valoración cognitiva del paciente (Vallejos Saldarriaga Ortega Reyna, 2018). En este contexto, la tendencia a experimentar reacciones depresivas frecuentes, intensas, aisladas o como un determinado tipo de estructuración o rasgo de la personalidad (Martín Carbonell Grau Abalo, 2003).

Una compleja combinación de factores biológicos, psicológicos y ambientales contribuye y desempeña una función determinante en la aparición, la consolidación y el desarrollo de los síntomas característicos de la depresión, esta alteración primaria del estado de ánimo, es caracterizada por el abatimiento emocional, que afecta todos los aspectos de la vida, tiene alta morbilidad, mortalidad e impacto económico (Estrada López et al., 2015; Zarragoitia Alonso, 2005; Samaniego-namicela et al., 2019). Como síntoma, se observa el estado de humor triste que puede acompañar a otros trastornos o enfermedades; como síndrome, estado depresivo accesible al diagnóstico clínico y psicopatológico; como trastorno, la depresión es tratada como una entidad nosológica, definida a partir del síndrome, de su evolución, con una etiopatogenia aún no totalmente clara (D Z, 2004).

La depresión como estado, se define como el estado de ánimo de carácter relativamente autónomo, aunque generalmente autolimitado, que afecta globalmente las experiencias psicológicas y corporales (Zarragoitia Alonso, 2005; Gómez et al., 2002; Capponi, 1987; Arias-gundin, 2009; Gastó, 1998).

La depresión como rasgo de personalidad por su parte es algo más que un síntoma, su estado emocional es consecuencia de una matriz entera de características intensas y duraderas, su depresión es el resultado de una forma de pensar, sentir y percibir, en definitiva de una personalidad depresiva (Cuervo Martínez, Angela; Jzzedin Bouquet, 2007; Aguilera Garrido Muñoz García, 2017; Vázquez, 2014; Carrasco, 2017). Atendiendo al sexo, la proporción es de dos mujeres por cada hombre deprimido (Jarne Talan., 2000). Las valoraciones de los síntomas depresivos, es decir, intensos, penetrantes y sentimientos casi diarios de tristeza o decepción que afectan al funcionamiento normal, manifiestan índices de prevalencia de 9% a 20% (Ferrel Ortega et al., 2011; Gómez et al., 2002). En Colombia entre 1992 y 1994 se realizó una investigación utilizando la Escala de Zung en donde se repitió el hallazgo, al tener mujeres con

prevalencia cercana al doble que los hombres (Retamal et al., 2007). Tradicionalmente las mujeres han sido diagnosticadas con mayor frecuencia de problemas de salud mental que los hombres (Sierra et al., 2006). Aún no está claro por qué algunas mujeres que enfrentan desafíos inmensos padecen de depresión, mientras que otras con desafíos similares no la padecen (Medina et al., 2015; Linda et al., 2014).

La insuficiencia renal crónica, se define como una pérdida irreversible del filtrado glomerular, pérdida progresiva de la función renal, en general cuando el filtrado glomerular desciende por debajo de 30ml/min (Manuel et al., 2015; Sellarés, s. f.; Montoro et al., 2007). El síndrome urémico se refiere al conjunto síntomas y signos que ocurre en etapas avanzadas de la ERC (TFG inferior a 10-15 ml/min) y que refleja una disfunción generalizada de todos los órganos y sistemas secundaria a la uremia (Lastre Diéguez et al., 2019; Cienfuegos, 2014; Manuel et al., 2015; Mesa et al., 2013).

En 2005, aproximadamente 35 millones de personas fallecieron de enfermedades crónicas; la insuficiencia renal crónica es un problema creciente a nivel mundial, con una prevalencia estimada que se aproxima al 10%, se la ha denominado una epidemia silenciosa (Flores et al., 2009). La enfermedad renal crónica afecta a cerca del 10% de la población mundial (Kong Zelanda, 1972; Encyclopedia, 2019). Según la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (2013), la prevalencia de la enfermedad renal en América Latina fue de 650 pacientes por cada millón de habitantes, con un incremento estimado del 10% anual (González-Bedat et al., 2015; Pereira Rodríguez et al., 2017). La hemodiálisis (HD) es una técnica de depuración extracorpórea de la sangre que suplente parcialmente las funciones renales de excretar agua y solutos, y de regular el equilibrio ácido-básico y electrolítico (Sellarés, s. f.; Sánchez Villar Lorenzo Sellares, 2019; Ferrel Ortega et al., 2011), aceptar esta nueva realidad puede ser difícil para el paciente y su familia, lo que le puede llevar a experimentar depresión (National Institutes of Health, 2007).

El Hospital General Isidro Ayora de Loja clasificado por su grado de contribución y número de camas, de II Nivel. De acuerdo con la normativa del Ministerio de Salud Pública, dispone de Áreas Técnicas, según el Ciclo Vital, las que complementan la atención al usuario externo, entre ellas la Unidad de Diálisis y el Club de Enfermos Renales Terminales. La Unidad de Diálisis, es de carácter pública, trabaja en coordinación con unidades privadas (IESS, Seguro General, Campesino y Emergencias, ISPOL), en beneficio de los pacientes de la Región Sur del Ecuador. De acuerdo a las estadísticas del 2016 a 2019, se brindaron entre 9.935 y 10.602 atenciones o sesiones de diálisis respectivamente (Ministerio de Salud, 2019).

El estudio tuvo como objetivo describir la prevalencia de depresión como estado o rasgo según el género y la edad en pacientes con insuficiencia renal y tratamiento de hemodiálisis; así mismo, al ser la depresión una enfermedad recurrente, frecuentemente crónica y que requiere un tratamiento a largo plazo para resolver los problemas de validez y confiabilidad de los criterios diagnósticos, el estudio, esclarece la

concepción de la relación mente-cerebro, entendida como un sistema complejo y que, por lo tanto, debe de analizarse desde múltiples perspectivas, contribuyendo a llenar los vacíos de conocimiento en esta temática.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, exploratorio, descriptivo, cuantitativo no experimental y de diseño transversal de causalidad; pues, describe las relaciones entre el género y rango de edad de los pacientes con insuficiencia renal crónica que reciben hemodiálisis con la depresión como estado y como rasgo. La unidad de estudio fue el Hospital General Isidro Ayora de la ciudad de Loja, en la Unidad de Hemodiálisis; la muestra estuvo conformada por 50 pacientes con insuficiencia renal crónica que reciben tratamiento de hemodiálisis en esta Unidad de Hemodiálisis, divididos en proporciones iguales de ambos géneros, 25 de género femenino y 25 de género masculino, comprendidos en un rango de edad de 18 a 74 años.

Para la presente investigación se empleó el inventario de depresión rasgo - estado (IDERE) (Martín-Carbonell et al., 2012). El IDERE tiene una duración de 15 minutos, se lo puede aplicar a personas mayores de 15 años; además, de adultos supuestamente sanos con diferentes grados de depresión como rasgo, pacientes psiquiátricos y enfermos crónicos. El IDERE es un inventario autoevaluativo, diseñado para evaluar dos formas relativamente independientes de la depresión, esto es: como estado (condición emocional transitoria) y como rasgo (propensión a sufrir estados depresivos como una cualidad de la personalidad relativamente estable). La escala que evalúa la depresión como estado, permite identificar de manera rápida a las personas que tienen síntomas depresivos, así como sentimientos de tristeza reactivos a situaciones de pérdida o amenaza, que no necesariamente se estructuran como un trastorno depresivo, aunque provoquen malestar e incapacidad. Tiene 20 ítems cuyas respuestas toman valores de 1 a 4. La mitad de estos ítems por su contenido, son positivos en los estados depresivos, mientras que la otra mitad son antagónicos con la depresión.

El sujeto debe seleccionar la alternativa que mejor describe su estado en ese momento y tiene cuatro opciones de respuesta: no en lo absoluto (que vale 1 punto), un poco (vale 2 puntos), bastante (vale 3 puntos) y, mucho (vale 4 puntos). La escala de depresión como rasgo permite identificar a los pacientes que tienen propensión a sufrir estados depresivos y también ofrece información sobre la estabilidad de los síntomas depresivos. Consta de 22 ítems que también adquieren valores de 1 a 4 puntos y las opciones de respuesta son: casi nunca (que vale 1 punto), algunas veces (vale 2 puntos), frecuentemente (vale 3 puntos) y, casi siempre (vale 4 puntos). Los valores oscilan entre 20 y 80 puntos para la escala estado y 20 y 88 puntos para la escala rasgo.

Tanto la depresión como estado como la depresión rasgo se califican en tres niveles: bajo, medio y alto. De valor clínico son las puntuaciones que se catalogan como altas.

Las cifras que están cercanas a los puntos de corte pueden resultar de interés, pero realmente tienen valor diagnóstico los valores superiores a 50. Altos niveles de depresión como estado no necesariamente indican que la persona tenga un trastorno depresivo. Es recomendable que las personas que obtengan valores altos en el IDERE-E (depresión como estado) sean valoradas en consulta médica o psicológica para precisar el diagnóstico. Los valores altos en el IDERE-R (depresión como rasgo) indican que la persona tiene tendencia a sufrir estados depresivos como respuesta a situaciones estresantes.

Los datos obtenidos en el inventario IDERE fueron ingresados al programa Microsoft Excel, posterior a ello se exportaron al software estadístico SPSS versión 26, a través del cual se hizo el análisis correspondiente. Para poder describir la prevalencia de depresión como estado o como rasgo, tomando en cuenta los objetivos de evaluación e identificación de la depresión como rasgo o como estado, se realizaron tablas de contingencia, para relacionarlas con las variables género y rango de edad, se trabajó con un nivel de confianza del 95 % y se estableció la correlación de Pearson entre ellas.

## RESULTADOS

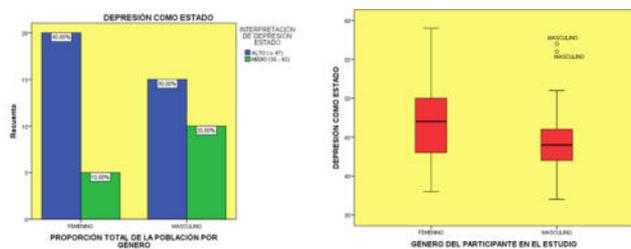
De acuerdo con el género, existe una proporción igual de pacientes participantes e involucrados en el estudio; en lo referente a la variable edad, se determinó la mediana correspondiente de todas las edades de la muestra, esto es  $Md = 52$  años, determinándose que la mayor proporción de pacientes se encuentra en el rango menor o igual a 52 años (Tabla 1). Así mismo, en lo referente a la muestra de pacientes participantes e involucrados en el estudio tomando en cuenta la depresión como rasgo, la mayor proporción se encuentra en la categoría depresión como rasgo bajo ( $\leq 35$ ); y, en depresión como estado, considerando los mismos pacientes, observamos que la mayor proporción se encuentra en la categoría de depresión como estado alto ( $\geq 47$ ) (Tabla 1).

En la presente investigación se evaluó depresión como estado y rasgo, con un promedio de edad de 49,94 años; en la escala de rasgo se determinó un valor promedio de 39,10 años en el primero y 45,52 años en la escala de estado. Es importante destacar que la mayor proporción de la población participante e involucrada en la investigación se encuentra con valores mínimos en depresión como rasgo y máximos en depresión como estado (Tabla 2). En cuanto a la evaluación de la depresión por rango de edad (se obtuvo los rangos de edad mediante el cálculo de la mediana  $Md = 52$ ), en comparación con la depresión por estado y rasgo. El mayor y menor valor se encuentra en depresión por estado y en el rango mayor a 52 años; así mismo, en lo que corresponde a depresión por rasgo los valores mayor y menor están presentes en el rango menor a 52 años; es importante destacar que existe mayor dispersión de datos en la categoría de rango de edad menor a 52 años (Tabla 2).

**Tabla 1:** Caracterización de la población

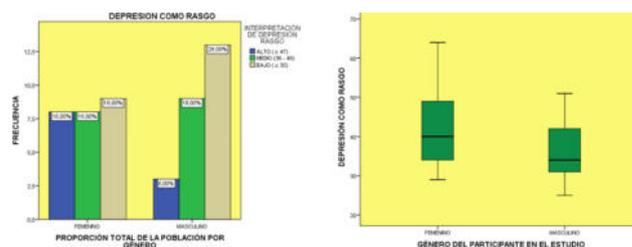
Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Genero del Participante en el Estudio				
Género	Femenino	25	50	50
	Masculino	25	50	50
	Total	50	100	100
Rango de Edad del Participante por la Mediana				
Rango de Edad	Menor o Igual a 52 Años	26	52	52
	Mayor a 52 AÑOS	24	48	48
	Total	50	100	100
Interpretación de Depresión Rasgo				
Depresión Por Rasgo	Alto ( 47)	11	22	22
	Medio (36 - 46)	17	34	34
	Bajo ( 35)	22	44	44
	Total	50	100	100
Interpretación de Depresión Estado				
Depresión por Estado	Alto ( 47)	35	70	70
	Medio (35 - 42)	15	30	30
	Total	50	100	100

En el presente estudio se trabajó con dos grupos iguales de acuerdo con el género, pudiéndose determinar una mayor proporción en la categoría alto según el género femenino (80,00%) de depresión alto en comparación con la categoría alto según el género masculino (60,00%). Con respecto a depresión como estado, existen puntajes elevados en el género femenino, en contraste el género masculino presenta menores puntajes, pero se solapan los cuartiles, lo que quiere decir que no existe diferencia estadística significativa en depresión como estado según el género. Es importante destacar que en el género masculino existen dos casos que se han comportado de manera atípica con respecto a los datos presentados, manifestando puntajes elevados en relación con lo normal en el género masculino (Tabla 3 y Figura 1).



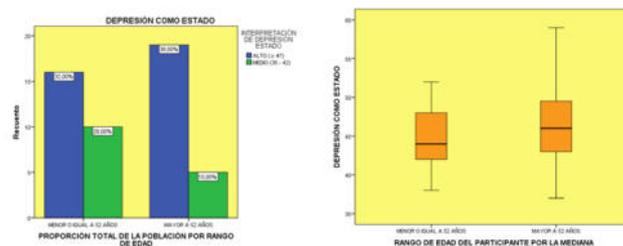
**Fig. 1:** Depresión como estado por género

Al relacionar el género (proporción femenina igual a proporción masculina) con la depresión como rasgo, los resultados nos permiten establecer que existe mayor proporción femenina (32,00%) en la categoría alto de depresión como rasgo en comparación con el género masculino cuya proporción es menor (12,00%) en la misma categoría; sin embargo, globalmente se puede establecer que la mayor proporción de pacientes con insuficiencia renal crónica se encuentra en la categoría de depresión como rasgo bajo (Tabla 4 y Figura 2).



**Fig. 2:** Depresión como rasgo por género

En base a la mediana, se tiene mayor proporción de depresión como estado en la categoría alto en el rango de edad mayor a 52 años (61,50%), en comparación con el rango de edad menor a 52 años (79,20%). Globalmente, la proporción es 70,00% a 30,00% entre la depresión como estado en las categorías alto y medio (Tabla 5 y Figura 3).



**Fig. 3:** Depresión como estado por rango de edad.

El rango de edad con mayor presencia de depresión como rasgo en la categoría alto se encuentra el rango de edad mayor a 52 años (29,20%) en comparación con el rango de edad menor a 52 años (15,40%) en la misma categoría. Globalmente existe mayor población de pacientes con insuficiencia renal crónica en depresión como rasgo en la categoría bajo; finalmente la diferencia estadística no es significativa (Tabla 6 y Figura 4).

