



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA Y
PARASITOLOGÍA



Amebas de vida libre potencialmente patógenas aisladas de ambientes
acuáticos en Perú 2010 – 2020

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA
– MICROBIOLOGÍA – PARASITOLOGÍA

AUTOR:

Br. Vega Otero, César Eduardo

ASESORA:

Mblga. María Teresa Silva García

Lambayeque – Perú

2022

Amebas de vida libre potencialmente patógenas aisladas de ambientes
acuáticos en Perú 2010 – 2020

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA -
MICROBIOLOGÍA – PARASITOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE

Dra. Elsa Angulo de Alva

SECRETARIO

Lic. Wilmer Calderón Mundaca

VOCAL

MSc. Manuel Farcio Villarreal

PATROCINADOR

Mblga. Teresa Silva Garcia

Lambayeque – Perú

2022

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante

A mi amada Esposa por apoyarme y darme fuerzas para seguir adelante

A mi querida familia por creer en mi

EDUARDO VEGA

AGRADECIMIENTOS

A Dios mi buen Pastor, que nunca me abandona

A mi querida Esposa por siempre confiar en mi y darme siempre animos

A mi querida familia por siempre apoyarme y darme fuerzas en continuar

A mi Patrocinadora, Mblga. Maria Teresa Silva García por su asesoria y ayuda en todo momento

Al distinguido jurado:

Dra. Elsa Angulo De Alva

Lic. Wilmer Calderón Mundaca

MSc. Manuel Farcio Villareal

Que con sus observaciones y sugerencias me ayudaron a mejorar y culminar el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO | 13 |
| 1.1. Antecedentes de la investigación | 13 |
| 1.2. Base teórica | 17 |
| 1.2.1. Amebas de vida libre (AVL) | 17 |
| CAPÍTULO II. MÉTODOS Y MATERIALES | 23 |
| 2.1. Materiales | 23 |
| 2.2. Métodos | 24 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 26 |
| 3.1. Resultados | 26 |
| 3.1.1. Búsqueda y selección de estudios acerca de AVL potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú 2010 – 2020 | 26 |
| 3.1.2. Frecuencia de AVL en muestras de agua del Perú por estudio | 28 |
| 3.2. Discusión | 30 |
| CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES | 34 |
| CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Frecuencia de AVL según el tipo de muestra de agua | 29 |
| Tabla 2. Frecuencia de AVL | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo del criterio de búsqueda y selección PRISMA | 27 |
| Figura 2. Frecuencia de AVL | 30 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo revisar y organizar la literatura respecto a amebas de vida libre (AVL) potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú (2010-2020). Se realizó una revisión sistemática explicativa, observacional, retrospectiva, transversal y con diseño no experimental considerando las bases de datos digitales tales como: Google Académico, Renati SUNEDU, ScienceDirect y SCOPUS. Se obtuvieron 494 estudios, siendo cinco los trabajos seleccionados utilizando una serie de términos de búsqueda relacionados a la frecuencia de AVL en ambientes acuáticos de Perú entre los años 2010 y 2020. Se procedió a la extracción de datos para el posterior análisis e interpretación, encontrando entre los resultados una frecuencia de AVL de 26,3% siendo Lima y Junín las regiones que mas presencia de AVL tenían. La muestra con mayor incidencia de estos microorganismos fue la obtenida en rivera de río (canal de regadío), siendo *Acanthamoeba sp.*, *Naegleria sp.*, *Leptomixa sp.* y *Vannella sp.* las especies más frecuentes encontradas en dichas muestras acuáticas.

Palabras clave: AVL (Amebas de vida libre), ambientes acuáticos, revisión sistemática, Perú

ABSTRACT

The objective of this research was to review and organize the literature regarding potentially pathogenic AVL isolated from aquatic environments in Peru (2010-2020). An explanatory, observational, retrospective, cross-sectional systematic review with a non-experimental design was carried out considering digital databases such as: Google Scholar, Renati SUNEDU, ScienceDirect and SCOPUS. A total of 494 studies were obtained, five of which were selected using a series of search terms related to the frequency of AVL in aquatic environments in Peru between 2010 and 2020. Data was extracted for subsequent analysis and interpretation, being Lima and Junín the regions with the highest presence of AVL, with a frequency of 26.3%. The sample with the highest incidence of these microorganisms was obtained from the river bank (irrigation canal), being *Acanthamoeba* sp., *Naegleria* sp., *Leptomixa* sp. and *Vannella* sp. the most frequent species found in these aquatic samples.

Keywords: AVL (Free-living amoebas), aquatic environments, systematic review, Peru

INTRODUCCIÓN

Las AVL son protozoos que pueden desarrollarse de manera anfitriónica ya que pueden vivir libremente en la naturaleza o producir enfermedades en humanos y animales. Las AVL consideradas potencialmente patógenas y con importancia clínica son *Acanthamoeba*, *Naegleria*, *Balamuthia* y *Sappinia* (Duque *et al.*, 2018). Dichas especies, pueden presentarse en aguas naturales de lagos, arroyos, aguas termales, cascadas, aguas de acueductos y drenajes (Mendiola *et al.*, 2020).

Estos microorganismos han sido identificados en distintas partes del mundo, siendo el continente europeo, específicamente Italia, donde se encontró recientemente a las especies *Vermamoeba*, *Naegleria* y *Acanthamoeba* en muestras de aguas termales. (Berrilli *et al.*, 2021).

También se reportaron casos de AVL en diversas muestras de ambientes acuáticos en España, Polonia e Inglaterra, elevando su frecuencia del 40% al 50%; generando la convocatoria de diversos certámenes científicos con el fin de abordar esta problemática (Anjum *et al.*, 2019)

En Perú, se encontró muy escasa evidencia de estos microorganismos en fuentes ambientales. Lima y Junín fueron las regiones donde, en los últimos años, se identificaron especies de AVL en distintas muestras acuáticas de aguas de lagunas y aguas termales, con una frecuencia menor al 30% (Dávila, 2017; Minetto & Lima, 2016).

Sin embargo, existen reportes de casos clínicos, en los que recientemente se informaron casos de infecciones de encefalitis por *Acanthamoeba sp.* en la región de Tumbes (Solís-Castro, 2021), Lima (Cabello-Vílchez *et al.*, 2020) y Arequipa. Se evidenció además lesiones cutáneas por *Balamuthia mandrillaris* (Suyo-Prieto *et al.*, 2020), sospechando la presencia de AVL en departamentos como Moquegua y Tacna.

Por consiguiente, el Ministerio de Salud de Perú (MINSA) instó que los lugares en donde se evidencie un mayor riesgo de infección por amebas, tales como piscinas, cumplan con un Plan de Vigilancia Sanitaria. Debido a ello, 600 piscinas de uso colectivo en el Callao fueron clausuradas conforme a lo dispuesto por las Direcciones de Redes Integradas de Salud (DIRIS) de Lima y sus alrededores, por no cumplir con las exigencias establecidas (ANDINA, 2019). En el caso de Tumbes, se ejecutó la investigación de vigilancia epidemiológica a nivel de campo, encontrándose relación con el uso de una piscina, en donde los trabajadores afirmaron que no contaban con los permisos de funcionamiento respectivos ni la capacitación adecuada de recursos humanos en métodos de tratamientos de piscinas (Solís-Castro, 2021).