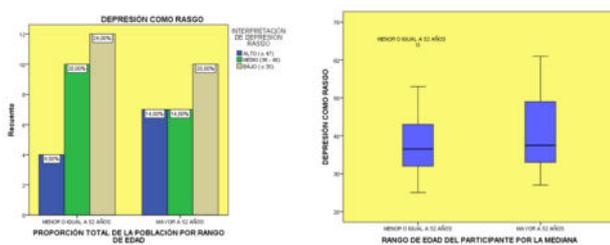
Se ha encontrado una baja correlación entre la edad y la depresión como rasgo y como estado; en el primer caso, en

**Tabla 2:** Estadísticos de la muestra

Variables	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Edad del Participante	50	18	74	2497	49,94	15,65	245,04
Sexo:							
Hombre	25						
Mujer	25						
Resultado Depresión Como Rasgo	50	25	64	1955	39,1	9,44	89,07
Resultado Depresión Como Estado	50	37	59	2276	45,52	5,11	26,09

**Tabla 3:** Depresión como estado por género

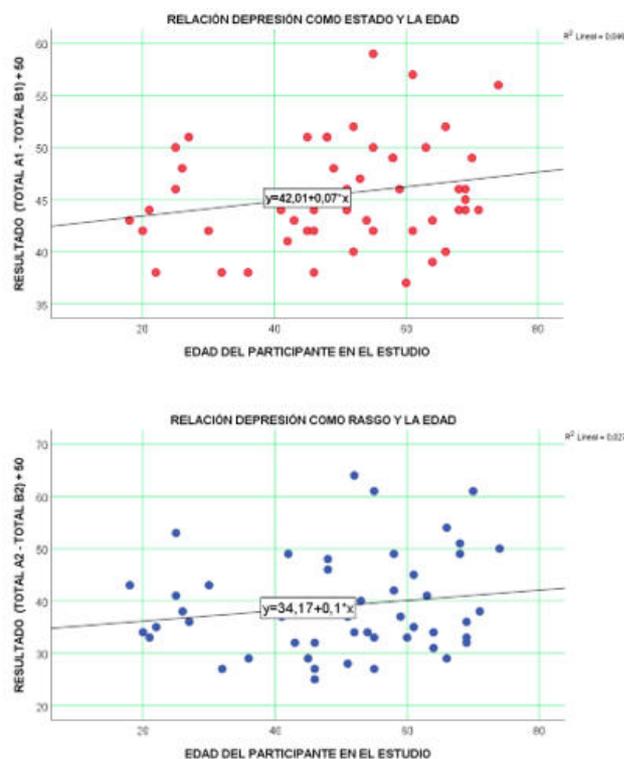
Variable	Categoría	Descripción	Interpretación de Depresión Estado		Total
			Alto (47)	Medio (35 - 42)	
Género del participante en el estudio	Femenino	f	20	5	25
		%	80,00 %	20,00 %	100,00 %
		% total	40,00 %	10,00 %	50,00 %
	Masculino	f	15	10	25
		%	60,00 %	40,00 %	100,00 %
		% total	30,00 %	20,00 %	50,00 %
Total	f	35	15	50	
	%	70,00 %	30,00 %	100,00 %	
	% total	70,00 %	30,00 %	100,00 %	



**Fig. 4:** Depresión como rasgo por rango de edad

la correlación edad con depresión como rasgo se encontró un valor de r de Pearson de 0,1637 que equivale a una correlación muy baja o mínima; en el segundo caso, en la correlación edad con depresión como estado se determinó un valor de r de Pearson de 0,2153 interpretándola como una correlación baja. Determinándose que no existe diferencia significativa entre la edad y la depresión como rasgo y como estado ( $p = 0,2559$ ;  $p = 0,1332$ ).

Es importante destacar la relación estadística significativa entre la depresión como estado y como rasgo el p valor es menor a 0,05 ( $1,01 \times 10^{-7}$ ). Se puede establecer que tanto la depresión como estado y como rasgo, en los pacientes con insuficiencia renal que reciben hemodiálisis, es directamente proporcional a la edad, en el primer caso varía la depresión como estado con la edad en un 4,6%; y, en el segundo caso varía la depresión como rasgo con la edad en un 2,7% (Tabla 7 y Figura 5).



**Fig. 5:** Relación depresión como estado y rasgo con la edad.

## DISCUSIÓN

La depresión es la condición psicopatológica más común entre los pacientes con insuficiencia renal crónica, pueden existir diversas formas de expresión de la depresión, ya sea como estados emocionales reactivos o como rasgo, que son

**Tabla 4:** Depresión como rasgo por género

Variable	Categoría	Descripción	Interpretación de depresión de rasgo			Total
			Alto ( 47)	Medio (36 - 46)	Bajo ( 35)	
Género del participante en el estudio	Femenino	f	8	8	9	25
		%	32,00 %	32,00 %	36,00 %	100,00 %
		% total	16,00 %	16,00 %	18,00 %	50,00 %
	Masculino	f	3	9	13	25
		%	12,00 %	36,00 %	52,00 %	100,00 %
		% total	6,00 %	18,00 %	26,00 %	50,00 %
Total	f	11	17	22	50	
	%	22,00 %	34,00 %	44,00 %	100,00 %	
	% total	22,00 %	34,00 %	44,00 %	100,00 %	

**Tabla 5:** Depresión como estado por rango de edad

Variable	Categoría	Descripción	Interpretación de depresión estado		Total
			Alto ( 47)	Medio (35 - 42)	
Rango de edad del participante por la mediana	Menor o igual a 52 años	f	16	10	26
		%	61,50 %	38,50 %	100,00 %
		% total	32,00 %	20,00 %	52,00 %
	Mayor a 52 años	f	19	5	24
		%	79,20 %	20,80 %	100,00 %
		% total	38,00 %	10,00 %	48,00 %
Total	f	35	15	50	
	%	70,00 %	30,00 %	100,00 %	
	% total	70,00 %	30,00 %	100,00 %	

**Tabla 6:** Depresión como rasgo por rango de edad

Variable	Categoría	Descripción	Interpretación de depresión rasgo			Total
			Alto ( 47)	Medio (36 - 46)	Bajo ( 35)	
Rango de edad del participante por la mediana	Menor o igual a 52 años	f	4	10	12	26
		%	15,40 %	38,50 %	46,20 %	100,00 %
		% total	8,00 %	20,00 %	24,00 %	52,00 %
	Mayor a 52 años	f	7	7	10	24
		%	29,20 %	29,20 %	41,70 %	100,00 %
		% total	14,00 %	14,00 %	20,00 %	48,00 %
Total	f	11	17	22	50	
	%	22,00 %	34,00 %	44,00 %	100,00 %	
	% total	22,00 %	34,00 %	44,00 %	100,00 %	

**Tabla 7:** Correlación de la edad con la depresión como estado y como rasgo.

Variable/Estadísticos		Edad del participante en el estudio	Depresión como estado	Depresión como rasgo
Edad del participante en el estudio	Correlación de Pearson	1	0,2153	0,1637
	Sig. (bilateral)		0,1332	0,2559
	N	50	50	50
Depresión como estado	Correlación de Pearson	0,2153	1	0,670**
	Sig. (bilateral)	0,1332		1,01 x 10 <sup>-7</sup>
	N	50	50	50
Depresión como rasgo	Correlación de Pearson	0,1637	0,670**	1
	Sig. (bilateral)	0,2559	1,01 x 10 <sup>-7</sup>	
	N	50	50	50

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

predisposiciones relativamente estables de la personalidad a presentar depresión. La investigación se realizó con 50 pacientes, divididos equitativamente en 25 pacientes de género femenino y 25 de género masculino, en un rango de edad de 18 a 74 años, que reciben tratamiento de hemodiálisis en el Hospital General Isidro Ayora de la ciudad de Loja.

Los resultados generales muestran una alta prevalencia de depresión como estado, en los pacientes con insuficiencia renal crónica que reciben tratamiento de hemodiálisis; sin embargo, en la investigación existe relevancia en el género femenino que es el que prevalece tanto en estado como en rasgo. Estos resultados son corroborados con los encontrados en el estudio desarrollado por el Instituto Mexicano de Seguro Social (Linda et al., 2014) quienes determinaron que la prevalencia global de depresión en la población que estudiaron fue alta, encontrando significación estadística en el género femenino.

El análisis de género resultó interesante al encontrar diferencias proporcionales significativas, ya que en la población objetivo con IRC, la presencia de síntomas depresivos como estado y como rasgo, en la categoría alto, son más frecuentes en mujeres que en hombres. En lo que respecta a las mujeres, hay factores biológicos, de ciclo de vida, hormonales y psicosociales, que son únicos y que pueden ser relacionados con las tasas de depresión elevadas. Estudios han demostrado que las hormonas afectan directamente las sustancias químicas del cerebro que regulan las emociones y los estados de ánimo considerándola como una enfermedad producida por cambios hormonales; científicos están explorando la forma en la que la elevación y la disminución cíclica del estrógeno y de otras hormonas pueden afectar la química del cerebro que está relacionada con la enfermedad depresiva. Adicionalmente, muchas mujeres enfrentan el estrés adicional del trabajo y de las responsabilidades del hogar, cuidado de los hijos, padres ancianos, maltrato, pobreza, y tensiones de las relaciones (Rojas-Villegas et al., 2017).

Los hombres en cambio experimentan la depresión de forma distinta a las mujeres, pueden enfrentar los síntomas

de diferentes modos. Los hombres tienden más a reconocer que sienten fatiga, irritabilidad, pérdida de interés en las actividades que antes resultaban placenteras, y que tienen el sueño alterado, mientras que las mujeres tienden más a admitir sentimientos de tristeza, inutilidad, o culpa excesiva. Los hombres tienen más probabilidades que las mujeres de acudir al alcohol o a las drogas cuando están deprimidos, frustrados, desalentados, irritados o enojados. Algunos hombres se envían al trabajo para evitar hablar acerca de su depresión con la familia o amigos o comienzan a mostrar un comportamiento imprudente o riesgoso (Rojas-Villegas et al., 2017).

Para explicar estas diferencias entre hombres y mujeres podríamos hacer algunas consideraciones desde la perspectiva de género y los roles patriarcales imperantes en el contexto en que se desarrolló el estudio. Los resultados de la investigación difieren de los encontrados en México en el año 2017, en el estudio “ansiedad y depresión sobre la adherencia terapéutica en pacientes con enfermedad renal” (Rojas-Villegas et al., 2017), donde no se encontraron diferencias significativas entre géneros. Por supuesto, el análisis de estos aspectos requeriría de mayor profundidad en futuros estudios.

En este estudio se toma en cuenta la edad, siendo esta una variable con influencia en la sintomatología depresiva en los pacientes estudiados, por distintas causas, como el deterioro físico de la vejez, sumado a las limitaciones inherentes a la enfermedad y a su tratamiento, lo cual ha sido constatado por varios autores en el estudio “ansiedad y depresión en pacientes con insuficiencia renal crónica en tratamiento de diálisis” (Paez et al., 2009), en donde infieren que, mientras mayor edad tienen los enfermos renales crónicos los niveles de depresión aumentan, estableciéndose relación con los resultados de la presente investigación, en el que se encontró que en el rango mayor a 52 años existe mayor presencia de depresión tanto como estado y como rasgo, lo que confirma la inferencia hecha por el estudio mencionado. Es importante destacar que en este estudio el promedio de edad de los pacientes fue de 49,94 años; la edad mínima fue de 18 años y la máxima de 74 años.

Respecto a la influencia de la edad, las mujeres son las que tienen más sintomatología depresiva tanto en depresión como estado y como rasgo, en mayores de los 52 años edad, mientras que en el caso de los hombres tal sintomatología depresiva es poco significativa.

Finalmente, existen estudios como el de “Depresión y ansiedad en los pacientes de hemodiálisis, Instituto de Nefrología, 2011 - 2012, Revista Hospital Psiquiátrico de la Habana” (Maritza Mesa Benítez, Yanis Vázquez Adán, 2013), que indican prevalencia depresión en pacientes de género masculino, mayores a 65 años; resultados que pueden sopesar, ya que a pesar de que el género femenino prevaleció en el presente estudio, la diferencia estadística entre géneros fue mínima tanto para depresión como estado y rasgo, situación que no transforma con la variable de edad, ya que indiscutiblemente varios estudios han demostrado que a mayor edad la depresión está presente en los pacientes con insuficiencia renal crónica.

## CONCLUSIONES

- En estudio se evaluaron a 50 pacientes en igual proporción de género, estableciéndose un promedio de edad de 49,94 años con edades que van desde los 18 a 74 años, aplicándose los instrumentos y escalas adecuadas para este tipo de estudios. Se determinó que la mayor proporción de la población participante e involucrada en la investigación se encuentra con valores máximos en la variable depresión como estado y mínimos en la variable depresión como rasgo.
- En cuanto al establecimiento de la relación entre el género con la prevalencia de depresión como estado y como rasgo, se ha podido establecer mayor prevalencia de depresión como estado y como rasgo en el género femenino, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa con el género masculino. Hay factores biológicos, de ciclo de vida, hormonales y psicosociales que influyen en el desarrollo de depresión por estado y rasgo.
- El rango de edad, donde se encuentra mayor proporción de depresión como estado y como rasgo se encuentra en el rango mayor a 52 años de edad, punto de corte establecido y correspondiente a la mediana.
- En la presente investigación, se ha determinado una baja correlación entre la edad y la depresión como estado y como rasgo respectivamente, lo cual determina que, si bien hay diferencia entre estas dos formas de expresar la depresión en los pacientes con insuficiencia renal crónica con tratamiento de hemodiálisis, esta diferencia no es estadísticamente significativa.
- En el contexto donde se desarrolló la investigación, específicamente en los servicios que presta en el segundo nivel de atención para personas con insuficiencia renal, son aún limitados.

## AGRADECIMIENTOS

A las Carreras de Psicología Clínica y Enfermería de la Facultad de la Salud Humana, Universidad Nacional de Loja, a los profesionales externos de la Universidad Nacional de Loja por su participación e involucramiento.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: JEGE, DF, DA, MG, JEGC, AC; metodología: JEGE, DF, JEGC, AC; análisis formal: JEGE, DF, DA, MG; redacción — preparación del borrador original: JEGE, JEGC; redacción — revisión y edición: JEGE, DF, DA, MG, JEGC, AC; supervisión: JEGE y DA. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito. José Eduardo González Estrella (JEGE), Diana Stefanía Figueroa Salazar (DF), Denny Caridad Ayora Apolo (DA), Maura Guzmán Cruz (MG), José Eduardo González Costa (JEGC) y Augusto Castro Aguirre (AC).

## FINANCIAMIENTO

El presente estudio se ejecutó con financiamiento propio.

## REFERENCIAS

- Aguilera Garrido, S., Muñoz García, J. J. (2017). Trastorno depresivo y personalidad desadaptativa: evaluación y tratamiento. *Revista de Casos Clínicos en Salud Mental*, 1(t), 25-41.
- Arias-gundín, O. (2009). T Rastornos. *Padres y Maestros*, 326, 33-37.
- Capponi, R. (1987). *Psicopatología Y Semiología Psiquiátrica*. *Psicopatología Y Semiología Psiquiátrica*, 1, 91. <https://mmhaler.files.wordpress.com/2012/08/capponi.pdf>
- Carrasco, A. E. (2017). Modelos psicoterapéuticos para la depresión: Hacia un enfoque integrado. *Interamerican Journal of Psychology*, 51(2), 181-189. <https://doi.org/10.30849/rip/ijp.v51i2.119>
- Cienfuegos. (2014). Morón Rodríguez M, et al. Caracterización de pacientes con lesión renal aguda en unidad de cuidados intensivos de adulto. *Rev Cub Med Int Emerg*, 15(3), 55-69. [www.revmie.sld.cu](http://www.revmie.sld.cu)
- Cuervo Martínez, Angela; Jzzedin Bouquet, R. (2007). T risteza , D epresión y E strategias.
- D, A. S., Z, D. U. (2004). Adolescencia y depresión. *Revista Colombiana de Psicología*, 13(0), 13-28.
- De, M., Espinosa-Cuevas, Á., Nutrición, Y., Zubirán, S. (2016). Enfermedad renal GACETA MÉDICA DE MÉXICO ARTÍCULO ORIGINAL. 152(1). [www.anmm.org.mx](http://www.anmm.org.mx)
- Díaz, M., Gomez, B., Robalino, M., Lucero, S. (2018). Comportamiento epidemiológico en pacientes con enfermedad renal crónica terminal en Ecuador. *Correo Científico Médico*, 22(2), 312-324.

- Encyclopedia. (2019). Guías Latinoamericanas de Práctica Clínica sobre la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de los Esadíos 1-5 de la Enfermedad Renal Crónica. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Número 9).
- Estrada López, K., Beatriz Marcheco Teruel, I., Deinys Carmenate Naranjo, I., Manuela Herrera Martínez, I., Evelyn Fuentes Smith, I., Ole Mors, V. V., Grande, L., Clara, V. (2015). Actitudes hacia la depresión, el diagnóstico predictivo y las investigaciones genéticas en individuos de Sagua la Grande, Villa Clara. Attitudes toward depression, predictive diagnosis and genetic research in individuals from Sagua la Grande, Villa Clara. *Rev Cubana Genet Comunit*, 9(1), 52-72.
- Ferrel Ortega, R., Celis Barros, A., Hernández Cantero, O. (2011). Depresión y factores socio demográficos asociados en estudiantes universitarios de ciencias de la salud de una universidad publica (Colombia)\*. *Psicología desde el Caribe*, unknown(27), 40-60.
- Flores, J. C., Alvo, M., Borja, H., Morales, J., Vega, J., Zúñiga, C., Müller, H., Münzenmayer, J. (2009). Sociedad Chilena de Nefrología Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. *Revista Médica de Chile*, 137(1), 137-177.
- Gastó, C. (1998). Bases biológicas de los trastornos del estado de ánimo. *Psicología Conductual*, 6(2), 217-252.
- Gómez, C.; Hernández, G.; Rojas, A.; Santacruz, H.; Uribe, M. (2002). Fundamentos de psiquiatría clínica: Niños, adolescentes y adultos. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXI(1), 73-74.
- González-Bedat, M. C., Rosa-Diez, G. J., Fernández-Cean, J. M., Ordúñez, P., Ferreiro, A., Douthat, W. (2015). Los registros nacionales de diálisis y trasplante renal en América Latina: Cómo implementarlos y mejorarlos. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 38(3), 254-260.
- Kong, H., Zelanda, N. (1972). *C General*. *Shakespeare Quarterly*, 23(3), 367-382. <https://doi.org/10.1093/sq/23.3.367>
- Lastre Diéguez, Y., Galiano Guerra, G., Sánchez Naranjo, H. M., Mariño Serrano, R. Y. (2019). Prevalencia de la enfermedad renal oculta en adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Rev. medica electron*, 41(4), 850-861.
- Linda, Elizabeth, Villagómez, Fuentes, A, Salvador, Gómez, García, B, , Y, Luis, Enrique, Rosales, Salinas. (2014). Diálisis y Trasplante. 35(3), 98-102.
- Manuel, J., Abuín, L., Beltrán, D. O., Terente, M. P., Para, C., Guía, L. A. (2015). Guía clínica de la insuficiencia renal en atención primaria Listado de participantes. XXI, 44.
- Maritza Mesa Benítez, Yanis Vázquez Adán, N. R. Á. M. (2013). *Rev. Hosp. Psiquiátrico de la Habana* 2013, 10(3), 10(3), 2011-2012.
- Martín-Carbonell, M., Riquelme-Marín, A., Ortigosa-Quiles, J. M., Meda, R. M., Cerquera-Córdoba, A. M., Enríquez-Santos, J. A., Pérez-Díaz, R. (2012). Utilidad del inventario de depresión Rasgo-Estado (IDERE) para el diagnóstico clínico. un estudio con muestras de cuatro países iberoamericanos. *Anales de Psicología*, 28(3), 763-771. <https://doi.org/10.6018/analesps.28.3.133701>
- Martín Carbonell, M., Grau Abalo, R. (2003). El Inventario de depresión rasgo-estado (IDERE): desarrollo de una versión cubana. *Terapia psicologica*, 21(2), 121-135.
- MEDINA, M., SARTI, E., REAL, T. (2015). La depresión y otros trastornos psiquiatricos. En *La depresión y otros trastornos psiquiatricos*. Documento de postura.
- Ministerio de Salud. (2019). Rendición de Cuentas 2019. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 53(9), 1689-1699. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Rendicion-de-Cuentas-22D02-2019.pdf>
- Montoro, J., Segarra, A., López, R., Monterde, J. (2007). 12. Nefrología. *Farmacia Hospitalaria*, 31. <http://www.sefh.es/bibliotecavirtual/fhtomo2/CAP12.pdf>
- National Institutes of Health. (2007). Métodos de tratamiento para la insuficiencia renal: Hemodiálisis. U.S. Department of Health and Human Services, 7, 1-32. <https://www.niddk.nih.gov/-/media/Files/Spanish-Kidney/KFS-HemodialysisSP508.pdf>
- Paez, A., Jofre, M., Azpiroz, C., De Bortoli, M. (2009). Ansiedad y depresión en pacientes con insuficiencia renal crónica en. *Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de San Luis*, 8(1), 117-124.
- Pereira Rodríguez, J., Boada Morales, L., Peñaranda Florez, D. G., Torrado Navarro, Y. (2017). Diálisis y hemodiálisis. Una revisión actual según la evidencia. *Revista Nefrología Argentina*, 15(1), 1-8.
- Retamal, P., Strejilvich, S., Fullerton, C., Botto, A., Gómez, D., González, D., Varela, P., Brahm, C. (2007). Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad bipolar: experiencia y opinión de los pacientes en el Hospital del Salvador, Santiago de Chile. *Arch. psiquiatr*, 70(3), 213-224.
- Rojas-Villegas, Y., Ruíz-Martínez, A., Gonzáles-Sotomayor, R. (2017). Ansiedad y depresión sobre la adherencia terapéutica en pacientes con enfermedad renal Anxiety and depression on therapeutic adherence in patients with kidney disease. *Revista de psicología (Santiago)*, 26(1), 1-13.

<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttextpid=S0719-05812017000100065lang=pt>

Samaniego-namicela, L. M., Samaniego-namicela, E. G., Samaniego-namicela, G., Samaniego-namicela, L. G. (2019). La depresión en personas que asisten a la Comunidad de Alcohólicos Anónimos Depression in people attending the Community of Alcoholics Anonymous. 3, 22-34.

Sánchez Villar, I., Lorenzo Sellares, V. (2019). ¿Se infectan más los catéteres tunelizados para hemodiálisis cuando los pacientes ingresan en el hospital? Enfermería Nefrológica, 22(3), 266-273. <https://doi.org/10.4321/s2254-28842019000300005> Sellarés, V. L. (s. f.). Nefrología al día Enfermedad renal crónica. 335-352.

Sierra, J. C., Asociación Española de Psicología Conductual., SPARC (Organization). (2006). Relevancia de las variables sociodemográficas en las diferencias de género en depresión 1. International Journal of Clinical and Health Psychology, 6(1). <http://www.redalyc.org/html/337/33760101/>

Vallejos Saldarriaga, J. F., Ortega Reyna, E. Z. (2018). Niveles de depresión y factores sociodemográficos en pacientes con insuficiencia renal crónica en tratamiento de hemodiálisis en Perú. Ciencias Psicológicas, 12(2), 205. <https://doi.org/10.22235/cp.v12i2.1683>

Vázquez, G. H. (2014). Los trastornos bipolares hoy: más allá del DSM-5. Psicodebate, 14(2), 9. <https://doi.org/10.18682/pd.v14i2.353> Zarragoitia Alonso, I. (2005). DEPRESIÓN: generalidades y particularidades.

# Factores de riesgo asociados con la disminución de la agudeza visual en escolares: caso de estudio en la ciudad de Loja, Ecuador

## *Risk factors associated with decreased visual acuity in schoolchildren: case study in the city of Loja, Ecuador*

Michelle Jiménez-Albán<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Ministerio de Salud Pública del Ecuador, Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Facultad de la Salud Humana, Carrera de Medicina, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: mishujim@hotmail.com.

Fecha de recepción del manuscrito: 20/05/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 23/06/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

**Resumen**—Las alteraciones visuales no detectadas en la infancia son frecuentes en preescolares y escolares a nivel mundial, lo cual limita el desarrollo adecuado de los niños y repercute en el rendimiento escolar. El objetivo del presente estudio es conocer los factores asociados a la disminución de la agudeza visual, para ello se trabajó con una muestra de 183 estudiantes de la Unidad Educativa Adolfo Valarezo en la ciudad de Loja. Primeramente, se realizó la valoración de la agudeza visual al grupo seleccionado, usando la tabla de Snellen. Adicionalmente se aplicó un cuestionario a representantes de las y los estudiantes, con el fin de recabar información de contexto para identificar los factores que influyen en los niveles de agudeza visual. Los resultados de las mediciones indicaron que el 24% de estudiantes presentan disminución de la agudeza visual; de estos, la edad más afectada es a los 11 años y predomina en el sexo masculino. De acuerdo con el coeficiente de asociación odds ratio (OR) y empleando un nivel de significancia  $p=0.05$ , se estableció que los factores que con mayor intensidad se asocian de manera significativa a la disminución de agudeza visual son: antecedentes familiares de uso de lentes (OR= 17,71); infecciones oculares previas (OR=6,14); prematuridad al nacer (OR=2,65), traumatismos oculares previos (OR=2,16); tiempo de exposición frente al televisor (OR=2,23); y tiempo de exposición frente al computador (OR=2,30). Los resultados obtenidos permiten conocer los grupos más afectados por una deficiente salud visual y establecer medidas correctivas a temprana edad orientadas a mejorar la calidad de vida de los escolares.

**Palabras clave**—Agudeza visual, Factores de riesgo, Escolares, Salud visual

**Abstract**—Visual disturbances not detected in childhood are frequent in preschoolers and schoolchildren worldwide, which limits the adequate development of children and have an impact on school performance. The objective of this study is to know the factors associated with the decrease in visual acuity. For this purpose, a sample of 183 students from the Adolfo Valarezo school in the city Loja was selected. The Snellen chart was used to assess visual acuity; additionally, in order to gather information on the factors that influence visual acuity levels, a questionnaire was applied to the students' parents. The results of measurements indicated that 24% of students present decreased visual acuity, of these the most affected age is at 11 years and predominates in male students. According to the odds ratio (OR) association coefficient and using a level of significance  $p=0.05$ , the factors significantly associated with the decrease in visual acuity are: family history of lens use (OR=17,71); previous eye infections (OR=6,14), premature birth (OR=2,65); previous eye trauma (OR=2,16); exposure time in front of television (OR=2,23); and exposure time in front of computer (OR=2,30). The results of this study allow to know the groups most affected by poor visual health and establish corrective actions at an early age aimed at improving the quality of life of scholars.

**Keywords**—Visual acuity, Risk factors, Schoolchildren, Visual health

## INTRODUCCIÓN

La agudeza visual se define como la capacidad del sistema de la visión para detectar e identificar un detalle en condiciones determinadas, esto significa que el sujeto puede distinguir un objeto con claridad independientemente de la distancia que este se encuentre (Quevedo et al., 2018). Los problemas visuales generados en la infancia producen

alteraciones en el desarrollo normal de los niños, lo cual afecta negativamente en el rendimiento escolar (Bañuelos et al., 2016). Desde el nacimiento hasta los 8 años es el periodo más crítico para el desarrollo de la visión, la detección temprana de las alteraciones de la agudeza visual permite anticiparse a trastornos de la visión y reducir la ceguera que se puede prevenir o curar (Lafuente, 2007). La infancia es la edad más precoz en donde la función visual se

desarrolla al mismo tiempo que el niño crece hasta llegar a la etapa de rigidez del adulto, en donde cualquier alteración provocará una mayor o menor agudeza visual. Por lo tanto es importante realizar un diagnóstico precoz y un tratamiento oportuno (Brandt Benazzi, 2005; Tenaglia, 2002).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) documenta que a nivel mundial, aproximadamente 2 200 personas presentan deficiencia visual, de las cuales alrededor de 1 000 millones tienen un trastorno visual que se pudo prevenir o que aún no ha recibido tratamiento (OMS, 2020). La prevalencia de problemas de visión varía entre los países del mundo; por ejemplo, en Estados Unidos y el Reino Unido, uno de cada cinco niños presenta algún problema de la visión (Thurston and Thurson, 2013). Por su parte en América Latina y el Caribe, al menos dos terceras partes de la carga de ceguera y discapacidad visual que hay actualmente se deben a afecciones tratables; se estima que el 13% de la población en edad escolar tiene errores refractivos que pueden causar disminución de la agudeza visual (Guisasola et al., 2008). La ceguera y deficiencia visual tiene una prevalencia más elevada en poblaciones que quedan marginadas de la red de atención por causas económicas o geográficas (Guisasola et al., 2008).

Con respecto a los factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual a nivel mundial y de Latinoamérica se han realizado varios estudios en edades pediátricas, donde la prematuridad (Arnesen et al., 2016; Katz V, 2010) y las infecciones oculares (Verrone and Simi, 2008), son factores de riesgo para presentar problemas visuales. En un estudio realizado a 187 niños en la Paz se determinó que el 34,7% presentaron disminución de la agudeza visual, teniendo como factor de riesgo el antecedente familiar de uso de lentes (Bellido y Mejía, 2019). Así mismo en estudios realizados a escolares en China y Singapur, se encontró que el uso prolongado de pantallas, como computador, televisión y celulares, estaba asociado con la disminución de la agudeza visual (Guan et al., 2019; Saw et al., 2002). En investigaciones realizadas a menores de 16 años, se concluyó que existe relación entre los traumatismos oculares y la disminución de la agudeza visual (Santacruz Portillo, 2009; Shoja y Miratashi, 2006).

El Ecuador no se encuentra exento de esta problemática ya que según datos de la OMS (2020), la prevalencia de ceguera infantil es de 0,6 por mil niños; existen más de 2 700 niños ciegos y otros 8 000 más con algún grado de discapacidad visual. Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) en la provincia de Loja existen 1705 personas con algún grado de discapacidad visual, que representan el 11,5% de todas las personas registradas con discapacidad (CONADIS, 2021). De igual manera el CONADIS (2021) indica que del total de personas con discapacidad visual, cerca del 11% corresponden a niños entre 4 y 18 años de edad.

A nivel nacional y de manera concreta en la provincia de Loja, la información científica sobre los problemas visuales en la infancia es reducida. Principalmente, investigaciones sobre los factores de riesgo relacionados con la disminución

de la agudeza visual que permitan prevenir ceguera infantil o la discapacidad visual, son aún escasas. La mayoría de estudios sobre este tema, se encuentran disponibles en tesis de pregrado o literatura gris (Castillo Riascos, 2016; Torres Castillo, 2017; ), lo que evidencia la necesidad de disponer de estudios publicados en revistas científicas. Adicionalmente, pocos estudios realizados en el país (Mendoza Escobar, 2018; Vivanco Vivanco, 2017), consideran el efecto de pantallas en la disminución de la agudeza visual, el cual es un factor muy común actualmente, debido al gran avance tecnológico de las últimas décadas.

En este contexto, la presente investigación está orientada a conocer cuáles son los factores de riesgo biológicos y físicos, asociados a la disminución de agudeza visual de escolares en la ciudad de Loja. Para esto se ha considerado como escenario de estudio, a la Unidad Educativa Adolfo Valarezo. Los resultados de esta investigación permitirán tomar decisiones para mejorar la salud visual desde edades tempranas y de esta manera contribuir a un mejor rendimiento escolar y calidad de vida desde la infancia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el 2019. Se trabajó con una muestra comprendida por 183 estudiantes de la Unidad Educativa Adolfo Valarezo, en la ciudad de Loja, Ecuador. Las y los participantes de este estudio contaron con el consentimiento previo e informado de sus representantes y con previa autorización del centro de estudios donde se desarrolló esta investigación. Se consideró los casos que cumplieron con los siguientes criterios: estudiantes cuyos representantes firmaron el consentimiento informado; estudiantes niños matriculados en la institución y que se encontraban asistiendo normalmente a clases.

Las y los participantes de este estudio tuvieron edades entre los 6 y 13 años. Para obtener la información se midió la agudeza visual en niños con la tabla de Snellen, que es una prueba diseñada por el oftalmólogo holandés Herman Snellen para evaluar la agudeza visual (Reid, 2006). La prueba consistió en identificar correctamente las letras en la gráfica de Snellen a una distancia de 6 metros, manteniendo la cabeza a la altura de la cartilla bien iluminada. Se procedió a tapar un ojo con un oclisor o con la palma de la mano, repitiendo el mismo procedimiento para el otro ojo. Cada participante empezó a leer de arriba hacia abajo cada renglón y terminó en el último renglón en que pudo ver todas las letras. Se anotó el valor alcanzado para cada ojo, según la distancia que estaba la cartilla y el tamaño de la letra. Un nivel 20/20 significa visión normal; 20/40 a 20/60 impedimento visual leve; 20/70 a 20/200 impedimento visual moderado; 20/200 a 20/400 impedimento visual severo; y 20/400 a no percepción de luz (NPL) ceguera (OMS, 2020).

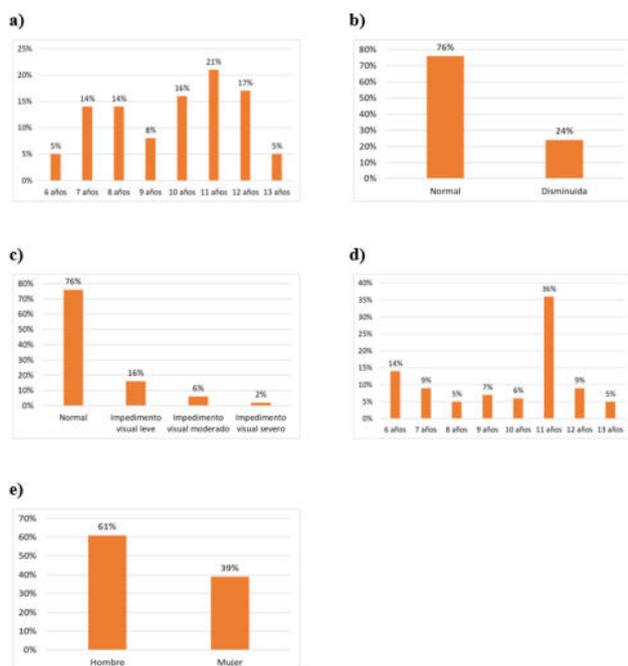
Adicionalmente, con el fin de recabar información de contexto sobre los factores que influyen en los niveles de agudeza visual se aplicó una encuesta a representantes de quienes participaron en este estudio. Se investigó factores biológicos como el antecedente de prematuridad y antecedentes familiares de uso de lentes; y factores físicos como

antecedente de infecciones oculares, traumatismos oculares y el tiempo de uso de pantallas.

El análisis de la relación entre el nivel de agudeza visual y los factores de riesgo se realizó en el software SPSS. Para la correlación se usó un nivel de significancia  $p=0,05$ ; mientras que para medir la fuerza de asociación se utilizó Odds Ratio (OR).