La presente investigación pretende integrar la información respecto a los reportes de AVL potencialmente patógenas en ambientes acuáticos en el Perú en los últimos diez años, evidenciando su importancia epidemiológica en la salud pública. Por ello se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las AVL potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú, durante el periodo 2010 – 2020?. Siendo el objetivo de estudio revisar y organizar la literatura respecto a AVL potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú en el periodo 2010 – 2020.

CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Loret & Greub, (2010) realizaron una revisión bibliográfica de artículos publicados entre los años 2001 y 2010, siendo su temática de estudio la presencia de AVL en muestras de agua dulce ambientales de distintos países como Alemania, Bulgaria, Países Bajos, Bélgica, España, Francia y Estados Unidos. Encontraron una prevalencia del 62% en un total de 676 muestras de agua de río, lagos, reservorios, subterráneos, arroyos y riachuelos. Asimismo, las especies con mayor frecuencia en las muestras fueron *Acanthamoeba spp*, *Naegleria spp*, *Hartmannella spp*, *Vannella spp*, *Vahlkampfia spp*, *Echinamoeba spp* y *Platyamoeba spp*. Las muestras fluviales mostraron a *Acanthamoeba spp* como la especie más frecuente; siendo Alemania, Bélgica, Francia y España los países con mayor incidencia de AVL.

Thomas & Ashbolt, (2011) en su revisión de literatura de estudios en Francia, Alemania, Países Bajos, España, México y Australia, encontraron una prevalencia del 47,8% en un total de 113 muestras analizadas en sistemas de aguas tratadas para distribución. Las especies identificadas fueron *Acanthamoeba spp*, *Hartmannella vermiformis*, *Neoparamoeba spp*, *Echinamoeba spp*, *Stenamoeba spp* y *Naegleria fowleri*. Los países de Alemania y Australia mostraron mayor positividad para estos microorganismos, siendo *Acanthamoeba spp* la especie más frecuente en las muestras de agua analizadas.

Saburi et al., (2017) realizaron una revisión sistemática con el objetivo de lograr el patrón de prevalencia de AVL en distintas muestras de agua ambiental en diferentes regiones de Irán, considerando estudios entre 1990 y 2017. De un total de 236 artículos encontrados, 38 artículos se consideraron fiables, obteniéndose una prevalencia estimada del 36% en 2430 muestras analizadas. Asimismo, mediante cultivo y reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se identificaron distintas especies de AVL como *Acanthamoeba spp*, *Naegleria spp*, *Vermamoeba vermiformis*, *Vannella persistens*, *Balamuthia mandrillaris*, entre otras. Se reportó además, que la ciudad de Sistán y Baluchistán fue la que mostró mayor positividad de AVL (88% en 93 muestras analizadas).

Wagner, (2017) realizó el aislamiento y caracterización molecular AVL en Venezuela, para ello, se centró en una metodología descriptiva y transversal, evaluando 550 muestras ambientales. Se observó por primera vez, la presencia de *Acanthamoeba spp*. en suelos del estado Bolívar, predominando el genotipo T4; además de la presencia de *N. fowleri* procedente de una fuente de agua doméstica en un caso fatal de meningoencefalitis primaria amebiana (MAP).

Rosas et al., (2018) en su estudio, buscaron identificar AVL en muestras de agua de humedales de Bogotá, Colombia. Se verificó además la presencia de bacterias potencialmente patógenas de manera intracelular. Realizaron un estudio descriptivo obteniendo amebas de los géneros *Acanthamoeba* y *Harmannella*; tras implementar protocolos para el procedimiento de lisis de bacterias intracelulares, se logró aislar *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli*, *Bacillus licheniformis* y *Bacillus cereus*.

Üstüntürk-Onan & Walochnik, (2018) aislaron AVL de muestras de agua de consumo humano en Estambul, Turquía. Utilizaron un análisis de secuencia del gen 18S ARNr, el cual reveló la aparición de *Acanthamoeba* genotipo T4 y *Vermamoeba vermiformis* en las muestras de agua investigadas. Especies como *Naegleria fowleri*, *Balamuthia mandrillaris* y *Sappinia spp.* no fueron detectadas, concluyendo que el genotipo T4 de *Acanthamoeba* y *Vermamoeba vermiformis* eran contaminantes del agua de consumo humano en dicha ciudad.

Lalaguaña & Pico, (2019) en su estudio, buscaron determinar la presencia de *Acanthamoeba spp.* y *Naegleria fowleri* en aguas termales del suroriente de la provincia de Pichincha – Ecuador. Siendo un estudio de tipo descriptivo y longitudinal, se obtuvo un 61.1% de muestras positivas de un total de 360 muestras. Concluyéndose que, la especie con mayor incidencia fue *Acanthamoeba spp.*, representando el 58,6%, mientras que *N. fowleri*, el 25,3%.

Kang et al., (2020) determinaron la existencia de AVL en Corea del Sur, recolectando muestras de agua del río Namhangang. Filtraron las muestras en dos pasos, y las cultivaron en medio de agar sin nutrientes con *Escherichia coli* inactivada. Las muestras restantes se sometieron a PCR principalmente para el gen del ARNr 18S y la secuenciación del gen. Las similitudes en las secuencias de ARNr 18S, en comparación con varias amebas de referencia, mostraron una homología del 86~99 % con *Naegleria gruberi*, *N. philippinensis*, *N. clarki*, *Acanthamoeba polyphaga*, *A. castellannii* y *Vermamoeba vermiformis*.

Fabros et al., (2021) mediante una revisión sistemática de publicaciones entre los años 2010 y 2020, proporcionaron la distribución de casos aislados de AVL en aguas termales de América, Europa, Asia y África. Se revisaron 94 estudios en total,

de los cuales, 20 fueron seleccionados considerando los criterios de inclusión y exclusión planteados. Las AVL más comunes aisladas en aguas termales fueron *Acanthamoeba spp* (48,5%) y *Naegleria spp.* (46%), asimismo, otras AVL aisladas en aguas termales incluyeron a *Balamuthia spp.* (0,7%) y *Vermamoeba spp.* (4,7%). Se observó, además, que el país que reportó la mayor presencia de AVL fue Irán con nueve publicaciones, seguido de Taiwán con cinco.

En Perú, existen reportes de AVL en diversos remansos de agua, tales como manantiales, pozas, aguas termales y piscinas.

Iturrizaga, (2015) planteó como objetivo en su estudio, aislar e identificar AVL en muestras ambientales en Cañete, Lima-Perú. Se recolectaron 18 muestras de la rivera del río Cañete, siendo el 77.7% de las muestras positivas para la presencia de AVL. El 66.6% mostro a *Acanthamoeba sp* y en el 50% se observaron estructuras compatibles con *Naegleria sp* y 16% con *Leptomyxa sp.*

Anco, (2015) realizó un estudio en la ciudad de Junin (zonas alto-andinas). Se determinó la presencia de AVL, que se mantienen en el ambiente y sus probables características patógenas. Se recolectaron 70 muestras de agua de consumo humano y agua de laguna, demostrando la presencia de AVL; 8 muestras resultaron positivas representando el 11.4% de prevalencia, lográndose identificar 2 géneros: *Acanthamoeba sp* y *Leptomyxa sp.*

Minetto & Lima, (2016) plantearon como objetivo en su estudio determinar la presencia de AVL en fuentes de agua termales del pueblo de Churín aplicando una metodología descriptiva, prospectiva y transversal. Se recolectaron 60 muestras de agua de pozas en Churín obteniendo 14 muestras positivas para AVL, de las cuales 13 fueron encontrados en forma de quiste compatibles al género *Naegleria* y 1 en

forma de trofozoito compatibles al mismo género. Se demostró la presencia de AVL en pozas de aguas termales en Churín, por lo que se concluyó que éstas, contienen el habitat necesario para el desarrollo y proliferación de dichas amebas.