## RESULTADOS

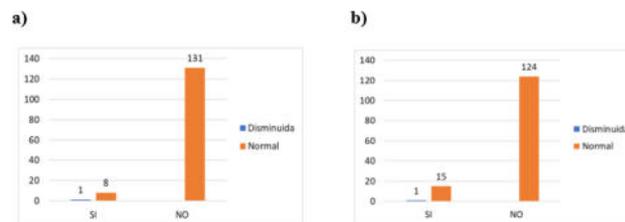
En esta sección se presentan los principales resultados de la investigación. Del total de 183 estudiantes que participaron en el estudio, los escolares estuvieron en edades comprendidas entre los 6 y 13 años, siendo el mayor porcentaje 21% (39 casos) aquellos con una edad de 11 años (Fig. 1a). Las valoraciones evidenciaron que alrededor de una tercera parte de los estudiantes (24%) que participaron en la investigación presentaron disminución de la agudeza visual (Fig. 1b). Se puede observar que, el mayor porcentaje de escolares presentaron agudeza visual normal mientras que solo un pequeño porcentaje de estudiantes presentaron alteración leve 16%, y solo 2% impedimento severo (Fig. 1c). Según los datos obtenidos en el estudio realizado la mayor prevalencia de disminución de la agudeza visual por edades en niños es mayor en escolares de 11 años 36% (Fig. 1d). Con respecto a los niños con disminución de la agudeza visual por sexo, se pudo identificar un mayor porcentaje 61% en hombres (Fig. 1e).



**Fig. 1:** Distribución de quienes participaron en el estudio según: a) edad; b) estado de agudeza visual normal y disminuida; c) nivel de agudeza visual; d) agudeza visual disminuida por edades; y e) agudeza visual disminuida por sexo.

En cuanto a la relación de la disminución de la agudeza visual de estudiantes con respecto al antecedente de nacimiento prematuro los análisis demostraron que hay una fuerza de asociación de OR: 2,65 con un intervalo

de confianza IC: 1,15-5,91, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 2a). Los datos obtenidos sobre la relación entre la disminución de la agudeza visual de los niños con los antecedentes familiares de uso de lentes muestran que tiene una fuerza de asociación de OR: 17,71, con un intervalo de confianza IC: 7,72-40,6, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 2b).



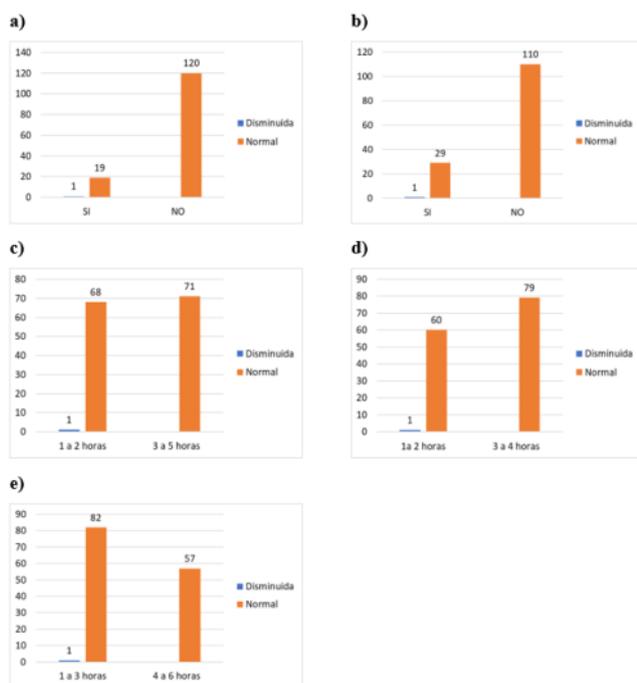
**Fig. 2:** Factores biológicos asociados a la disminución de la agudeza visual de quienes participaron en el estudio. a) antecedentes de nacimiento prematuro; b) antecedentes familiares de uso de lentes.

De igual manera al analizar la disminución de la agudeza visual de estudiantes con respecto a los aspectos biológicos se puede observar que entre la disminución de la agudeza visual y las infecciones oculares existe una fuerza de asociación de OR: 6,14, con un intervalo de confianza IC: 2,31-16,27, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 3a). La relación de la disminución de la agudeza visual con antecedentes de traumatismos oculares muestra una fuerza de asociación de OR: 2,16, con un intervalo de confianza IC: 1,03-4,53, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 3b). Los análisis demuestran que entre la disminución de la agudeza visual y el tiempo de uso de televisión existe una fuerza de asociación de OR: 2,23, con un intervalo de confianza IC: 1,09-4,57, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 3c). De igual manera se encontró que entre la disminución de la agudeza visual y el tiempo de uso de computador existe una fuerza de asociación de OR: 2,30, con un intervalo de confianza IC: 1,14,-4,63, estadísticamente significativo  $p<0,05$  (Fig. 3d). Por último se observa que entre la disminución de la agudeza visual y el tiempo de uso de celular tiene una fuerza de asociación de OR: 1,34, con un intervalo de confianza IC: 0,66-2,73, no estadísticamente significativo  $p>0,05$  (Fig. 3e).

## DISCUSIÓN

Las alteraciones visuales son cada vez más frecuentes en escolares y preescolares; estos problemas al no ser tratados de manera oportuna en la etapa de la niñez pueden traer varios problemas en la adultez. El no tener un diagnóstico temprano podría generar el desarrollo de afecciones oculares irreversibles después de los 10 años de edad, como: ambliopía, estrabismo, alteraciones motoras y acomodativas, alteraciones en la estereopsis (Rincón and Rodríguez, 2009). Por este motivo, es muy importante conocer con datos cuantitativos cuáles son los principales factores que influyen en la disminución de la agudeza visual en edades tempranas.

Los resultados señalan que el 24% de estudiantes presentaron disminución de la agudeza visual. En estudios realizados en Perú y Argentina por Araujo Chumacero et



**Fig. 3:** Factores físicos asociados a la disminución de la agudeza visual de quienes participaron en el estudio. a) infecciones oculares; b) antecedente de traumatismos oculares; c) tiempo de uso de televisión; d) tiempo de uso de computador; e) tiempo de uso del celular.

al. (2015) y Lafuente (2007) a estudiantes de educación primaria, se encontró que el 23 % de niños presentó agudeza visual baja, lo cual es similar a lo obtenido en la presente investigación. Sin embargo, estos resultados difieren de los presentados por Palacios Legarda et al. (2014), quienes encontraron que el 52,1 % de niños presentó disminución de la agudeza visual, dicho porcentaje es mucho mayor al encontrado en el presente estudio. Una de las razones para esta diferencia, podría deberse a que Palacios Legarda et al. (2014) concentran su estudio en niños de 11 y 12 años y además trabajaron con una muestra más reducida en comparación con el presente estudio en donde, se abarca un rango de edades y una muestra más amplia. Dentro de la muestra de estudiantes que participaron en el presente estudio, se puede decir que la prevalencia de disminución de la agudeza visual no es elevada; sin embargo, tampoco es un porcentaje despreciable, ya que existen 43 escolares que presentan deficiencias visuales que requieren un seguimiento oportuno para evitar que estos problemas se agudicen a futuro.

Por otra parte se encontró que el 36% de niños que presentaron disminución de la agudeza visual, es más frecuente en la edad de 11 años, esto coincide con un estudio realizado por Hernández Sologaitoa y Godoy Morales (2009) y Wu et al. (2013), en donde se encontró frecuencias similares a las de esta investigación. Estos datos difieren con una investigación realizada en Perú por Araujo Chumacero et al. (2015), en donde se mostró que los niños entre 5 y 7 años de edad 68 % presentaron disminución de la agudeza visual.

En relación al sexo, se encontró que la disminución de la agudeza visual afecta más al sexo masculino, donde se

presentó en el 61 % de estudiantes, estos datos coinciden con los encontrados en un estudio realizado en la ciudad de Cuenca por Palacios Legarda et al. (2014), en donde el sexo más afectado fue el masculino 79.8 %. Sin embargo, al comparar con una investigación realizada en la ciudad de Loja por Torres Castillo (2017), se encontró que la disminución de la agudeza visual afecta más al sexo femenino, donde se presentó en el 60 % de escolares.

Respecto a los factores de riesgo, el análisis efectuado demostró que el factor de riesgo que con mayor intensidad se asocia a la disminución de agudeza visual, es el antecedente familiar de uso de lentes OR: 17,71, esto coincide con un estudio realizado por Torres Castillo (2017); pero se contraponen con un estudio realizado por Bellido y Mejía (2019), quién no encontró relación de este factor con la baja visión de los niños.

Las infecciones oculares también están asociadas a la disminución de la agudeza visual en la presente investigación OR: 6,140, datos que están acordes a lo encontrado por Verrone y Simi (2008); sin embargo difiere de un estudio realizado por Palacios Legarda et al. (2014), quienes no encontraron significancia de la baja visión con las infecciones oculares.

El nacimiento prematuro fue otro factor de riesgo importante que se encontró en nuestra investigación OR: 2,65, lo cual coincide con un estudio realizado por Verrone y Simi (2008), pero se contraponen con lo encontrado por Palacios Legarda et al. (2014) y por Torres Castillo (2017), ya que no hubo asociación entre estas dos variables. En este estudio también se demostró estadísticamente la asociación entre los traumatismos oculares y la disminución de la agudeza visual OR: 32,23, lo cual es similar con los datos obtenidos en otros estudios (Santacruz Portillo, 2009; Vivanco Vivanco, 2017).

Por otro lado, mientras unos estudios consideran que el uso de pantallas (computador, televisión) no está asociado con la disminución de la agudeza visual (Arias Díaz et al., 2017), hay otras evaluaciones que si han encontrado una relación entre el tiempo de exposición a las pantallas y la disminución de la agudeza visual (Bener et al., 2010; Guan et al., 2019; Saw et al., 2002). Específicamente, en este estudio se encontró que el uso de computadores y televisión afecta negativamente la capacidad visual.

Aunque, dentro de la evaluación se incluyó el uso de celulares, no se encontró una relación significativa. Una posible explicación para esto es que en esta investigación existió un bajo porcentaje de estudiantes que usan celular, lo cual pudo afectar a los resultados. Sin embargo, cabe indicar que mediante este estudio se han encontrado indicios de que las pantallas afectan la calidad visual de los escolares, por lo tanto, es necesario que exista un mayor control en el tiempo de exposición. También es importante concientizar a representantes de familia y al personal docente sobre la importancia de una valoración oftalmológica, la misma que debe brindarse en los centros de atención primaria de la salud o en las escuelas. De esta manera, se puede facilitar que las y los

escolares con alteraciones visuales sean detectados precozmente y enviados a consulta oftalmológica para que reciban el tratamiento adecuado.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se determinó que la prevalencia de agudeza visual disminuida es inferior a la que se refleja en la mayoría de los estudios consultados. El sexo masculino y escolares de 11 años presentaron las mayores afectaciones.

Entre los factores de riesgo asociados a la disminución de calidad visual en orden de frecuencia se encuentran factores biológicos como el antecedente familiar de uso de lentes que fue el factor de riesgo con mayor asociación a la disminución de la agudeza visual, seguido del nacimiento prematuro y aspectos físicos como los traumatismos oculares, tiempo de exposición a computador y televisión, también estuvieron asociados con la baja visión en los escolares que participaron en esta investigación.

Al ser la disminución de la agudeza visual un problema prevalente en la población infantil, se recomienda su valoración a todos los estudiantes previo al inicio de cada periodo académico, para detectar patologías y dar un tratamiento oportuno.

## AGRADECIMIENTOS

A quienes de manera anónima revisaron esta investigación y brindaron valiosos comentarios a la autora. Al Dr. Amable Bermeo, por sus acertados comentarios y sugerencias. A los y las escolares y sus representantes que participaron en este estudio. A la Unidad Educativa Adolfo Valarezo por su apertura para el desarrollo de esta investigación.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización, MJA; metodología, MJA; análisis formal, MJA; investigación, MJA; recursos, MJA; curación de datos, MJA; redacción — preparación del borrador original, MJA; redacción — revisión y edición, MJA; visualización, MJA; supervisión, MJA; administración de proyectos, MJA; adquisición de financiamiento, MJA. La autora ha leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

## FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue enteramente financiada con fondos propios de la autora.

## REFERENCIAS

Araujo Chumacero, M., Solano Zapata, F.E., Vilela Estrada, M.A., Valladares Garrido, M.J., Chumacero Aguilar, M., Mejía, C.R., 2015. Factores socioeducativos asociados a la agudeza visual baja en escolares de Perú. *Rev Pediatr Aten Primaria* 17, 261–266.

Arias Díaz, A., Bernal Reyes, N., Camacho Rangel, L.E., 2017. Efectos de los dispositivos electrónicos so-

bre el sistema visual. *Rev. Mex. Oftalmol.* 91, 103–106. <https://doi.org/10.1016/j.mexoft.2016.03.008>

Arnesen, L., Duran, P., Silva, J., Brumana, L., 2016. A multi-country, cross-sectional observational study of retinopathy of prematurity in Latin America and the Caribbean. *Pan Am. J. Public Heal.* 39, 322–329.

Bañuelos, A., Cano, C., García, F., Martínez, F., Arellano, N., Sarmiento, G., 2016. Detección del déficit de la agudeza visual en escolares de la ciudad de San Luis, Argentina 1–9.

Bellido, A., Mejía, H., 2019. Prevalencia de trastornos de agudeza visual en niños de primero básico. *Rev Med La Paz* 25, 16–19.

Bener, A., Al-Mahdi, H.S., Vachhani, P.J., Al-Nufal, M., Ali, A.I., 2010. Do excessive internet use, television viewing and poor lifestyle habits affect low vision in school children? *J. Child Heal. Care* 14, 375–385. <https://doi.org/10.1177/1367493510380081>

Brandt Benazzi, L.E., 2005. El sistema visual en lactantes y niños. *Imagen Opt.* 7, 28–32.

Castillo Riascos, G.A., 2016. Agudeza visual de los niños y niñas de las escuelas de afluencia al Hospital Universitario de Motupe. Universidad Nacional de Loja.

CONADIS, 2021. Estadísticas de Discapacidad [www.Document]. Cons. Nac. para la Igual. Discapacidades. url <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/> (accessed 5.19.21).

Guan, H., Yu, N.N., Wang, H., Boswell, M., Shi, Y., Rozelle, S., Congdon, N., 2019. Impact of various types of near work and time spent outdoors at different times of day on visual acuity and refractive error among Chinese school-going children. *PLoS One* 14, 13.

Guisasola, L., Rius, A., Ollé, L., Hernández, M.L., Lam-siyah, S., Rius, Q., 2008. Informe de salud visual en Suramérica 2008. Cátedra UNESCO Salud Visual y Desarrollo. Barcelona, España.

Hernández Sologaitoa, K.E., Godoy Morales, W., 2009. “Factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual en niños escolares” 1–80.

Katz V, X., 2010. Prematuridad y visión. *Rev. Med. Clin. Condes* 21, 978–983.

Lafuente, F., 2007. Detección precoz de trastornos de la agudeza visual en escolares y su relación con el rendimiento escolar en 3er año del EGB1 de la Gocha 8, 16–20.

- Mendoza Escobar, T., 2018. El Síndrome Visual Informático Y Su Influencia En Las Ametropías En La Ciudadela Universitaria, Babahoyo Los Rios Primer Semestre 2018. Univ. Tec. Babahoyo 1, 109.
- OMS, 2020. Informe mundial sobre la visión. Suiza.
- Palacios Legarda, A.N., Segarra Villa, M.G., Palomeque Vélez, M.J., 2014. Factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual en niños del séptimo año de educación básica de la escuela “Aurelio Aguilar”. Cuenca-Ecuador 2013. Universidad de Cuenca.
- Quevedo, L., Da Silva, J.A., Aznar-Casanova, J.A., 2018. Agudeza Visual Dinámica. Trends Psychol 26, 1267–1281.
- Reid, L., 2006. Functional vision assessment [www Document]. URL <http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/vimulti/vmay06a.html> (accessed 5.3.21).
- Rincón, I.A., Rodríguez, N.C., 2009. Tamización de salud visual en población infantil: prevención de la ambliopía. Repert. Med. y Cirugía 18, 210–217.
- Santacruz Portillo, I., 2009. Traumatismo ocular infantil con afectación de la agudeza visual en pacientes del Hospital de Clínicas: frecuencia, manejo y resultado visual final. Mem. Inst. Investig. Cienc. 7, 27–32.
- Saw, S.-M., Chua, W.-H., Hong, C.-Y., Wu, H.-M., Chan, W.-Y., Chia, K.-S., Stone, R.A., Tan, D., 2002. Nearwork in Early-Onset Myopia. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 43, 332–339.
- Shoja, M.R., Miratashi, A.M., 2006. Pediatric ocular trauma. Acta Med. Iran. 44, 125–130.
- Tenaglia, R., 2002. Ambliopía: su pesquisa en la escuela. Pediatría práctica 34<sub>2</sub>344.
- Thurston, A., Thurson, M., 2013. A Literature Review of Refractive Error and Its Potential Effect On Reading Attainment in the Early Years of School Volume 1, 25–31.
- Torres Castillo, K.Al., 2017. “Factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual en escolares pertenecientes a la escuela ‘18 de Noviembre’ de la ciudad de Loja, periodo febrero-julio 2016.” Universidad Nacional de Loja.
- Verrone, P.J., Simi, M.R., 2008. Prevalencia de agudeza visual baja y trastornos oftalmológicos en niños de seis años de la ciudad de Santa Fe. Arch Argent Pediatr 106, 328–333.
- Vivanco Vivanco, J.C., 2017. Factores de riesgo asociados a la disminución de la agudeza visual de los estudiantes de la unidad educativa Graciela Atarihuana de cueva en el periodo 2015-2016. Universidad Nacional de Loja.
- Wu, J.F., Bi, H.S., Wang, S.M., Hu, Y.Y., Wu, H., Sun, W., Lu, T.L., Wang, X.R., Jonas, J.B., 2013. Refractive error, visual acuity and causes of vision loss in children in Shandong, China. The Shandong children eye study. PLoS One 8, 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082763>



# Análisis de opinión sobre tuits del COVID-19 generados por usuarios ecuatorianos

## *Opinion analysis of COVID-19 tweets generated by Ecuadorian users*

John A. Torres A.<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: jatorresa@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 19/05/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 23/06/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

---

**Resumen**—Actualmente, se generan millones de datos por medio de la red social Twitter. El análisis de estos datos es fundamental e importante para examinar e investigar el conocimiento que se encuentra oculto entre estos. En este trabajo de investigación se realiza un análisis de opinión de tuits generados en Ecuador que tienen relación con el COVID-19 en el año 2020. Para ello, se utilizó la metodología Knowledge Discovery in Databases (KDD) para la gestión de los datos y para el descubrimiento de patrones ocultos en el conjunto de datos que tiene un total de 149.077 tuits. Se utilizaron varias herramientas para el Procesamiento del Lenguaje Natural, tales como: MeaningCloud, TextBlob, IBM Watson, Algoritmo Bayesiano (Creación Propia), Google Cloud Natural Language. Los clústeres generados presentaron la siguiente polaridad: 84.044 tuits positivos, 52.451 tuits negativos y 12.582 tuits neutros.