Davila(2017), determinó la presencia de AVL patógenas para la salud humana mediante un estudio de tipo descriptivo y transversal realizado en la laguna de Chinchaycocha (Junín). Se recolectaron 11 muestras de agua y suelo de la laguna, resultando 4 muestras positivas, identificándose dos géneros de AVL: *Acanthamoeba sp* y *Leptomyxa sp*. Se concluyó que, a pesar de la contaminación por relave minero y metales pesados en la zona, existe la presencia de dichas amebas en la laguna de Chinchaycocha.

Pelaéz (2019), realizó una descripción de la diversidad de AVL en muestras de suelo y agua de piletas en los distritos de Pueblo Libre y San Martín de Porres (Lima). Su metodología se basó en un estudio descriptivo y correlacional, donde se obtuvieron 4 especies positivas para AVL, entre ellas 3 muestras positivas para *Acanthamoeba sp*. y 1 muestra positiva para *Vanella sp*, demostrándose que el Perú es un país con alto número de AVL.

1.2. Base teórica

1.2.1. Amebas de vida libre (AVL)

Las AVL son protozoos que viven en forma independiente en el suelo o el agua sin depender de un huésped humano o animal; rara vez causan enfermedades, sin embargo, la ameba parásita *Entamoeba histolytica*, es una causa frecuente de infección intestinal (amebiasis/disentería amebiana).

Asimismo, son definidas como agentes potencialmente patógenos, puesto que pueden afectar a organismos vivos como los humanos y animales inferiores. Las

AVL ingresan al hombre o animal por vía inhalatoria o cutánea; invaden el sistema nervioso central (SNC), causando cuadros de meningitis, encefalitis, diseminación amebiana, coma y muerte (Schuster & Visvesvara, 2004). Son capaces de sobrevivir y proliferar en el medio ambiente de forma independiente y se pueden encontrar en diversos medios acuáticos naturales y artificiales tanto frescos como marinos, incluidos lagos, estanques, piscinas e incluso suministros de agua tratada. Los quistes de ameba son muy resistentes a las duras condiciones ambientales, debido al proceso de enquistamiento (Majid *et al.*, 2017).

Se informa que muchas especies del género *Acanthamoeba* son el agente causante de la queratitis en individuos sanos, a menudo entre usuarios de lentes de contacto. En las infecciones oportunistas, las especies de *Acanthamoeba* pueden causar neumonitis, encefalitis granulomatosa mortal e infecciones cutáneas. Hasta la fecha, se han descrito 20 genotipos diferentes (T1 - T20) de *Acanthamoeba* (Corsaro *et al.*, 2015). Por otro lado, *Naegleria* es la única AVL que tiene la ventaja de exhibir un estadio flagelado para facilitar su movimiento al nadar en el agua. De las más de 40 especies de *Naegleria* identificadas, solamente *N. fowleri* es el agente causante de meningoencefalitis amebiana primaria (MAP), una infección cerebral letal. Aproximadamente, 440 de los casos de MAP se han notificado en todo el mundo hasta el año 2008, con exposición de individuos sanos a sistemas de agua cálidos (temperaturas de agua de 25 a 44 ° C) sin tratar o mal desinfectados. El género *Hartmannella* ha causado casos en humanos de queratitis humana y puede servir como hospedador de bacterias patógenas como *Legionella pneumophila* (Majid *et al.*, 2017).

Cuando las AVL están en contacto con humanos, pueden provocar infecciones graves, por ejemplo, al usar lentes de contacto contaminados. La siguiente sección

describe las enfermedades causadas por los cuatro géneros potencialmente patógenos bien caracterizados de AVL, los cuales son *Acanthamoeba*, *Balamuthia*, *Naegleria* y *Sappinia*, así como los géneros y especies recientemente reconocidos involucrados en infecciones.

1.2.1.1. *Acanthamoeba*

Son las AVL parasitarias facultativas más conocidas. Su patogenicidad varía entre las especies o cepas. Actualmente se dividen en 18 genotipos (T1 – T18), según el gen del ARN ribosómico de subunidad pequeña nuclear (ARNr) (Grün *et al.*, 2014). El genotipo predominante en *Acanthamoebae* patógeno humano es T4; donde también se han informado otros genotipos como patógenos.

Son agentes etiológicos de la llamada *acantamoebiasis*, pueden desencadenar varios síntomas de enfermedades específicas en los seres humanos. Estos microorganismos ocasionan encefalitis amebiana granulomatosa (EAG). Asimismo, la ruta de infección de *Acanthamoeba* en su mayoría incluyen el tracto respiratorio inferior y lesiones cutáneas seguidas de diseminación hematogena, llegando finalmente al sistema nervioso central a través de la barrera hematoencefálica. La encefalitis amebiana granulomatosa (EAG) difiere clínica y morfológicamente de la meningoencefalitis amebiana primaria (MAP), causada por *Naegleria fowleri*, mostrando un progreso subagudo a crónico (Trabelsi *et al.*, 2012).

La *acantamoebiasis* cutánea es una infección oportunista poco frecuente y ocurre casi exclusivamente en personas inmunodeprimidas, similar a la EAG. Las lesiones en la piel se presentan como úlceras y llagas eritematosas, contienen trofozoítos y quistes de *Acanthamoeba* y son una vía de entrada al

torrente sanguíneo, con posterior diseminación hematológica a diferentes tejidos (Trabelsi *et al.*, 2012).

1.2.1.2. *Naegleria*

Actualmente, *Naegleria fowleri* es conocida como agente etiológico de la meningoencefalitis amebiana primaria (MAP) en humanos; tiene una distribución mundial con más de 300 casos notificados, principalmente en los Estados Unidos (Gupta *et al.*, 2009). Casi siempre es fatal; sólo tres personas en los Estados Unidos de 138 han sobrevivido a la infección (Capewell *et al.*, 2014). Esta infección generalmente ocurre en niños y adultos jóvenes previamente sanos con antecedentes de natación y otras actividades recreativas en lagos y estanques de agua dulce caliente (Capewell *et al.*, 2014).

Naegleria se encuentra naturalmente en suelos húmedos y cuerpos de agua dulce, pero también en aguas calentadas artificialmente, fuentes, spas y aguas de enfriamiento industrial (Scheid, 2018). La *naegleriasis* es una enfermedad rara, pero a menudo mortal, causada por *N. fowleri*. Hasta la fecha, la especie *N. fowleri* se conoce en humanos como el único agente etiológico afectando a niños y adultos jóvenes sanos después de haber realizado actividades en lagos y estanques de agua dulce cálida (Marciano-Cabral & Cabral, 2007).

1.2.1.3. *Balamuthia*

El cuadro clínico de EAG provocada por *Balamuthia* se caracteriza por dolor de cabeza y rigidez del cuello. La infección por *Balamuthia* también se conoce como encefalitis granulomatosa por *Balamuthia* (EGB) (Scheid, 2018). Hasta el momento, se han notificado aproximadamente 100 casos y solo se conocen tres supervivientes. La infección es crónica y el tiempo que transcurre entre la infección y la aparición de los síntomas neurológicos puede oscilar entre un

mes y unos dos años (Trabelsi et al., 2012). La puerta de entrada son en su mayoría lesiones cutáneas contaminadas por el suelo y la mayoría se registran en áreas cálidas (Balczun & Scheid, 2016).

1.2.1.4. *Sappinia*

El género *Sappinia* comprende AVL que se localizan en todo el mundo en una variedad de habitats tales como suelos, materia vegetal y estanques de agua dulce, también en heces de animales, e incluye en la actualidad tres especies, *S. pedata*, *S. diploidea*, *S. platani* (Corsaro et al., 2017) Se han identificado sólo una vez como un agente etiológico de una encefalitis asociada con un resultado clínico favorable. Esta encefalitis amebiana se asoció por primera vez con *Sappinia diploidea*, mientras que la afiliación a *Sappinia pedata* se demostró más tarde mediante estudios de biología molecular (Trabelsi et al., 2012).

1.2.1.5. Otras AVL

Leptomyxa

Las especies de este género son amebas desnudas, cuyas estructuras locomotoras, en movimiento lento, se presentan de formas alteradas, aplanadas, expandidas o reticulares; caso contrario, en movimiento rápido o en condiciones específicas, se presentan de forma monopodial cilíndrica. Además, presentan un uroide adhesivo y las células pueden ser uni o multinucleares. Organismos ameboides pertenecientes a este género han sido aislados de una variedad de ambientes que incluyen agua salada, agua dulce, suelos templados y suelos desiertos. Una de las especies que se ha identificado en los últimos años en muestras de suelo en países europeos es *Leptomyxa valladarensis*, la cual no tiene antecedentes de reportes de alguna infección en

humanos, no obstante se le conoce porque se alimenta de microorganismos bacterianos y una variedad de otras amebas (Fernandez *et al.*, 2017).

Vannella

El género *Vannella* fue creado por Bovee en 1965 para incluir amebas aplanadas, a menudo en forma de abanico, con un gran borde de ataque hialino mientras están en locomoción activa. Dentro de este género, tal como se considera actualmente, solo unas pocas especies se informan que son capaces de producir un quiste. Además de *Vannella persistens*, estos incluyen a *V. schaefferi* y *V. danica*. En otras especies, el estado de formación de quistes es menos seguro. Aunque actualmente no hay indicios de que la propia *Vannella* sea patógena, al igual que otras AVL, puede facilitar el crecimiento de bacterias, incluida la *Legionella* y otros organismos, algunos de los cuales son patógenos humanos. Esto hace que el estudio de la etapa de quiste de *Vannella* sea importante ya que es probable que los patógenos estén protegidos en estos quistes (Maciver *et al.*, 2017).

Hartmannella sp.

Se ha descubierto en casos de queratitis, pero determinar si es patógena o simplemente contaminante, sigue siendo controvertido. Las amebas de este género se recuperan con frecuencia de agua de grifos de los hospitales. Reportes anteriores han sugerido que una de las especies de este género, *H. vermiformis*, puede actuar como vehículo de transmisión bacteriana, siendo *Pseudomonas aeruginosa* una de las bacterias participantes de este fenómeno. (Cateau *et al.*, 2008)

CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Material bibliográfico

Investigaciones relacionadas a la presencia de AVL en muestras de ambientes acuáticos.

2.1.2. Población y muestra

Población: Investigaciones relacionadas a la presencia de AVL en muestras de ambientes acuáticos, en Perú.

Muestra: Investigaciones relacionadas a la presencia de AVL en muestras de ambientes acuáticos en Perú, durante los años 2010 y 2020.

Criterios de selección

• Criterios de inclusión

- Artículos científicos, tesis, publicaciones de congresos y que se encuentren en los buscadores Google Académico, Registro Nacional de Trabajos de Investigación de la Superintendencia Nacional de Educación (RENATI – SUNEDU), ScienceDirect y SCOPUS.

- Investigaciones que se encuentren enfocadas en la presencia de AVL en ambientes acuáticos.

- Estudios en inglés y español.

- Estudios que se hayan realizado entre los años 2010 y 2020.

• Criterios de exclusión

- Reportes de casos clínicos de AVL
- Estudios que no se hayan realizado en Perú.
- Estudios que se hayan publicado antes del año 2010.

2.2. Métodos

2.2.1. Tipo de investigación y diseño de contrastación de hipótesis

El presente estudio es una revisión sistemática explicativa, observacional, retrospectiva, transversal y con diseño no experimental.

2.2.2. Búsqueda de información

Se realizó una búsqueda electrónica considerando las bases de datos digitales Google Académico, Registro Nacional de Trabajos de Investigación de la Superintendencia Nacional de Educación (RENATI – SUNEDU), ScienceDirect y SCOPUS utilizando una serie de términos de búsqueda combinados con el Operador Booleano 'AND'. Las siguientes palabras fueron clave para la búsqueda: free-living amoebas AND Acanthamoeba AND Naegleria AND water AND Peru; de igual manera, en español: amebas de vida libre AND Acanthamoeba AND Naegleria AND agua AND Perú. Una vez obtenida toda la información se fue recopilando los estudios encontrados en el gestor de referencias bibliográficas Zotero para su posterior selección, además se guardó la información de la búsqueda bibliográfica en documento con formatos de Bloc de Notas, PDF y tablas de Microsoft Excel v. 2019 con la finalidad de tener datos de respaldo.

2.2.3. Selección de estudios

Para la respectiva selección de estudios, se aplicó el criterio según la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), diseñada para ayudar a documentar de manera transparente el porqué de la revisión,

lo que se realizó y lo que se encontró a lo largo de la búsqueda sistemática de literatura, donde los títulos y resúmenes de los estudios potenciales fueron estudiados independientemente para determinar la inclusión de los mismos según los criterios de selección. Cuando se determinó los estudios a ser incluidos se procedió a buscar el formato completo de cada uno para el análisis y extracción de datos posterior.

2.2.4. Extracción de datos

Se realizó la extracción de datos correspondientes a frecuencia de AVL en muestras de agua de distintas fuentes, presencia de distintas especies de AVL, con el fin de realizar tablas de frecuencias con la ayuda del software Microsoft Excel v. 2019.