**Palabras clave**—Análisis de opinión, KDD, Minería de texto, Procesamiento del Lenguaje Natural.

---

**Abstract**—Currently, millions of data are generated through the social network Twitter. The analysis of this data is fundamental and important to examine and investigate the knowledge that is hidden among them. In this research work, an opinion analysis of tweets generated in Ecuador related to COVID-19 in the year 2020 is carried out. For this purpose, the Knowledge Discovery in Databases (KDD) methodology was used for data management and for the discovery of hidden patterns in the dataset that has a total of 149,077 tweets. Several tools were used for Natural Language Processing, such as MeaningCloud, TextBlob, IBM Watson, Bayesian Algorithm (Own Creation), Google Cloud Natural Language. The generated clusters presented the following polarity: 84,044 positive tweets, 52,451 negative tweets and 12,582 neutral tweets.

**Keywords**—Opinion Analysis, KDD, Text mining, Processing Natural Language.

---

## INTRODUCCIÓN

La cantidad de datos producidos en la actualidad a nivel global es muy alta. Empresas, gobiernos, universidades y en general todas las organizaciones las producen a gran escala relacionados con sus actividades (Romero-Vega et al. 2021). Dichos datos se recopilan en grandes repositorios, principalmente en bases relacionales que permiten el almacenamiento de la información (Méndez et al., 2018).

Los datos se encuentran almacenados en diferentes repositorios o en la nube, es decir, se encuentran a la espera de ser analizados por la comunidad científica o por personas de la academia que tengan como necesidad el descubrimiento del conocimiento oculto entre los datos (Aldana et al., 2018). La red social Twitter cuenta con una gran cantidad de usuarios y durante la pandemia del COVID-19 se han generado un gran número de tuits. Sin embargo, esta situación ha generado la aparición de comentarios con información de

contenido dudoso, lo cual provoca diferentes emociones en la audiencia. En cuanto a la propagación de este contenido se puede evidenciar que los textos contienen opiniones de diferente polaridad. Particularmente en Ecuador, los tuits relacionados con el COVID-19 generan controversia entre los usuarios y las opiniones emitidas causan diferentes reacciones en la red (Álvarez et al., 2020).

Este artículo presenta un análisis de opinión con respecto a tuits generados por causa del COVID-19. Los datos analizados fueron datos no estructurados (texto) y se delimitan a presentarse en idioma español. El objetivo de este trabajo fue descubrir patrones en los tuits utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y obtener resultados que permitan realizar un análisis de lo que opinan las personas sobre este tema (Alonso et al., 2018). Este análisis de datos fue realizado únicamente para tuits que tenían como origen el país de Ecuador en los meses comprendidos entre abril del 2020 y noviembre del 2020.

Errecalde y otros (Errecalde et al., 2017), recalcan la necesidad de analizar el material disponible en estos medios sociales con el propósito de conocer la personalidad, relaciones interpersonales y la situación social de las personas. En concordancia con la investigación de (Morales et al., 2016), existe la necesidad de hacer minería de opinión en Twitter porque permite cuantificar el interés y la opinión de los usuarios sobre un tema o caso de estudio específico. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. La Sección II describe el equipo y el software utilizados en la investigación y la metodología aplicada en cada etapa del proceso KDD. La Sección III presenta hallazgos basados en la metodología utilizada. La discusión y la importancia de las contribuciones a la ciencia se presentan en la Sección IV. En la Sección V, se presentan las conclusiones obtenidas del trabajo realizado. La Sección VI, presenta el debido reconocimiento a las personas que aportaron significativamente al desarrollo de la investigación. El financiamiento del trabajo realizado se menciona en la Sección VII. Finalmente, la Sección VIII muestra las fuentes bibliográficas que sustentan académicamente el trabajo realizado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el trabajo de análisis de opinión se tomó como referencia la Metodología KDD que plantea las siguientes etapas: selección de los datos, preprocesamiento de datos, transformación de datos, minería de datos e interpretación de datos. Los lenguajes de programación seleccionados fueron R (IDE RStudio) y Python (IDE Jupyter) para cumplir con las etapas de minería e interpretación de los datos. También, se escogió la herramienta OpenRefine para llevar a cabo las etapas de preprocesamiento y transformación de los datos.

En la etapa de selección de los datos se estableció los criterios de búsqueda y selección para obtener un Dataset acorde al objeto de estudio. En primera instancia, se usó el Api Rest gratuita de Twitter por medio del Lenguaje R, en donde, se logró obtener 3.479 tuits. Posteriormente, se utilizó el motor de búsqueda de Google (Data Search) y se logró obtener un Dataset proporcionado por: Digital Narratives of COVID-19 de la Universidad Miami (EEUU) en colaboración con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET); este Dataset contiene 206.174 tuits el cual fue seleccionado debido al volumen y calidad que presenta.

Para las etapas de procesamiento y transformación de los datos se utilizó la herramienta OpenRefine, en donde, se aplicaron criterios de limpieza, reducción y clustering de datos. En los criterios de limpieza se eliminó símbolos, números y patrones (URL) además, se realizó conversiones básicas como: mayúsculas a minúsculas, palabras con tilde a sin tilde y unificación de espacios. En la reducción de los datos se eliminó los tuits que presentaban duplicidad. Finalmente, se aplicó facetas propias de la herramienta para obtener los múltiples clustering con la finalidad de unificar los datos en base a sus lexemas.

En la etapa de minería de datos se realizó la codificación de un algoritmo bayesiano, por ello, se utilizó el IDE RStudio para detallar el funcionamiento del algoritmo y presentar la configuración utilizada. Se utilizó como fuente de conocimiento la unificación de los lexicones iSol, ML-SentiCon y Tass con la finalidad de optimizar los resultados. Como paso final de esta etapa el algoritmo fue validado por medio de una comparativa de herramientas similares, asimismo, validado por medio de la Matriz de Confusión y la curva ROC.

Finalmente, en la etapa de interpretación de datos se utilizó el IDE Jupyter para visualizar los clustering generados en la etapa anterior. Los gráficos estadísticos generados se relacionan con la Frecuencia de palabras, Nube de palabras, Dispersión y Regresión Lineal, Parcela de cajas y Reglas de asociación.

A continuación, la Figura 1 presenta el trabajo realizado en cada etapa de la metodología KDD y la secuencia ingenieril que se utilizó para cumplir con el objetivo planteado en la investigación.

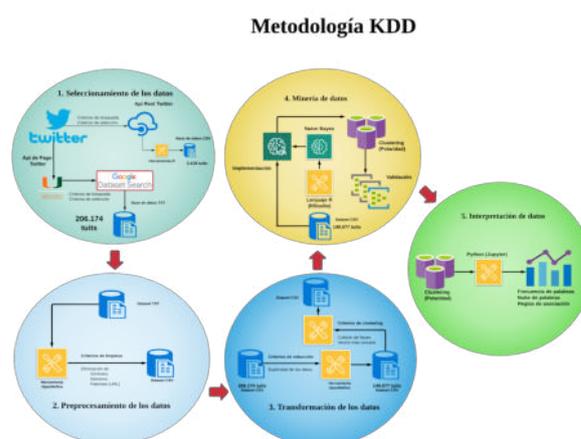


Fig. 1: Metodología utilizada en la investigación para encontrar el conocimiento oculto (Dataset).

## RESULTADOS

### Fase 1: Selección de los datos

En esta fase se hizo uso del API REST TWITTER, una API de consumo gratuito que permite obtener tuits de acuerdo a etiquetas de hashtag "COVID19 and Ecuador". Realizada la consulta y obtenido el Dataset se observó que la información se limita a presentar opiniones generadas hace ocho días; es decir, no es permitido acceder a tuits que fueron generados en fechas anteriores. Por ello, el Dataset obtenido por medio de este proceso, no fue utilizado en el desarrollo de la investigación. Debido al objeto de estudio que se da en meses anteriores, en donde, se generó abundantes tuits con los primeros casos de COVID-19 en Ecuador.

Se hizo uso del motor de búsqueda proporcionado por Google (Data Search) que se dedica específicamente a proveer Dataset de diversos campos de investigación, en efecto, se encontró un repositorio digital denominado "Digital

Narratives of COVID-19<sup>1</sup> que cumple con los criterios de búsqueda (Idioma: español, Localización: Ecuador) y criterios de selección (Objeto de estudio: COVID-19, Tipo de dato: texto).

Digital Narratives of COVID-19<sup>2</sup> es un proyecto planeado por la Universidad Miami (EEUU) en colaboración con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET). A continuación, la Figura 2 presenta un Dashboard en donde se observa de forma general el volumen de los datos generados en relación con los meses.

El Dataset obtenido presenta el registro histórico de los datos que equivale a los meses de: abril - noviembre del año 2020. Es decir, los Dataset descargados son idóneos para el trabajo de investigación.

Situándonos específicamente en Ecuador, la cuarentena inició el 12 de marzo del 2020 y es conveniente analizar los datos que se aproximen lo máximo posible a los meses en donde se evidenció mayor volumen. Por otra parte, de acuerdo a la Figura 2 el Dataset creado evidencia un total de 206.174 tuits con un tamaño de 32.8 MB, por esta razón, fue seleccionado para este trabajo de investigación.

### **Fase 2: Preprocesamiento de los datos**

En esta etapa se realizó la limpieza de los datos por medio de operaciones de eliminación y conversión. El objetivo de esta etapa es tratar de limpiar los datos que contienen ruido. Es decir, trata de suprimir aquellos datos que se encuentran distantes del rango de valores esperados, contienen errores humanos o son irrelevantes de acuerdo con el objeto de estudio. En el siguiente apartado, se presenta los criterios de limpieza que se aplicó al Dataset.

Para emplear los criterios de limpieza se utilizó la herramienta OpenRefine y se hizo uso de la función Transformaciones Comunes y Transformar para eliminar símbolos, números y patrones que no eran significantes en el estudio. Además, se realizó sustituciones básicas a nivel léxico, por ejemplo: conversiones de mayúsculas a minúsculas, exclusión de tildes y unificación de espacios consecutivos.

### **Fase 3: Transformación de los datos**

En esta etapa se realizó la reducción de los datos por medio de operaciones de duplicidad de los datos y faceta de texto (clustering). El objetivo de esta etapa fue de reducir los datos que contienen duplicidad de acuerdo a las filas. Asimismo, se trató de consolidar los datos de acuerdo a las columnas.

La herramienta seleccionada (OpenRefine) sirvió para limpiar o reducir el Dataset, en este caso, se utilizó el menú de faceta personalizada para aplicar la faceta por duplicados. Esta faceta permitió eliminar aquellos registros duplicados

<sup>1</sup>DIGITAL NARRATIVES

<sup>2</sup>COVID-19

**Tabla 1:** Método y algoritmos utilizados para la lematización.

Método	Función	Configuración
Colisión de llaves	Huella digital	Patrón llave
Colisión de llaves	Huella del n-grama	Tamaño del n-grama 2-6
Colisión de llaves	Metaphone3	Patrón llave
Colisión de llaves	Cologne-phonetic	Patrón llave
Colisión de llaves	Daitch-Mokotoff	Patrón llave
Colisión de llaves	Beider-Morse	Patrón llave
Vecino más cercano	Levenshtein	Radio (1.0) Bloque (1-6)
Vecino más cercano	Ppm	Radio (1.0) Bloque (1-6)

(retuits) de acuerdo a las filas. De esta manera, se pretende omitir un análisis de datos de tuits generados por posibles BOTS.

El resultado que se obtuvo fue de 149.077 filas únicas y de 57.097 filas duplicadas, es decir, el Dataset se redujo en un 28% de acuerdo a las filas. Sin embargo, fué necesario consolidar la base de datos de acuerdo a las columnas por lo que se utilizó la faceta de texto para aplicar los criterios de clustering.

Es importante mencionar que después de haber aplicado la limpieza anterior al Dataset se procedió a dividir en varias columnas el área de trabajo. Con la finalidad de utilizar la función Faceta de texto que permite agrupar las palabras de acuerdo a su frecuencia. Por ello, es posible consolidar los datos con un enfoque agrupación por lexemas y de corrección ortográfica conforme con los clustering encontrados. A continuación, la Tabla 1 presenta los métodos y algoritmos propios de la herramienta OpenRefine que se utilizaron para realizar el trabajo de lematización.

### **Fase 4: Minería de datos**

En esta etapa se codificó un Algoritmo Bayesiano y algunos recursos que se encuentran disponibles para clasificar opiniones en el idioma español. En consecuencia, se realizó un diseño muestral del Dataset previamente procesado con el objetivo de realizar el estudio en el menor tiempo posible. La muestra estadística calculada es una parte o una porción del Dataset que permitió conocer la calidad de la clasificación realizada; la mencionada muestra fue contrastada con los resultados obtenidos de recursos o herramientas similares que permiten clasificar las opiniones.

Para calcular el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula<sup>3</sup>:

<sup>3</sup>Minería de Datos

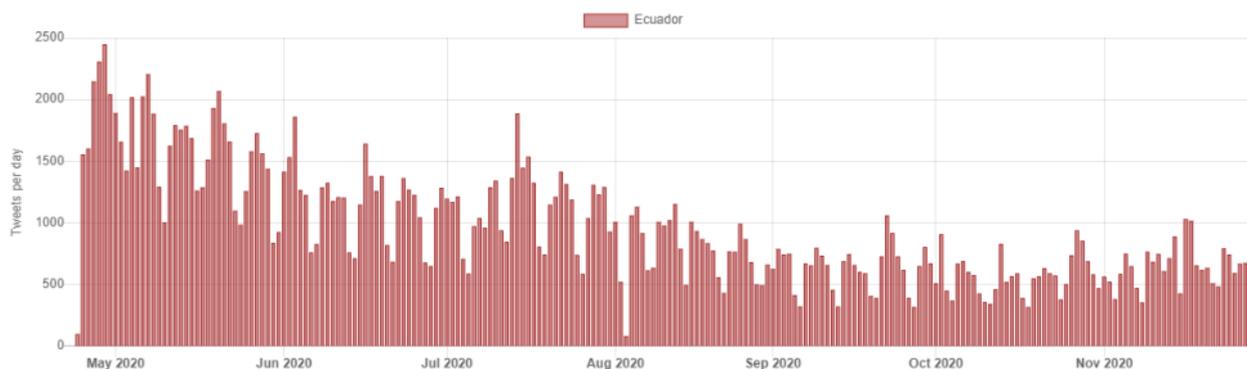


Fig. 2: Dashboard (Volumen de datos vs Meses).

$$n = \frac{(Z^2 pqN)}{(Ze^2 + Z^2 pq)}$$

Es importante resaltar que una vez que se obtenida la muestra (138 objetos) se contó con la ayuda de un Especialista en Lengua y Literatura para una clasificación manual de las opiniones. Esto se estableció como primera instancia para realizar un análisis comparativo con los resultados obtenidos del Algoritmo Bayesiano y demás recursos utilizados. La muestra en este caso se la obtuvo del resultado obtenido en la implementación del algoritmo, por esta razón, la muestra utilizada se encuentra previamente etiquetada y balanceada según la polaridad del sentimiento.

La Tabla 2 detalla los resultados cuantitativos que se obtuvo de las diferentes herramientas que permitieron clasificar las opiniones con respecto a su polaridad sentimental.

De acuerdo a la ISO 19157<sup>4</sup>, una de las medidas para asegurar la calidad de los datos es la conocida matriz de confusión y la curva ROC; son tablas de contingencia que sirven como herramientas de estadística para el análisis de observaciones emparejadas; adicionalmente ofrece una visión completa de la distribución de los aciertos y errores entre clases (Cumbicus et al., 2019).