2.2.5. Análisis de datos

Para proceder al análisis de datos, se tomó en cuenta las categorías más resaltantes para la presencia de AVL, aisladas de ambientes acuáticos de Perú durante los años 2010 al 2020, clasificando a los estudios por año, tipo de estudio, resultados y conclusiones, empleándose como métodos estadísticos para los resultados de la presencia de AVL, a la estadística descriptiva, organizándose los resultados, en tablas y figuras, utilizando el software estadístico SPSS v.26.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

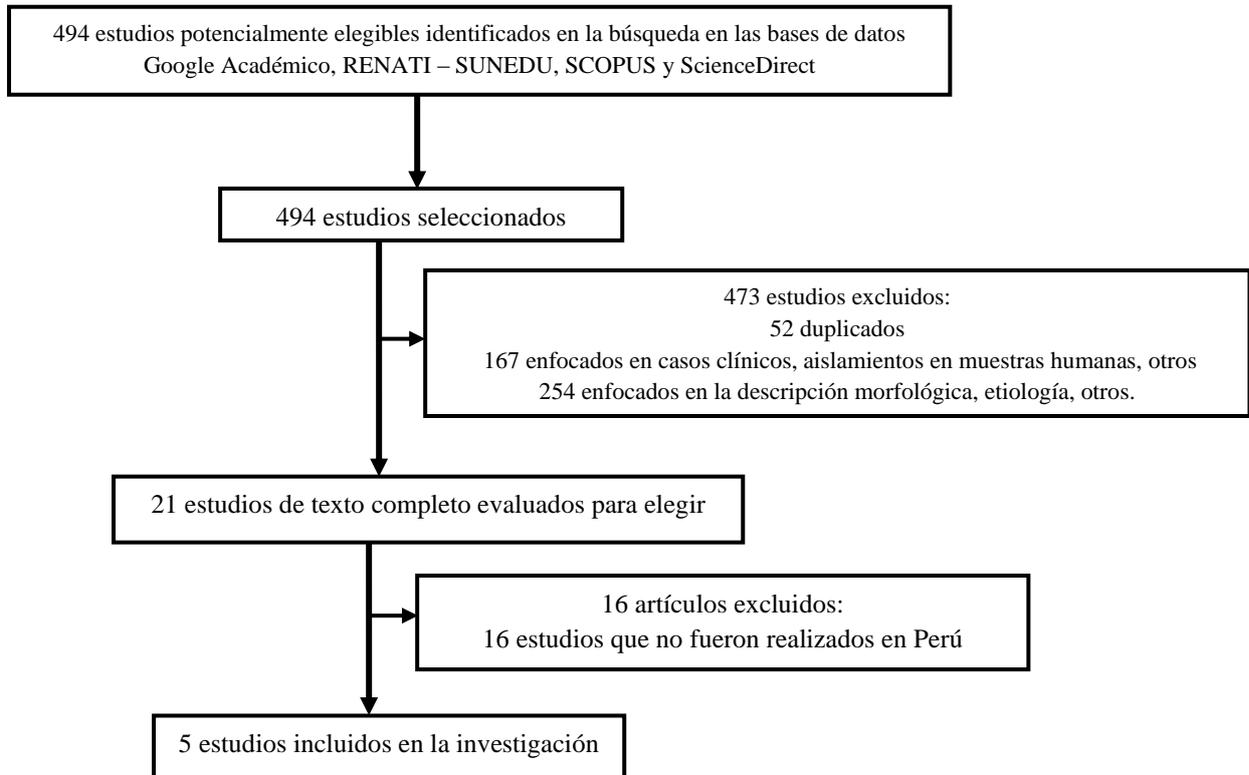
3.1. Resultados

3.1.1. Búsqueda y selección de estudios acerca de AVL potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú 2010 – 2020

En la búsqueda sistemática de la literatura se encontró un total de 494 estudios, los cuales fueron obtenidos de todas las bases de datos descritas. De ellos, se excluyeron 473 debido a que eran duplicados o se enfocaban en reportes de casos clínicos, etiologías, descripción morfológica de las amebas, entre otras, quedando 21 estudios. Luego estos últimos fueron analizados para verificar si cumplían con los criterios de selección definitivos, siendo excluidos 16 ya que no fueron realizados en Perú. Finalmente, solo cinco estudios fueron seleccionados para la investigación, los cuales eran potencialmente elegibles aplicando todos los criterios de selección, y de los cuales se pudo evaluar la presencia de AVL en ambientes acuáticos de Perú (Figura 1).

Figura 1.

Diagrama de flujo del criterio de búsqueda y selección PRISMA



3.1.2. Frecuencia de AVL en muestras de agua de Perú

De los cinco estudios seleccionados, el 60% corresponden a la región Lima y el 40% a la región Junin. En relación al tipo de muestra, 60 muestras correspondían a agua de consumo humano, 60 muestras a pozas de baños termales, 21 muestras a agua de lagunas, 18 muestras a rivera de río (canal de regadío) y 8 muestras a agua de pileta, haciendo un total de 167 muestras de agua. Las AVL potencialmente patógenas identificadas fueron *Acanthamoeba sp.*, *Naegleria sp.*, reportándose además en todas las muestras a *Leptomyxa sp.* y *Vannella sp.*, siendo la primera en mención, la que se encontró con más frecuencia en las muestras de agua analizadas, donde el agua de rivera de río mostró la mayor frecuencia de *Acanthamoeba sp.*, en la cual, de las 18 muestras analizadas, se identificó este microorganismo en 12 muestras (66,7%). Asimismo, *Naegleria sp.* fue la segunda en frecuencia, siendo las muestras de rivera de río donde se evidenció mayor frecuencia de esta ameba, ya que, de las 18 muestras analizadas de esta especie, se halló en 9 muestras (50,0%), siendo este último tipo de muestra acuática mencionado, donde se encontró la mayoría de AVL potencialmente patógenas. Para el caso de *Leptomyxa sp.* y *Vannella sp.* fueron las menores en cuanto a frecuencia; en la primera, solo se hallaron tres de rivera de río y dos de agua de laguna. Para la segunda en mención, solo se encontró un espécimen en agua de pileta (Tabla 1).

Tabla 1.*Frecuencia de amebas de vida libre (AVL) según el tipo de muestra de agua*

| Autor/Año | Procedencia | Método de identificación | Tipo de muestra | Número de muestras | Frecuencia de especies n (%) | | | |
|------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | | | | <i>Acanthamoeba sp.</i> | <i>Naegleria sp.</i> | <i>Leptomyxa sp.</i> | <i>Vannella sp.</i> |
| (Anco, 2015) | Junín | Cultivo | Agua de consumo humano | 60 | 1 (1,7) | - | - | - |
| | | | Agua de laguna | 10 | 7 (70) | - | 1 (10) | - |
| (Iturrizaga, 2015) | Lima | Cultivo | Rivera de río (Canal de regadío) | 18 | 12 (66,7) | 9 (50) | 3 (16,7) | - |
| (Minetto & Lima, 2016) | Lima | Examen directo | Pozas de baños termales | 60 | - | 14 (23,3) | - | - |
| (Dávila, 2017) | Junín | Cultivo | Agua de laguna | 11 | 4 (36,4) | - | 1 (9,1) | - |
| (Peláez, 2019) | Lima | Cultivo | Agua de pileta | 8 | 3 (37,5) | - | - | 1 (12,5) |

En general, de las 167 muestras de agua analizadas, se lograron 56 aislamientos positivos a AVL. Asimismo, de las 56 amebas identificadas, 27 fueron *Acanthamoeba sp* (48,21%), 23 fueron de *Naegleria sp.* (41,10%), cinco fueron de *Leptomyxa sp.* (8,93%) y una fue de *Vannella sp.* (1,79%) (Tabla 2; Figura 2).