La Figura 3 presenta la matriz de confusión que se obtuvo de acuerdo al contraste realizado entre la clasificación manual (human evaluation) realizada por el Especialista (columnas) y el desempeño del Algoritmo Bayesiano (filas). Los resultados obtenidos muestran lo siguiente: la métrica Recall o sensibilidad, evidencia que aproximadamente el 80% de los casos positivos fueron correctos. La métrica Precisión, muestra de forma abstracta un bajo coeficiente de dispersión de los datos, en consecuencia, presenta un porcentaje alto de 94% de precisión. La métrica Accuracy o exactitud, señala que en un 70% de los casos probables es posible que se obtenga una clasificación correcta. Por ello, se logró determinar que el Algoritmo Bayesiano (Creación Propia) es un modelo confiable.

La Figura 4 muestra la curva ROC que se basa en la comparación de los dos modelos de clasificación: Algoritmo



Fig. 3: Matriz de confusión – Validación del algoritmo

Bayesiano y Especialista (human evaluation).

Esta Figura en particular, especifica el intervalo de confianza que se promedia en 77,5% con un rango de alcance entre: 67,8% y 87,2%, lo cual, determina que es un modelo aceptable.

### Fase 5: Interpretación de datos

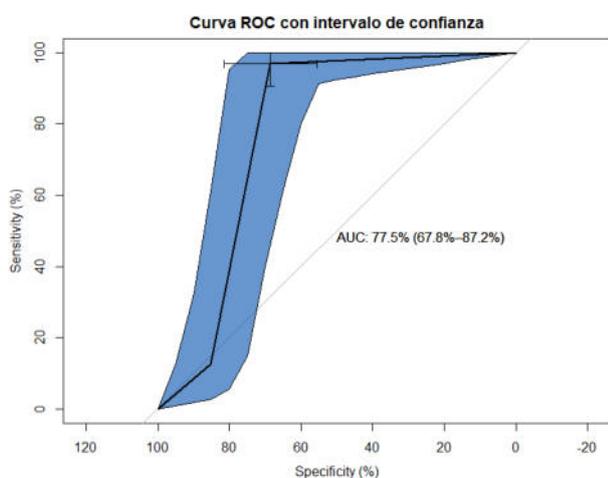
El algoritmo de acuerdo a la validación realizada se sitúa como mejor tercero en comparativa con otras herramientas para el PLN como son: Google Cloud Natural Language, IBM Watson, MeaningCloud, Textblob entre otros. Adicionalmente, conforme a la matriz de confusión presenta un 94% de Precisión, 80% de Recall o Sensitivity y demás métricas estadísticas, asimismo, acorde con la curva ROC muestra un intervalo de confianza que se promedia en 77,5%. Por estas razones, se argumenta que el modelo es confiable y los resultados evidenciados de igual forma.

Se seleccionó la herramienta IDE Jupyter (Python) y RStudio (R), con el objetivo de visualizar de mejor manera los clústeres y descubrir patrones que a simple vista no se

<sup>4</sup>ISO 19157

**Tabla 2:** Contraste de los resultados obtenidos con respecto a los múltiples recursos utilizados.

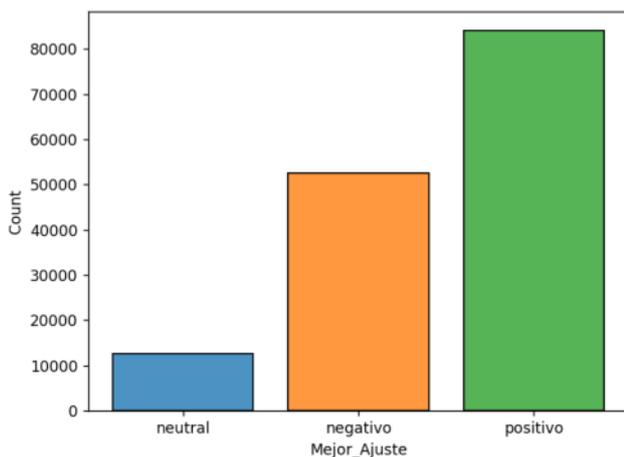
Herramienta	Descripción	Pos	Neg	Neu	Cal
Human Evaluation	Profesional en Lengua y Literatura	52	54	32	10
MeaningCloud	Aplicación web con API REST	46	60	32	9,63
Algoritmo Bayesiano	Diseño y codificación propios de autor	46	46	46	9,12
TextBlob	Librería	48	37	53	8,71
IBM Watson	API REST	20	61	57	7,96
LexalTics	Aplicación web con API REST	23	46	69	7,63
Orange-multilingual	Software libre	28	39	71	7,53
Google Cloud Natural Language	API REST	46	13	79	7,06
ParallelDots	API REST	22	11	105	5,41
TheySay	API REST	19	13	106	5,36
NLTK	Librería	4	25	109	5,16
CoreNLP	API REST	1	18	119	4,52
Sentiment140	Aplicación web con API REST	1	5	132	3,72



**Fig. 4:** Curva ROC – Validación del algoritmo

pueden apreciar. De esta manera, se descubrió el conocimiento que se encuentra inmerso en el conglomerado de datos.

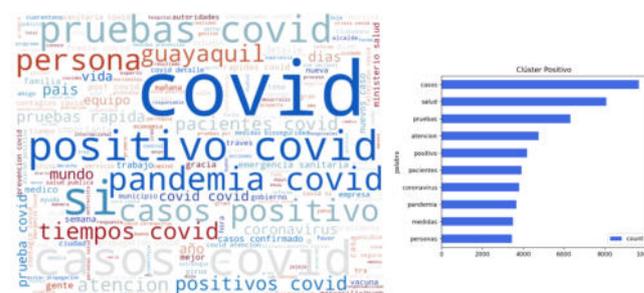
La Figura 5 presenta el Histograma de acuerdo a la categoría Mejor Ajuste (Resultado Final) del Algoritmo Bayesiano. En la barra verde (Positivo): 84.044 tuits, barra naranja (Negativo): 52.451 tuits y en barra azul (Neutro): 12.582 tuits.



**Fig. 5:** Histograma de los clústeres generados

### Análisis clúster positivo

La Figura 6 presenta la reconocida nube de palabras y la frecuencia de palabras (Clúster Positivo). Estas graficas se encuentran estrechamente relacionadas y exponen de forma simple los patrones en cuanto a las palabras más usadas para referirse al COVID-19. Además, se observa la exclusión de la palabra “COVID” porque es obvio en el campo de estudio analizado. Sin embargo, para asegurar la relación de las palabras e inferir en el conocimiento de forma técnica, más adelante, se presenta la Figura de Reglas de Asociación con sus respectivas premisas.



**Fig. 6:** Nube de palabras y frecuencia de palabras (Clúster Positivo)

La Figura 7 presenta las reglas de asociación (Apriori) generadas con una confianza del 90 % y un soporte de 0.009.

Finalmente, de acuerdo con la Figura anterior se puede inferir las premisas más relevantes que son las siguientes: Pruebas Rápidas para el COVID, Personal de Salud por COVID, Pruebas de Salud por COVID, Atención a Casos por COVID, Frente al COVID, Prevención para COVID, Propagación del COVID, Contra COVID, Pacientes por COVID, Gracias COVID, Evitar el COVID, Pcr COVID y Quédate en casa por COVID.

### Análisis clúster negativo

La Figura 8 presenta la conocida nube de palabras y la frecuencia de palabras con respecto al clúster Negativo.



previamente, no obstante, aquellos emoticones restantes fueron reemplazados por su respectivo identificador.

En la etapa de transformación de los datos se aplicó criterios de reducción y de clustering. En relación con la reducción, se suprimió aquellos datos que se encontraban duplicados y se conservó una sola muestra, por lo cual, se redujo la base de datos a 149.077 tuits. Adicionalmente, con respecto al clustering se aplicó homogeneidad a los datos por medio de facetas de texto; dichas facetas utilizan técnicas propias de Inteligencia Artificial, por ejemplo, colisión de llaves y vecino más cercano. En consecuencia, se logró lematizar la base de datos y mejorar su calidad.

No obstante, en la actualidad existen diversas herramientas que permiten realizar el trabajo de la limpieza de los datos, tales como: Python, R, Orange, Tanagra, Rapid Miner, ROctave, Scavis entre otros. Sin embargo, se seleccionó OpenRefine debido a la interfaz gráfica (sencillez) que presenta para manipular los datos y permite utilizar el lenguaje de programación Python para la limpieza, además, existe una extensa documentación para utilizar la herramienta OpenRefine y Python. En la etapa de minería de datos se extrajo una muestra del conglomerado de datos con el objetivo de contrastar los resultados con otras herramientas que realizan el trabajo de análisis de opinión y con una clasificación manual realizada por un experto. En efecto, el algoritmo propuesto se ubicó en tercer lugar después de la revisión manual y de la herramienta MeneaningCloud.

El modelo propuesto fue validado por medio de la matriz de confusión y por la curva ROC por este motivo, las métricas estadísticas evidencian una Precisión del 94%, Recall de 80% y una media de intervalo de confianza calculada en 77.5%. Se puede concluir que el modelo es confiable de acuerdo con los resultados analizados, pero carece de memoria con respecto a la técnica utilizada (Naive Bayes), por tal motivo, técnicas como Aprendizaje Automático o Redes Neuronales pueden presentar a futuro mejores resultados.

Finalmente, en la etapa de interpretación de los datos se utilizó la herramienta Jupyter para analizar los clústeres generados (positivo, negativo y neutro) y se realizó gráficos con el objetivo de inferir en el conocimiento oculto, por ejemplo, Correlación y dispersión lineal, Frecuencia de palabras, Nube de palabras, Parcela de cajas y Reglas de asociación. Sin embargo, cuestionando el avance de la ciencia de los datos en materia de análisis de sentimiento, se observa que el progreso es limitado en el manejo del idioma español debido a su complejidad. Puesto que, a nivel sintáctico la mayoría de herramientas que existen actualmente no presentan resultados similares, por otra parte, a nivel semántico y pragmático se espera proporcionar posibles soluciones a futuro.

## CONCLUSIONES

La herramienta Google Data Search, permitió obtener un conjunto de datos de excelente calidad para llevar a cabo el análisis de opinión. Gracias a él se logró encontrar de

forma organizada y gratuita diversos conjuntos de datos sobre diversos temas de interés colectivo (COVID-19). Entre estos se pueden mencionar datos gubernamentales, datos de organizaciones de noticias o instituciones universitarias como Harvard, Miami y el MIT, entre otros.

De acuerdo con las etapas de preprocesamiento de los datos y transformación de los datos (KDD). La herramienta OpenRefine ayudó a limpiar la base de datos en forma sencilla y visual, además, permitió aplicar los criterios de duplicidad de los datos disminuyendo el tamaño de la misma en un 27,69%. Así mismo, ayudó con la aplicación de los criterios de clustering para unificar la base de datos en conformidad con la lematización.

El Algoritmo Naive Bayes propuesto presentó los mejores resultados con la siguiente configuración: probabilidad previa (1.0), probabilidad débil (1.0) y probabilidad fuerte (0.5), la cual, clasificó los tuits de la siguiente manera: 84.044(positivo), 52.451(negativo) y 12.582 (neutro). El algoritmo se delimita a su capacidad de clasificar debido a su simplicidad, por lo que, carece de recuerdo. En consecuencia, para inferir de mejor manera la polaridad de las opiniones se utilizó como fuente de conocimiento los lexicones Isol, ML-SentiCon y Tass.

El modelo bayesiano expuesto fue validado por medio de la Matriz de Confusión y por la curva ROC por esta razón, las métricas estadísticas evidencian una Precisión del 94%, Recall de 80% y un intervalo de confianza comprendido entre 67.8% y 87.2%. Adicionalmente, se obtuvo una muestra del Dataset en general con el objetivo de comparar los resultados con otras herramientas similares, por ejemplo, clasificación manual (human evaluation), MeneaningCloud, Textblob, Google Cloud Natural Language, IBM Watson, CoreNLP, NLTK entre otras más. Por esta razón, el algoritmo se posesionó en tercer lugar con una calificación equivalente a 9,12/10 puntos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Licdo. José Manuel Padilla Puchaciela por su guía y ayuda durante esta investigación en calidad de experto (Profesional en Lengua y Literatura – Postgrado en Edición de medio impresos).

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización JT, Curación de datos JT, Análisis formal JT, Investigación JT, Metodología JT, Redacción - borrador original JT, Redacción - revisión y edición JT.

## FINANCIAMIENTO

El presente estudio fue financiado por el autor y la Universidad Nacional de Loja, bajo resolución 250-2021-DI-UNL.

## REFERENCIAS

Aldana, H. S. M., Rivas, J. D. C., Hidalgo, J. M. V. (2018). Big Data, el futuro de las predicciones certeras. Revista

Avenir, 2(2), 10-16.

Alonso-Arévalo, J., Vázquez Vázquez, M. (2016). Big Data: la próxima gran cosa en la gestión de la información.

Álvarez Sarmiento, K. L. (2020). Investigación y análisis de herramientas para extracción de Tweets sobre COVID19 focalizadas en RStudio y Python que permitan crear una base de datos relacional (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones).

Anual P. Aplicación del proceso de descubrimiento del conocimiento para la detección de diabetes (2020). In: 10º Congr Int Comput México - Colomb.;10(ISSN 2462-9588):234.

Arroyo Laimito, K. F. (2020). Desarrollo de un sistema de análisis de datos mediante la metodología Knowledge Discover Database para el procesamiento de información en la determinación de estrategias de salud pública nutricional. Univ Nac del Cent del Perú;(064). <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5781>

Cortez Reyes, R. A. (2018). Extracción de conocimiento a partir de textos obtenidos de Twitter.(65):30-41.

Cumbicus-Pineda O.M., Ordoñez-Ordoñez P.F., Neyra-Romero L.A., Figueroa-Díaz R. (2019). Automatic Categorization of Tweets on the Political Electoral Theme Using Supervised Classification Algorithms. In: Botto-Tobar M., Pizarro G., Zúñiga-Prieto M., D'Armas M., Zúñiga Sánchez M. (eds) Technology Trends. CITT 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 895. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5_1).

Del Alcazar Ponce JP. (2019). Consultoría de marketing, clientes, innovación y planificación. Published 2019. Accessed July 2, <https://www.formaciongerencial.com/>

Eichstaedt, J. C., Schwartz, H. A., Kern, M. L., Park, G., Labarthe, D. R., Merchant, R. M., Seligman, M. E. (2015). Psychological language on Twitter predicts county-level heart disease mortality. *Psychological science*, 26(2), 159-169.

Jiménez-Zafra SM. (2017). Detección de la negación en textos en español y aplicación al Análisis de Sentimientos. CEUR Workshop Proc.,1961.

Lakshmi, P. V., Shwetha, G., Raja, N. S. M. (2017, March). Preliminary big data analytics of hepatitis disease by random forest and SVM using r-tool. In 2017 Third International Conference on Biosignals, Images and Instrumentation (ICBSII) (pp. 1-5). IEEE.

López Pedraza FJ, González Macías M del C, Sandoval García Edgar R. (2019). Minería de Datos: Identificando

causas de deserción en las Instituciones Públicas de Educación Superior de México. *TIES, Rev Tecnol e Innovación en Educ Super*;1(2):1-12. <http://www.ties.unam.mx/>

Martín Morales, S. (2016). Análisis de información proveniente de redes sociales como Twitter (Bachelor's thesis).

Méndez, N. P., Rubier, J. P. (2018). Ciencia de datos: una revisión del estado del arte. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*, 6(3).

Olarte, E., Panizzi, M. D., Bertone, R. A. (2018). Segmentación de mercado usando técnicas de minería de datos en redes sociales. In XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2018).

Romero-Vega R.R., Cumbicus-Pineda O.M., López-Lapo R.A., Neyra-Romero L.A. (2021). Detecting Xenophobic Hate Speech in Spanish Tweets Against Venezuelan Immigrants in Ecuador Using Natural Language Processing. In: Botto-Tobar M., Montes León S., Camacho O., Chávez D., Torres-Carrión P., Zambrano Vizuete M. (eds) Applied Technologies. ICAT 2020. Communications in Computer and Information Science, vol 1388. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-71503-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71503-8_24)

Sharmin, S., Zaman, Z. (2017, December). Spam detection in social media employing machine learning tool for text mining. In 2017 13th International Conference on Signal-Image Technology Internet-Based Systems (SITIS) (pp. 137-142). IEEE.

Symeonidis S, Effrosynidis D, Arampatzis A. (2018). A comparative evaluation of pre-processing techniques and their interactions for twitter sentiment analysis. *Expert Syst Appl*. 110:298-310. doi:10.1016/j.eswa.2018.06.022

Viegas, F., Rocha, L., Resende, E., Salles, T., Martins, W., e Freitas, M. F., Gonçalves, M. A. (2018). Exploiting efficient and effective lazy Semi-Bayesian strategies for text classification. *Neurocomputing*, 307, 153-171.