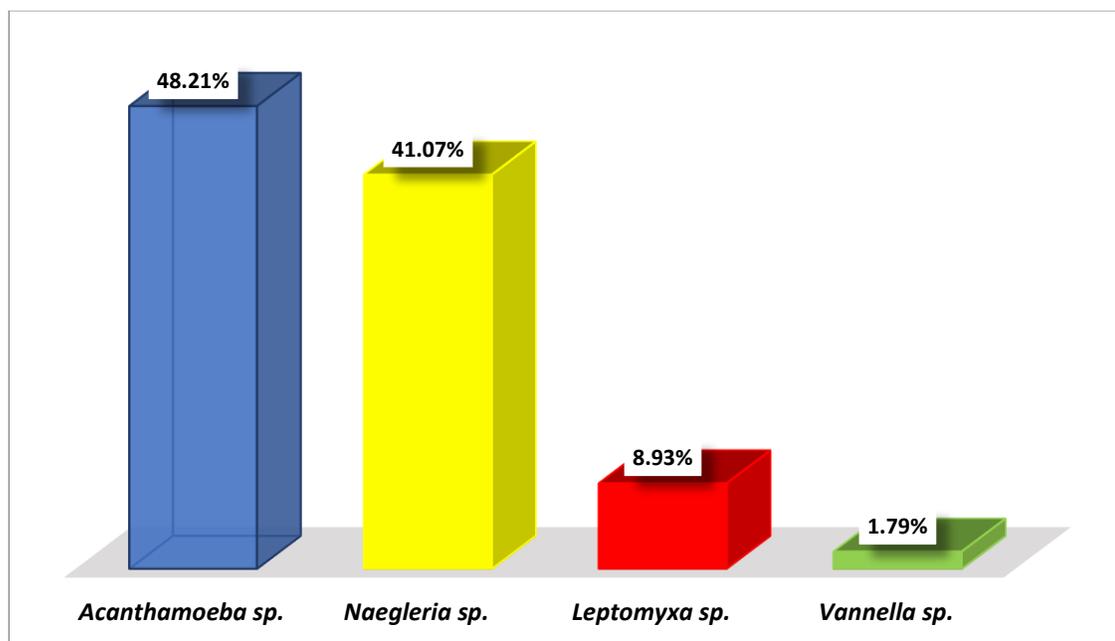
Tabla 2.

Frecuencia de amebas de vida libre (AVL)

| Amebas de vida libre | n | % |
|-------------------------|-----------|------------|
| <i>Acanthamoeba sp.</i> | 27 | 48,21 |
| <i>Naegleria sp.</i> | 23 | 41,07 |
| <i>Leptomyxa sp.</i> | 5 | 8,93 |
| <i>Vannella sp.</i> | 1 | 1,79 |
| Total | 56 | 100 |

Figura 2.

Frecuencia de amebas de vida libre (AVL)



3.2. Discusión

En la presente investigación, a modo de revisión sistemática, se encontró 5 trabajos de investigación que cumplían los criterios de selección, analizando todos los estudios potencialmente elegibles hechos solamente en Perú entre los años 2010-2020.

De los 5 trabajos elegidos se encontraron las siguientes prevalencias:

Anco (2015): 11.4%, Iturrizaga (2015) 88%, Minetto (2016) 23.3%, Davila (2017) 36.3% y Pelaéz (2019) 50%

Esto difiere con otras revisiones de bibliografía realizadas por Loret & Greub, (2010), Thomas & Ashbolt, (2011) y Saburi et al., (2017), quienes reportaron prevalencias de AVL de 62%, 47,8% y 36%, respectivamente, cifras más elevadas a las encontradas en el presente estudio. Conociendo esta información, se debe considerar que, los dos primeros autores en mención ejecutaron sus respectivas revisiones tomando investigaciones desde el año 2000 en adelante de países como Europa y América del Norte. Por otro lado, el estudio de Saburi et al., (2017) solo tomó estudios hechos en Irán desde 1990 hasta 2017. Además, en estas investigaciones, se pudo trabajar con mayor número de muestras.

Se asume que la prevalencia encontrada en la revisión realizada en el presente trabajo de investigación es menor respecto a las de otros autores, por la baja cantidad de muestras analizadas y, sobre todo, por el muy reducido número de investigaciones de AVL en ambientes acuáticos en Perú en los últimos 10 años, constituyendo un problema de salud pública, al no tener conocimiento actualizado de la presencia de AVL en distintos ambientes acuáticos, los cuales, muchas personas utilizan en su vida cotidiana. Al respecto, en los últimos dos años, Cabello-Vílchez et al., (2020) y Solís-Castro, (2021) han reportado casos de encefalitis provocadas por este tipo de microorganismos en las regiones de Lima y Tumbes respectivamente, por lo que, se sugiere estudiar las muestras acuáticas que guarden relación con los casos de infección identificados.

Asimismo, se encontró que las regiones de Perú en las que se habían realizado estudios de prevalencia de AVL en muestras acuáticas ambientales desde el año 2010 al 2020 son Lima y Junín, específicamente en las provincias de Lima, Oyón, Cañete y Junín. Este hallazgo sugiere que, la presencia de estos microorganismos puede estar en otras regiones a nivel nacional, porque en la presente revisión solo se analizaron cinco estudios;

asimismo, otra de las regiones donde se ha encontrado AVL en muestras acuáticas ha sido Ica, con una prevalencia de 35,5% (Suárez et al., 2002), también se ha encontrado en la región Piura (Cabello-Vílchez et al., 2014), aunque en este último estudio, se identificaron amebas en muestras de suelo.

Además, esta revisión, ha permitido ver el panorama de investigación en el caso de las AVL en muestras acuáticas de Perú y diferir, en cierto modo, con otros autores del medio nacional, ya que se han encontrado muy pocos estudios. Por ello, se debe considerar ciertos reportes de caso de infecciones por AVL publicados en los últimos años, en diversas regiones del país, como Tumbes (Solís-Castro, 2021), Madre de Dios, Arequipa (Galarza et al., 2006), Lambayeque, Piura e Ica (Orrego-Puelles et al., 2015), y, teniendo esa información, ejecutar estudios en muestras que guarden relación con el caso clínico reportado.

En cuanto a las AVL presentes en diferentes tipos de muestra de agua, se encontró mayor frecuencia en las aguas de río, seguido por las aguas de laguna, teniendo en cuenta que éstas fueron analizadas en muestras de agua dulce, agua tratada y agua termal. Estos hallazgos se asemejan a los reportados por Loret & Greub, (2010) y Saburi et al., (2017), quienes en su mayoría identificaron AVL en muestras de agua dulce como ríos, lagos, estanques, aguas termales, entre otras, incluyendo también piscinas y en dos casos, en agua tratada de consumo humano, no encontrando evidencia de positividad en muestras de agua de mar.

Esto pudo deberse a los diferentes factores que se han asociado a una mayor supervivencia, desarrollo y protección de las AVL en agua dulce, como, por ejemplo, la temperatura en la que se encuentra el agua, que puede oscilar entre 28°C y 40°C, un pH de 6 a 8, los niveles de oxígeno disuelto, el potencial Redox, la turbidez y el carbono total (Ren et al., 2018; Sheehan et al., 2003). Asimismo, en el caso de las aguas tratadas que sirven para el consumo humano, se ha encontrado que los principales factores de prevalencia de AVL son la temperatura y el pH, además se ha podido demostrar que los quistes de dichos microorganismos son muy resistentes a los tratamientos a los que se someten dichas muestras de agua, inclusive, se ha evidenciado que las AVL se encuentran con mayor frecuencia en aguas a temperatura de 37°C con respecto a temperaturas bajas de 7°C a 29°C, formando biopelículas, lo que hace que este tipo de muestras, sea de gran interés a futuro

cuando se quiera identificar distintas AVL (Buse et al, 2013; Taravaud et al., 2018).

En aguas marinas, los factores clave en la baja prevalencia de AVL son la salinidad y el pH entre 8 y 9. El primer factor mencionado, tiene que ver con la presión osmótica que ejerce sobre los microorganismos, el cual va a conllevar a la enquistación del mismo, siendo el género *Vannella* el que posee comúnmente esta capacidad en dichas condiciones, con respecto a otras especies más conocidas de amebas. Además, no ha sido muy común identificar las AVL que se han descrito anteriormente, ya que no poseen los mecanismos adecuados de resistencia a las aguas de mar, encontrándose muy escasas amebas en aguas marinas de Europa y Asia, algunas difíciles de identificar mediante técnicas moleculares (Samba-Louaka et al., 2019).

Finalmente, en esta revisión se observó que *Acanthamoeba sp* fue la especie más frecuente en todos los estudios analizados en muestras acuáticas de Perú. Este resultado coincide con Loret & Greub, (2010), Saburi et al., (2017) y Fabros et al., (2021), ya que en los tres estudios reportaron la gran prevalencia que tiene dicho microorganismo en las muestras de agua. Conociendo ello, se destaca que, *Acanthamoeba sp* es una ameba resistente a los desinfectantes como el cloro, el cambio de temperatura y la deshidratación, en comparación a otras especies como *Naegleria sp* (Walker, 1996).

Asimismo, la especie *Naegleria sp* fue la segunda en nivel de frecuencia encontrada en esta revisión. En otros estudios, se ha observado que, mientras que *Naegleria sp* prevalece más en las aguas superficiales, *Acanthamoeba sp* prevalece en los sedimentos. No obstante, *Acanthamoeba sp* se encuentra con más frecuencia en zonas de partículas que *Naegleria sp*; esto puede deberse al hecho de que *Naegleria sp* tiene una etapa flagelada de natación libre de la que carece *Acanthamoeba sp*, lo que hace que dependa más de la presencia de partículas para la movilidad.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

- Las especies de AVL potencialmente patógenas encontradas en muestras de ambientes acuáticos del Perú en el periodo 2010 – 2020 son *Acanthamoeba sp.* y *Naegleria sp.*
- El tipo de muestra de agua de rivera de río (canal de regadío) mostró mayor frecuencia de AVL potencialmente patógenas, correspondiendo 66,7% para *Acanthamoeba sp.* y 50,0% para *Naegleria sp.*
- Las identificaciones realizadas en los cinco trabajos en Perú han sido morfológicas y por cultivo, diferenciándose de otros estudios realizados en países como Europa y America del Norte, los cuales han sido por técnicas moleculares como PCR.

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de prevalencia de AVL en muestras de ambientes acuáticos, sobre todo, en regiones de Perú donde se hayan identificado casos clínicos provocados por dichos microorganismos.
- Realizar estudios de prevalencia de AVL en muestras de cualquier fuente ambiental en distintas zonas de Perú.
- Realizar estudios de identificación molecular en los distintos tipos de AVL en muestras de ambientes acuáticos en Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anco, G. (2015). *Amebas de vida libre, persistencia a 4105 m.s.n.m y sus posibles implicancias patogénicas en la salud de la población de Junín* (Universidad Alas Peruanas). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- ANDINA. (2019). Minsa intensifica vigilancia contra amebas en piscinas de Lima y Callao. Retrieved November 13, 2021, from <https://andina.pe/agencia/noticia-minsa-intensifica-vigilancia-contra-amebas-piscinas-lima-y-callao-745989.aspx>
- Anjum, U., Magnet, A., Acosta, L., Toledo, R., & Peña-Fernández, A. (2019). Are human pathogenic free-living amoebae present in Leicester city's environment (UK)? *XXI Congreso SOCEPA*, 3–5. Retrieved from https://dora.dmu.ac.uk/bitstream/handle/2086/18187/SOCEPA_2019_book_of_abstracts_FLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Balczun, C., & Scheid, P. L. (2016). Detection of *Balamuthia mandrillaris* DNA in the storage case of contact lenses in Germany. *Parasitology Research*, *115*(5), 2111–2114. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4979-4>
- Berrilli, F., Di Cave, D., Novelletto, A., & Montalbano Di Filippo, M. (2021). PCR-based identification of thermotolerant free-living amoebae in Italian hot springs. *European Journal of Protistology*, *80*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2021.125812>
- Buse, H. Y., Lu, J., Struewing, I. T., & Ashbolt, N. J. (2013). Eukaryotic diversity in premise drinking water using 18S rDNA sequencing: Implications for health risks. *Environmental Science and Pollution Research*, *20*(9), 6351–6366. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1646-5>
- Cabello-Vílchez, A. M., Chura-Araujo, M. A., Anicama Lima, W. E., Vela, C., Asencio, A. Y., García, H., ... Martínez, D. Y. (2020). Fatal granulomatous amoebic encephalitis due to free-living amoebae in two boys in two different hospitals in Lima, Perú. *Neuropathology*, *40*(2), 180–184. <https://doi.org/10.1111/neup.12617>
- Cabello-Vílchez, A. M., Reyes-Batlle, M., Montalbán-Sandoval, E., Martín-Navarro, C. M., López-Arencibia, A.,

- Elias-Letts, R., ... Lorenzo-Morales, J. (2014). The isolation of *Balamuthia mandrillaris* from environmental sources from Peru. *Parasitology Research*, *113*(7). <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3900-2>
- Capewell, L. G., Harris, A. M., Yoder, J. S., Cope, J. R., Eddy, B. A., Roy, S. L., ... Beach, M. J. (2014). Diagnosis, clinical course, and treatment of primary amoebic meningoencephalitis in the United States, 1937-2013. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, *4*(4), 68–75. <https://doi.org/10.1093/jpids/piu103>
- Corsaro, D., Walochnik, J., Köhler, M., & Rott, M. B. (2015). *Acanthamoeba* misidentification and multiple labels: redefining genotypes T16, T19, and T20 and proposal for *Acanthamoeba micheli* sp. nov. (genotype T19). *Parasitology Research*, *114*(7), 2481–2490. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4445-8>
- Dávila, F. (2017). *Bio-diversidad de amebas de vida libre en la laguna de Chinchaycocha en Junín 4140 msnm contaminada por relaves mineros* (Universidad Alas Peruanas). Retrieved from https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/2017/Tesis_Bio-diversidad_Laguna.pdf?sequence=1
- de Jonckheere, J. F. (1991). Ecology of *acanthamoeba*. *Reviews of Infectious Diseases*, *13*, 385–387. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.935.4103&rep=rep1&type=pdf>
- Duque, V., Gelvis, V., & Ríos, Y. (2018). *Acanthamoeba* spp. y *Naegleria* spp. aisladas del Río Pamplonita, zona metropolitana de Cúcuta, Colombia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, *70*(3), 50–60. Retrieved from <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedtro/cmt-2018/cmt183f.pdf>
- Fabros, M. R. L., Diesta, X. R. S., Oronan, J. A., Verdejo, K. S., Garcia, J. A. S. M., Romey, M. S., & de Jesus Milanez, G. (2021). Current report on the prevalence of free-living amoebae (FLA) in natural hot springs: A systematic review. *Journal of Water and Health*, *19*(4), 563–574. <https://doi.org/10.2166/WH.2021.101>
- Fernandez, A. D. O., Lorenzo-Morales, J., & Maciver, S. K. (2017). *Leptomyxa valladarensis* n. sp. (Amoebozoa,