# Revisión sistemática de literatura: características y funcionamiento respecto a los modelos BERT y SQuAD

## *Systematic literature review: characteristics and functioning of the BERT and SQuAD models.*

José Carrión<sup>1,\*</sup> y Víctor Serrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Carrera de Ingeniería en Sistemas/Computación, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador*  
*jose.a.carrion.o@unl.edu.ec, victor.serrano@unl.edu.ec*

*\*Autor para correspondencia: jose.a.carrion.o@unl.edu.ec*

Fecha de recepción del manuscrito: 27/06/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 07/07/2021

Fecha de publicación: 15/07/2021

---

**Resumen**—En la actualidad con la pandemia que se padece, se han producido colapsos en el sistema de salud lo que ha ocasionado pérdidas humanas y económicas en mayor parte, ha provocado el resguardo de la población y a limitado el acceso a centros de salud. Lo que ha provocado decesos en la población por no poder tener acceso a atención médica básica, como pueden ser consultas sobre los principales síntomas. La presente Revisión Sistemática de Literatura (RSL) asumió el propósito de identificar qué características y funcionamiento óptimo son necesarios para empleo de BERT y SQuAD con el fin de desarrollar posteriormente un agente virtual centrado en dar Respuesta a Preguntas sobre temas comunes del Covid-19. Ya que al no dar abasto los centros de salud el agente ofrecería una mayor cobertura en temas de asistencia sobre el covid a la población. La presente RSL se basó en las fases de la metodología de Bárbara Kitchenham, la revisión se planteó en base a tres preguntas de investigación y definió el transcurso de la revisión; obteniendo a PyTorch y TensorFlow como frameworks para el desarrollo de software, como lenguaje programación a Python por su vinculación en aprendizaje automático, el modelo BERT BASE empleado para hardware de pocos recursos y SQuAD 2.0 por ser más completo respecto a pares de preguntas y respuestas razonables.

**Palabras clave**—BERT, SQuAD, Covid, Respuestas a preguntas, Agentes conversacionales.

---

**Abstract**—Currently, with the current pandemic, there have been collapses in the health system, which has caused human and economic losses in most cases, has caused the protection of the population and has limited access to health centers. This has caused deaths in the population due to lack of access to basic medical care, such as consultations on the main symptoms. This Systematic Literature Review (SLR) was undertaken to identify what features and optimal performance are necessary for the use of BERT and SQuAD in order to further develop a virtual agent focused on answering questions on common Covid-19 topics. The agent would provide greater coverage of Covid assistance issues to the population, since the health centers are not able to meet the needs of the population. The present RSL was based on the phases of Barbara Kitchenham's methodology, the review was based on three research questions and defined the course of the review; obtaining PyTorch and TensorFlow as frameworks for software development, Python as programming language for its linkage in machine learning, the BERT BASE model used for low-resource hardware and SQuAD 2.0 for being more complete with respect to pairs of questions and reasonable answers.

**Keywords**—BERT, SQuAD, Covid, Answers to Questions, Conversational agents.

---

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la población por temas relacionados al Covid19, no puede acceder a la sanidad pública ni privada, lo que genera miedo e inestabilidad en las familias al no poder consultar a un profesional de la salud cuando se encuentran con síntomas leves. Las condiciones de los centros de salud de solo atender a pacientes graves no

suponen un alivio para las personas, si a esto se le suma la desinformación que circula sobre diferentes temas de la pandemia la situación se complica aún más (Ayoub et al., 2021). Surgen formas de ayudar a la gente en los momentos de duda respecto al Covid-19 con la ayuda de la tecnología y en este caso mediante agentes conversacionales. En la presente RSL, mediante la metodología de

Bárbara Kitchenham y empleando sus fases se ha podido conseguir artículos sobre estudios y trabajos relacionados que permitieron identificar la información correspondiente a las características y funcionamiento de los modelos BERT y SQuAD.

El presente estudio se realizó en secciones como: la sección de Metodología donde se definieron las fases a seguir que propone Barbara Kitchenham para realizar revisiones de literatura, posteriormente, se realiza el proceso para cada una de las fases propuestas detallando el proceso y las salidas en la sección de Resultados, en la sección de Discusión para analizar, explicar e interpretar los resultados y finalmente, se plantean las Conclusiones obtenidas durante la realización de la presente RSL.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La realización de la revisión sistemática de literatura se basa en el proceso de la metodología de Bárbara Kitchenham (Kitchenham Charters, 2007), dicho proceso se resume en tres fases principales:

- Planificación de la revisión
- Realizar de la revisión
- Revisión de informes

De acuerdo a Kitchenham (Kitchenham Charters, 2007), algunas tareas de estas fases no son obligatorias, como por ejemplo:

- Puesta en marcha de una revisión, depende de la revisión sistemática que se está haciendo sobre una base comercial.
- Evaluar el protocolo de revisión y la evaluación del informe, son opcionales y dependen de los procedimientos de garantía de calidad decididas por el encargado de la revisión sistemática

Para la presente RSL no se ejecutaron todos los pasos propuestos por Kitchenham, justamente porque su metodología es flexible en cuanto a la extensión que el investigador necesite dar a su revisión y depende del investigador el alcance que requiera dar a la presentación y publicación de sus resultados. De acuerdo a esto, en la TABLA 1, se presentan las fases y tareas que fueron consideradas:

**Tabla 1:** Proceso de revisión sistemática de literatura propuesto

Fases	Tareas
Planificación de la revisión	Identificación de la necesidad de una revisión.
	Especificación de las preguntas de investigación.
	El desarrollo de un protocolo de revisión.
Realizar la revisión	Identificación de la investigación. Selección de los estudios primarios. Síntesis de los datos
Revisión de informes	Dar formato al informe principal.

## RESULTADOS

### Planificación de la revisión

#### Identificación de la necesidad de una revisión

Mediante la ejecución de una revisión sistemática de literatura, se puede encontrar el conocimiento ya existente acerca de un tema en particular, en este caso es necesaria para optar por las configuraciones y parámetros necesarios para el desarrollo de un agente virtual; así mismo conocer las diferentes versiones existentes de los modelos BERT y SQuAD que se emplearan en su construcción. Por consecuente, para abarcar este tema se propusieron tres preguntas de investigación para obtener información concisa y relevante.

#### Preguntas de investigación

En la TABLA 2, se presentan las preguntas de investigación que guiaron el desarrollo de la revisión sistemática de literatura, estas preguntas son:

**Tabla 2:** Preguntas de investigación

Preguntas de investigación	
P1	¿Cuáles son las características principales sobre el funcionamiento del modelo BERT y SQuAD?
P2	¿Cuáles son los parámetros que se emplean en los modelos de BERT con SQuAD?
P3	¿Qué versión de los modelos BERT y SQuAD es factible para el desarrollo del agente virtual?

### El desarrollo de un protocolo de revisión

#### Diseño del protocolo de búsqueda

#### Estrategias de búsqueda

Petticrew y Roberts (Petticrew Roberts, 2008), recomiendan criterios para plantear la investigación, mediante el uso de la nemotécnica PICOC (Población, Intervención, Comparación, Resultado y Contexto), se estructuran los cinco componentes para definir la cadena de búsqueda; así como también, para una mejor organización y selección de todos los resultados, se utilizó la herramienta en línea Parsifal1, la cual ayuda en el contexto de la Ingeniería del Software para realizar revisiones sistemáticas de literatura, gracias a esta herramienta que permite dar seguimiento a la RSL, la cual está diseñada para abarcar todos los campos necesarios y obtener resultados óptimos.

#### Fuentes bibliográficas

Como fuentes bibliográficas, se ha seleccionado algunas bibliotecas virtuales, como son:

- ACM Digital Library (<https://dl.acm.org/>)
- IEEE Digital Library (<https://ieeexplore.ieee.org/>)
- Scopus (<http://www.scopus.com>)

Además, se realizó la investigación con ayuda del buscador:

- Google Scholar (<https://scholar.google.com/>)

**Tabla 3:** Scripts de Búsqueda

**Definir palabras claves para el problema de estudio**

Con la definición de los criterios PICOC se obtuvo un conjunto de palabras claves, las mismas que permitieron construir las cadenas de búsquedas, estas son: **BERT, Bidirectional Encoder, Representations from Transformer, Configuration, Model trained, Parameters training, SQuAD, Stanford Question Answering Dataset, Transformers parameters.**

**Cadenas de búsqueda**

En la TABLA 3, se presentan las cadenas de búsqueda aplicadas que se realizaron de acuerdo a cada biblioteca virtual: ACM Digital Library, IEEE Digital Library, Google Scholar, y Scopus.

**Criterios de inclusión**

Durante la búsqueda, se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Solo documentos que sean artículos científicos.
- Se mencione BERT.
- Contenga características de BERT y SQuAD
- Idioma: Inglés-Español
- Publicaciones superiores a los últimos 4 años

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión

- Documentos que no sean artículos científicos.
- Idiomas que no sean inglés o español.
- Publicaciones mayores a los últimos 4 años.
- Que no mencionen los modelos BERT o SQuAD

**Planificación de la revisión**

**Identificación de la investigación**

El objetivo de la presente revisión sistemática de literatura es dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, mediante la búsqueda de estudios primarios que aporten información verídica con respecto al tema. Selección de los estudios primarios.

Para realizar la selección de los estudios se ha seguido el proceso que a continuación se muestra en la FIGURA 1.

En la TABLA 4, se presenta un resumen de los trabajos o estudios relacionados que fueron encontrados junto con el número de estudios seleccionados según la fuente bibliográfica.

Bibliotecas virtuales	Cadenas de búsqueda
ACM Digital Library	[[Publication Title: bert] OR [Publication Title: squad]] AND [All: performance of machine learning models] AND [Keywords: bert] AND [Abstract: answers to questions]
IEEE Digital Library	"BERT.AND "SQuAD.and configuration.AND "training.AND "parameters.AND "Bidirectional Encoder Representations from Transformers.AND "Stanford Question Answering Dataset.AND performance of machine learning models
Google Scholar	("Título de la publicación": BERT) Y (Resumen": SQuAD) Y (Resumen": configuración) O (Resumen": formación) Y (Resumen": parámetros) Y (Resumen": Representaciones de codificador bidireccional de Transformers) O (Resumen": conjunto de datos de respuesta a preguntas de Stanford) Y (-esumen": rendimiento de los modelos de aprendizaje automático)
Scopus	( TITLE-ABS-KEY ( bert AND bidirectional AND encoder AND representations AND from AND transformer ) OR TITLE-ABS-KEY ( squad ) AND TITLE-ABS-KEY ( transformer AND models ) OR TITLE-ABS-KEY ( question AND answering AND systems ) OR TITLE-ABSKEY ( performan- ce AND of AND the AND bert AND models ) AND TITLE-ABS-KEY (performance AND of AND machine AND learning AND models ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUB- YEAR , 2021 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND (LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )

**Tabla 4:** Resumen de estudios seleccionados

Fuente	Encontrados	Seleccionados
ACM Digital Library	4	2
IEEE Digital Library	5	3
Google Scholar	11	9
Scopus	27	18
Total	47	32

Se obtuvieron 32 estudios relacionados, los mismos que luego de pasar por la evaluación de calidad, resultaron en 21

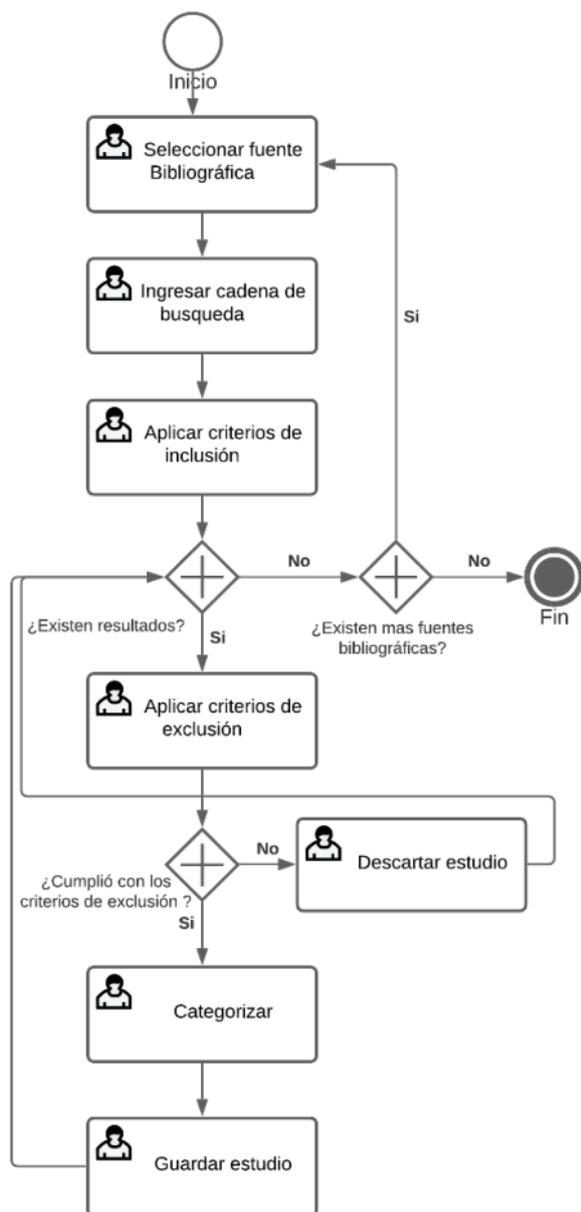


Fig. 1: Proceso de selección de artículos

artículos, los cuales poseían la información necesaria para la realización de la RSL, estos se detallan en la TABLA 5.

**Síntesis de los datos**

Cada artículo fue analizado para identificar su aporte más relevante y así finalmente obtener información relacionada a los modelos BERT y SQuAD requeridos que contestan a las preguntas de investigación inicialmente planteadas (ver TABLA 2).

**¿Cuáles son las características principales sobre el funcionamiento del modelo BERT y SQuAD?**

De acuerdo a los estudios (Liu et al., 2019) (Zhou et al., 2020) (Yang et al., 2020) (L. Su et al., 2019b) (Gao et al., 2019) (El-Geish, 2020) (Chang et al., 2020) (Zeng et al., 2020) (Vinod et al., 2020) las características principales sobre el funcionamiento del modelo BERT y SQuAD son:

Para BERT:

Se puede desarrollar en los Frameworks de Tensorflow y PyTorch.

Dependiendo del framework usado se puede programar en los lenguajes Python (PyTorch y Tensorflow) o C++ (Tensorflow).

Consta de un entrenamiento previo y ajuste fino, donde, se siguen dos pasos para aplicar BERT que incluyen preentrenamiento de un modelo BERT utilizando grandes corpus sin etiquetar y afinando el modelo pre entrenado utilizando corpus anotados específicos de la tarea.

Se recomienda ajustar la versión más pequeña, BERT Base, en una tarjeta gráfica con 12 GB de RAM. Donde el entrenamiento toma aproximadamente 2 días y el modelo base reporta un f1 de 65.28% en el conjunto de datos SQuAD 2.0 El entrenamiento de BERT Large en 16 Cloud TPU toma 4 días.

Para el refinamiento de BERT Large empleando una GPU RTX 2080 Ti es de 1 día aproximadamente.

BERT Large, en el ajuste fino es inestable en conjuntos de datos pequeños. Pero BERT Large logra un aprovechamiento de mayor precisión de tres veces y media más precisión más parámetros.

En base a los artículos obtenidos se ha podido constatar que la mayoría de proyectos emplean como lenguaje Python junto a PyTorch (Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018) por su vinculación y puntos fuertes en el desarrollo de este tipo de proyectos (Zeng et al., 2020). Además, emplean BERT Base por los recursos limitados de la GPU y el tiempo que se toma en entrenar al modelo es más corto y la precisión no varía demasiado en comparación con BERT Large (Liu et al., 2019).

**¿Cuáles son los parámetros que se emplean en los modelos de BERT con SQuAD?**

En base a los artículos seleccionados y estudiados, se constató que los siguientes parámetros son los más empleados como se mencionan en (Liu et al., 2019) (Zhou et al., 2020) (Devlin et al., 2019a) (Maghraoui et al., 2021) (Zadeh et al., 2020)(Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018) (Yang et al., 2020) (Özçift et al., 2021) (Chintalapudi et al., 2021) (Balagopalan et al., 2021) (Hulburd, 2020) para trabajos en desarrollo.

BERT Base emplea los siguientes parámetros previamente entrenados que son los siguientes: son L = 12, H = 768, A = 12, Parámetros totales = 110M, donde L es el número de capas (es decir, bloques de Transformers), H es el tamaño oculto y A es el número de capas de atención propia. El tamaño del filtro de alimentación hacia adelante se establece en 4H, es decir, 3072 para H = 768.

BERT toma una secuencia de tokens con una longitud máxima de 512 y produce una representación de la secuencia en un vector de 768 dimensiones, según la documentación base de BERT. Donde se prefiere un tamaño de lote más grande para obtener una estimación suficientemente estable de cuál sería el gradiente del conjunto de datos completo. Donde, el tamaño del lote siempre se establece en potencia

**Tabla 5:** Estudios seleccionados

N°.	Estudios seleccionados	Ref.	Fuente
ES01	Combat COVID-19 infodemic using explainable natural language processing models	(Ayoub et al., 2021)	Scopus
ES02	Transfer Learning from BERT to Support Insertion of New Concepts into SNOMED CT	(Liu et al., 2019)	Scopus
ES03	Deep Learning Based Fusion Approach for Hate Speech Detection	(Zhou et al., 2020)	Scopus
ES04	A Two-Stage Transformer-Based Approach for Variable-Length Abstractive Summarization	(M. H. Su et al., 2020)	IEEE Digital Library
ES05	BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding	(Devlin et al., 2019b)	Google Scholar
ES06	Performance Analysis of Deep Learning Workloads on a Composable System	(Maghraoui et al., 2021)	Google Scholar
ES07	GOBO: Quantizing attention-based nlp models for low latency and energy efficient inference	(Zadeh et al., 2020)	Google Scholar
ES08	Towards Evaluating the Complexity of Sexual Assault Cases with Machine Learning	(Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018)	Google Scholar
ES09	Extracting family history of patients from clinical narratives: Exploring an end-to-end solution with deep learning models	(Yang et al., 2020)	Scopus
ES10	Advancing natural language processing (NLP) applications of morphologically rich languages with bidirectional encoder representations from transformers (BERT): an empirical case study for Turkish	(Özçift et al., 2021)	Scopus
ES11	Sentimental analysis of COVID-19 tweets using deep learning models	(Chintalapudi et al., 2021)	Scopus
ES12	Comparing Pre-trained and Feature-Based Models for Prediction of Alzheimer's Disease Based on Speech	(Balagopalan et al., 2021)	Scopus
ES13	Exploring BERT Parameter Efficiency on the Stanford Question Answering Dataset v2.0	(Hulburd, 2020)	Google Scholar
ES14	Target-dependent sentiment classification with BERT	(Gao et al., 2019)	Scopus
ES15	Gestalt: a Stacking Ensemble for SQuAD2.0	(El-Geish, 2020)	Google Scholar
ES16	Controlling Risk of Web Question Answering	(L. Su et al., 2019a)	Google Scholar
ES17	Know What You Don't Know: Unanswerable Questions for SQuAD	(Rajpurkar et al., 2018)	Google Scholar
ES18	SQuAD: 100,000+ Questions for Machine Comprehension of Text	(Rajpurkar et al., 2016)	Google Scholar
ES19	Generating contextual embeddings for emergency department chief complaints	(Chang et al., 2020)	Scopus
ES20	An ensemble learning strategy for eligibility criteria text classification for clinical trial recruitment: Algorithm development and validation	(Zeng et al., 2020)	Scopus
ES21	Fine-tuning the BERTSUMEXT model for Clinical Report Summarization	(Vinod et al., 2020)	IEEE Digital Library

de dos, por ejemplo, 512, 1024, 2048.

Teniendo en cuenta la memoria de la GPU, si se elige BERT Base con el modelo uncased para un ajuste fino se puede evitar el desbordamiento de memoria de la GPU. De acuerdo con la sugerencia oficial de BERT, establece una longitud máxima de la oración de 64, mini-lote de 32, una tasa de aprendizaje de  $2e-5$  y un número de épocas de entrenamiento de 3,0 para el entrenamiento del modelo.

En BERT, los datos se pasaron a tres capas de incrustación que incluyen una incrustación de token, segmento y posición capas. En el primer paso del procesamiento, las oraciones se tokenizaron y después de eso, cada token de entrada se pasó a través de una capa de incrustación de tokens para transformarlo en una representación vectorial de dimensión fija (es decir, vector de 768 dimensiones). Además, se agregaron tokens de clasificación adicional [CLS] y separador [SEP] al inicio y al final de la oración tokenizada para servir como una representación de entrada y un separador de oración para la tarea de clasificación. La capa de incrustación de segmentos ayuda a clasificar un texto dado un par de textos de entrada.

Cabe afirmar que cada capa cumple una función de filtrado para lograr encontrar patrones en los datos que contienen datos invisibles a medida que pasa por cada capa, la cual se basa en los patrones de la capa anterior, todo esto empleando los token creados en cada palabra al inicio de la primera capa en la creación de los tokens.

Emplean la biblioteca PyTorch-Pretrained-BERT para construir el modelo BERT. Luego, ajustan su capa lineal (mediante la adición de nuevas palabras junto a la creación de sus respectivos tokens, mediante codificación de los parámetros mencionados en el anterior punto) y la activación sigmoidea (no importa cuál sea la entrada, la salida obtenida está entre valores de 0 y 1) para obtener las predicciones con el conjunto de datos etiquetado COVID-19. Durante el proceso de ajuste fino, se usaron el optimizador Adam con una tasa de aprendizaje de  $3 \times 10^{-6}$  y un tamaño de lote de 12. Y se ajustó el modelo en el conjunto de datos COVID-19 recopilado durante tres épocas, basado en BERT Base mencionado en el primer punto.

Dichos parámetros se consideraron como factibles para emplearlos en el entrenamiento del modelo BERT. De los estudios que contribuyeron a dar luz a la pregunta de investigación, fue el de Yanling Zhou (Zhou et al., 2020), ya que evalúa el rendimiento de los diferentes modelos como el de ELMo y BERT entre otros, donde el que sigue destacando por encima de los demás es BERT con una precisión del 70% y en el parámetro F1 del 62%, ofrece un margen considerable para poder mejorar con entrenamientos adicionales en modelos pre entrenados y enfocados a un tema en particular, (Ayoub et al., 2021) en el conjunto de (Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018) datos SQuAD 2.0. Cabe destacar que para el ajuste de cada modelo se basa en diferentes parámetros según el propósito que se tenga y donde se debe hacer diferentes ajustes para llegar a una configuración óptima mediante los entrenamientos.

### ¿Qué versión de los modelos BERT y SQuAD es factible para el desarrollo del agente virtual?

De acuerdo a los estudios (Liu et al., 2019) (Zhou et al., 2020) (M. H. Su et al., 2020) (Devlin et al., 2019a) (Maghraoui et al., 2021) (Zadeh et al., 2020) (Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018) (Yang et al., 2020) (Özçift et al., 2021) (Chintalapudi et al., 2021) (Balagopalan et al., 2021) las principales versiones existentes de BERT son:

**BERT Base:** Se compone de 12 bloques transformers, 12 capas de atención y 110 millones de parámetros, el cual es más empleado con recursos limitados de hardware.

**BERT Large:** Se compone de 24 capas, 16 capas de atención y 340 millones de parámetros, es más empleado en grandes equipos de hardware con alta capacidad computacional. Lo que dificulta su aplicación en tiempo real sin aceleración. hardware, como GPU y TPU.

BERT Large emplea una cantidad de almacenamiento de 1,12 GB de registros, frente a BERT Base que sacrificando precisión en los resultados alcanza los 326 MB destinados en registros. [9] Emplea parámetros de punto flotante 32b.

En cambio, para SQuAD según (Devlin et al., 2019a) (L. Su et al., 2019b) (Rajpurkar et al., 2018) (Rajpurkar et al., 2016) menciona que:

SQuAD 1.0 se trata de un conjunto de datos que contiene respuestas a preguntas que consta de más de 100.000 pares de preguntas, junto al párrafo relevante correspondiente que contiene la respuesta. Pero no es factible ya que para preguntas sin respuesta no tiene definido una respuesta lo que da lugar a malas interpretaciones sobre las respuestas.

SQuAD 2.0: Permite entrenar modelos para que se abstengan de responder preguntas sin respuesta, la tarea de SQuAD 2.0 amplía la definición del problema de SQuAD 1.1 al permitir la posibilidad de que no exista una respuesta corta en el párrafo proporcionado, lo que hace que el problema sea más realista. Por lo que es más factible emplear SQuAD 2.0, ya que, como se menciona es más realista por su funcionalidad antes preguntas que no tienen respuesta.

Dichas versiones tales como BERT Base y BERT Large (Ayoub et al., 2021) tienen diferentes contrastes dependiendo básicamente del hardware con el que se cuente para el desarrollo de los modelos. Cabe mencionar que, en los artículos encontrados la mayoría da por hecho el uso de modelos pre entrenados, de los cuales solo se va mejorando a través de nuevos entrenamientos y parámetros. Por lo tanto, la versión de BERT base es más factible, ya que no demanda un hardware con altas prestaciones.

SQuAD posee varias versiones, pero las más usadas son SQuAD 1.0 (Rajpurkar et al., 2016) y SQuAD 2.0 (El-Geish, 2020), las que se diferencian básicamente en las preguntas sin respuesta que ofrece la última versión SQuAD 2.0 y se asemeja a la realidad por su función. Por lo que para que sea

más fiel a la realidad, es más factible SQuAD 2.0, ya que combina el conjunto de datos de SQuAD 1.0 con preguntas sin respuesta.

## DISCUSIÓN

Esta RSL tuvo como propósito investigar acerca de los principales parámetros y configuraciones de los modelos BERT y SQuAD para el desarrollo de agentes conversacionales, así como de las diferentes versiones existentes de estos modelos.

De los resultados obtenidos en la mayoría de artículos se mencionan el empleo del lenguaje Python junto a PyTorch (Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, 2018) (Zeng et al., 2020). por su vinculación y puntos fuertes en el desarrollo de este tipo de proyectos. Además, emplean BERT Base por los recursos limitados de la GPU y el tiempo que se toma en entrenar al modelo (Liu et al., 2019).

En relación a los parámetros y configuraciones relacionados con el modelo BERT teniendo en cuenta los escasos recursos del hardware los parámetros más factibles serían el uso de tres capas de incrustación junto al modelo BERT base uncased, ya que debe procesar menos datos y establece una longitud máxima de la oración de 64, mini-lote de 32, una tasa de aprendizaje de  $2e-5$  y un número de épocas de entrenamiento de 3,0 para el entrenamiento del modelo (Zhou et al., 2020).

Por lo cual sería la configuración idónea para empezar a entrenar un modelo junto a BERT y SQuAD 2.0 para un equipo de hardware no tan robusto.

Se han identificado algunas versiones de BERT, tales como BERT Base y BERT Large (Ayoub et al., 2021) las cuales tienen diferentes contrastes dependiendo del hardware con el que se cuenta para el desarrollo de los modelos. En la mayoría de artículos encontrados se da por hecho el uso de modelos pre entrenados, de los cuales solo se va mejorando a través de nuevos entrenamientos y parámetros. La versión que se ha encontrado como más factible ya que no demanda un hardware con altas prestaciones es BERT Base.

Por parte de SQuAD se han encontrado varias versiones, pero las más usadas son SQuAD 1.0 y SQuAD 2.0 (Rajpurkar et al., 2016) (El-Geish, 2020), las que se diferencian básicamente en las preguntas sin respuesta que ofrece la última versión y se asemeja a la realidad por su función.

## CONCLUSIONES

Como características principales sobre el funcionamiento del modelo BERT y SQuAD, se concluyó que se emplea del lenguaje Python junto a un framework PyTorch para desarrollar en la nube o con la ayuda de una GPU, empleando además el modelo BERT Base, para tener un mejor desempeño si se posee hardware con recursos limitados, destacando que, se debe realizar un entrenamiento previo y ajuste fino posterior del modelo para su optimización.

Los parámetros más destacados para proyectos relaciona-

dos con BERT y que no supongan un procesamiento extremadamente grande teniendo en cuenta los escasos recursos del hardware son el uso de tres capas de incrustación junto al modelo BERT base uncased, ya que debe procesar menos datos y establece una longitud máxima de la oración de 64, mini-lote de 32, una tasa de aprendizaje de  $2e-5$  y un número de épocas de entrenamiento de 3,0 para el entrenamiento del modelo.

Para la elaboración del agente conversacional basado en BERT y SQuAD se concluyó que se usará el modelo de BERT base junto a SQuAD 2.0, con una GPU Nvidia para entrenar de manera física o en la nube empleando Google Colab, ya que también cuenta con tarjetas gráficas Nvidia. Y los parámetros de acuerdo con la sugerencia oficial de los creadores de BERT, que establecen una longitud máxima de la oración de 64, un mini-lote de 32, una tasa de aprendizaje de  $2e-5$ , con un número de épocas de entrenamiento de 3 para el entrenamiento del modelo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja y todos sus docentes que nos formaron tanto intelectualmente y profesionalmente.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: JC y VS; metodología: JC y VS; análisis formal: JC y VS.; investigación: JC y VS; recursos: JC y VS; curación de datos: JC y VS; redacción — preparación del borrador original: JC y VS; redacción — revisión y edición: JC y VS; visualización: JC y VS; supervisión: JC y VS; administración de proyecto: JC y VS; adquisición de financiamiento para la investigación: JC y VS. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito. José Carrión: JC. Víctor Serrano: VS.

## FINANCIAMIENTO

El presente estudio tuvo un financiamiento de procedencia propia por parte de los integrantes.

## REFERENCIAS

- Ayoub, J., Yang, X. J., Zhou, F. (2021). Combat COVID-19 infodemic using explainable natural language processing models. *Information Processing and Management*, 58(4). <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102569>
- Balagopalan, A., Eyre, B., Robin, J., Rudzicz, F., Novikova, J. (2021). Comparing Pre-trained and Feature-Based Models for Prediction of Alzheimer's Disease Based on Speech. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.635945>
- Bruke Mammo, Praveer Narwelkar, R. G. (2018). Towards Evaluating the Complexity of Sexual Assault Cases with Machine Learning. 1–25.
- Chang, D., Hong, W. S., Taylor, R. A. (2020). Generating contextual embeddings for emergency department chief complaints. *JAMIA Open*, 3(2), 160–166.

<https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooaa022>

Chintalapudi, N., Battineni, G., Amenta, F. (2021). Sentimental analysis of COVID-19 tweets using deep learning models. *Infectious Disease Reports*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/IDR13020032>

Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., Toutanova, K. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference*, 1, 4171–4186. <https://github.com/tensorflow/tensor2tensor>

El-Geish, M. (2020). Gestalt: a Stacking Ensemble for SQuAD2.0. <http://arxiv.org/abs/2004.07067>

Gao, Z., Feng, A., Song, X., Wu, X. (2019). Target-dependent sentiment classification with BERT. *IEEE Access*, 7, 154290–154299. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946594>

Hulburd, E. (2020). Exploring BERT Parameter Efficiency on the Stanford Question Answering Dataset v2.0. <http://arxiv.org/abs/2002.10670>

Kitchenham, B., Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering.

Liu, H., Perl, Y., Geller, J. (2019). Transfer Learning from BERT to Support Insertion of New Concepts into SNOMED CT. *AMIA ... Annual Symposium Proceedings. AMIA Symposium, 2019*, 1129–1138.

Maghraoui, K. El, Herger, L. M., Choudary, C., Tran, K., Deshane, T., Hanson, D. (2021). Performance Analysis of Deep Learning Workloads on a Composable System. 1, 1–10. <http://arxiv.org/abs/2103.10911>

Özçift, A., Akarsu, K., Yumuk, F., Söylemez, C. (2021). Advancing natural language processing (NLP) applications of morphologically rich languages with bidirectional encoder representations from transformers (BERT): an empirical case study for Turkish. *Automatika*. <https://doi.org/10.1080/00051144.2021.1922150>

Petticrew, M., Roberts, H. (2008). *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. In *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470754887>

Rajpurkar, P., Jia, R., Liang, P. (2018). Know what you don't know: Unanswerable questions for SQuAD. *ArXiv Preprint ArXiv:1806.03822*.

Rajpurkar, P., Zhang, J., Lopyrev, K., Liang, P. (2016). SQuad: 100,000+ questions for machine comprehension of text. *EMNLP 2016 - Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Proceedings*, 2383–2392. <https://doi.org/10.18653/v1/d16-1264>

Su, L., Guo, J., Fan, Y., Lan, Y., Cheng, X. Controlling Risk of Web Question Answering. *SIGIR 2019 - Proceedings of the 42nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 115–124. <https://doi.org/10.1145/3331184.3331261>

Su, M. H., Wu, C. H., Cheng, H. T. (2020). A Two-Stage Transformer-Based Approach for Variable-Length Abstractive Summarization. *IEEE/ACM Transactions on Audio Speech and Language Processing*, 28, 2061–2072. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2020.3006731>

Vinod, P., Safar, S., Mathew, D., Venugopal, P., Joly, L. M., George, J. (2020, June 1). Fine-tuning the BERTSUMEXT model for clinical report summarization. *2020 International Conference for Emerging Technology, INCET 2020*. <https://doi.org/10.1109/INCET49848.2020.9154087>

Yang, X., Zhang, H., He, X., Bian, J., Wu, Y. (2020). Extracting family history of patients from clinical narratives: Exploring an end-to-end solution with deep learning models. *JMIR Medical Informatics*, 8(12). <https://doi.org/10.2196/22982>

Zadeh, A. H., Edo, I., Awad, O. M., Moshovos, A. (2020). GOBO: Quantizing attention-based nlp models for low latency and energy efficient inference. *Proceedings of the Annual International Symposium on Microarchitecture, MICRO, 2020-Octob*, 811–824. <https://doi.org/10.1109/MICRO50266.2020.00071>

Zeng, K., Pan, Z., Xu, Y., Qu, Y. (2020). An ensemble learning strategy for eligibility criteria text classification for clinical trial recruitment: Algorithm development and validation. *JMIR Medical Informatics*, 8(7). <https://doi.org/10.2196/17832>

Zhou, Y., Yang, Y., Liu, H., Liu, X., Savage, N. (2020). Deep Learning Based Fusion Approach for Hate Speech Detection. *IEEE Access*, 8, 128923–128929. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3009244>