- Tubulinea, Leptomyxida), from Mount Teide, Tenerife, Spain. *Experimental Parasitology*, 183(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2017.09.017>
- Galarza, C., Gutiérrez, E., Uribe, M., Ramos, W., Ortega, A., Ávila, J., ... Gámez, D. (2006). Amebas de vida libre en lesiones cutáneas: Reporte de 4 casos. *Dermatología Peruana*, 16(1), 36–40. Retrieved from http://ateneo.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2714/dermatologia_peruana04v16n1_2006.pdf?sequence=1
- Grün, A. L., Stemplewitz, B., & Scheid, P. (2014). First report of an Acanthamoeba genotype T13 isolate as etiological agent of a keratitis in humans. *Parasitology Research*, 113(6), 2395–2400. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3918-5>
- Gupta, N., Bhaskar, H., Duggal, S., Ghalaut, P. S., Kundra, S., & Arora, D. R. (2009). Primary amoebic meningoencephalitis: First reported case from Rohtak, North India. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 13(3), 236–237. <https://doi.org/10.1590/S1413-86702009000300016>
- Iturrizaga, R. (2015). *Detección de amebas de vida libre en aguas de regadío de la zona agrícola de Cañete* (Universidad Alas Peruanas). <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- Kang, H., Sohn, H. J., Seo, G. E., Seong, G. S., Ham, A. J., Park, A. Y., ... Shin, H. J. (2020). Molecular detection of free-living amoebae from Namhangang (southern Han River) in Korea. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57347-1>
- Król-Turmińska, K., & Olender, A. (2017). Human infections caused by free-living amoebae. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(2), 254–260. <https://doi.org/10.5604/12321966.1233568>
- Lalaguaña, C., & Pico, A. (2019). *Determinación de Acanthamoeba spp. y Naegleria fowleri mediante un análisis fenotípico en aguas termales de la provincia de Pichincha-Ecuador* (Universidad Central del Ecuador). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20074/1/T-UCE-0008-CQU-193.pdf>
- Loret, J. F., & Greub, G. (2010). Free-living amoebae: Biological by-passes in water treatment. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213(3), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2010.03.004>

- Maciver, S. K., Fernandez, A., & Koutsogiannis, Z. (2017). *Vannella pentlandii* n. sp., (Amoebozoa, Discosea, Vannellida) a small, cyst-forming soil amoeba. *Experimental Parasitology*, 183(1), 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2017.07.011>
- Majid, M. A. A., Mahboob, T., Mong, B. G. J., Jaturas, N., Richard, R. L., Tian-Chye, T., ... Nissapatorn, V. (2017). Pathogenic waterborne free-living amoebae: An update from selected Southeast Asian countries. *PLoS ONE*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169448>
- Marciano-Cabral, F., & Cabral, G. A. (2007). The immune response to *Naegleria fowleri* amebae and pathogenesis of infection. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51(2), 243–259. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00332.x>
- Matthew J. Page Prisma 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893221002748>
- Mendiola, J., Fresco, Y., & Rodríguez, M. (2020). Encefalitis por amebas de vida libre: herramientas actuales para el diagnóstico y tratamiento tempranos. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 72(3), 1–22. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v72n3/1561-3054-mtr-72-03-e490.pdf>
- Minetto, M., & Lima, R. (2016). *Amebas de vida libre en las pozas de los baños termales de Churín* (Universidad Privada Norbert Wiener). Retrieved from http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/343/T061_40846697_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Orrego-Puelles, E., Casavilca, S., Rodríguez, F. J., Pritt, B. S., Castillo, M., & Castañeda, C. A. (2015). Amebiasis del sistema nervioso central: reporte de seis casos en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(3), 591–597. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v32n3/a26v32n3.pdf>
- Peláez, D. (2019). *Descripción morfológica de Amebas de Vida Libre en fuentes ambientales en Lima*

Metropolitana (Universidad Peruana Cayetano Heredia). Retrieved from https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/6569/Descripcion_PelaezLazaro_David.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ren, K., Xue, Y., Rønn, R., Liu, L., Chen, H., Rensing, C., & Yang, J. (2018). Dynamics and determinants of amoeba community, occurrence and abundance in subtropical reservoirs and rivers. *Water Research*, *146*, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.09.011>

Rosas, S., Caycedo, L., Segura, M., & Gil, N. (2018). Amebas de vida libre asociadas con bacterias intracelulares en aislamientos de humedales y aguas dulces. *Salud i Ciencia*, *2*(1). <https://doi.org/10.21840/siic/153010.CITATIONS>

Saburi, E., Rajaii, T., Behdari, A., Kohansal, M. H., & Vazini, H. (2017). Free-living amoebae in the water resources of Iran: a systematic review. *Journal of Parasitic Diseases*, *41*(4), 919–928. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0950-2>

Samba-Louaka, A., Delafont, V., Rodier, M. H., Cateau, E., & Héchard, Y. (2019). Free-living amoebae and squatters in the wild: Ecological and molecular features. *FEMS Microbiology Reviews*, *43*(4), 415–434. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuz011>

Scheid, P. (2018). Free-Living Amoebae as Human Parasites and Hosts for Pathogenic Microorganisms. *Proceedings*, *2*(11). <https://doi.org/10.3390/proceedings2110692>

Schuster, F. L., & Visvesvara, G. S. (2004). Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals. *International Journal for Parasitology*, *34*(9), 1001–1027. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.06.004>

Sheehan, K. B., Fagg, J. A., Ferris, M. J., & Henson, J. M. (2003). PCR Detection and Analysis of the Free-Living Amoeba *Naegleria* in Hot Springs in Yellowstone and Grand Teton National Parks. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(10), 5914–5918. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.10.5914-5918.2003>

- Solís-Castro, M. E. (2021). Encefalitis letal por amebas de vida libre en tres miembros de una familia, Tumbes, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 38(2), 291–295. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6754>
- Suárez, R., Espinoza, Y., Villanueva, C., Ramos, J., Huapaya, P., & Marquina, R. (2002). Aislamiento de amebas de vida libre del género *Acanthamoeba* a partir de fuentes de agua en la ciudad de Ica. *Anales de La Facultad de Medicina*, 63(2), 101–105. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/379/37963203.pdf>
- Suyo-Prieto, F., Núñez, J., Guzmán, K., Mostajo, F., de Amat, F., Ruiz, M., ... Cabello-Vílchez, A. M. (2020). Primer informe clínico de *Balamuthia mandrillaris* en el distrito de Camaná, Arequipa, Perú. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(2). <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.05.002>
- Taravaud, A., Ali, M., Lafosse, B., Nicolas, V., Féliers, C., Thibert, S., ... Pomel, S. (2018). Enrichment of free-living amoebae in biofilms developed at upper water levels in drinking water storage towers: An inter- and intra-seasonal study. *Science of the Total Environment*, 633, 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.178>
- Thomas, J. M., & Ashbolt, N. J. (2011). Do free-living amoebae in treated drinking water systems present an emerging health risk? *Environmental Science and Technology*, 45(3), 860–869. <https://doi.org/10.1021/es102876y>
- Tolba, M. E. M., Huseein, E. A. M., Farrag, H. M. M., Mohamed, H. E. D., Kobayashi, S., Suzuki, J., ... Sugano, S. (2016). *Allovahlkampfia spelaea* Causing Keratitis in Humans. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004841>
- Trabelsi, H., Dendana, F., Sellami, A., Sellami, H., Cheikhrouhou, F., Neji, S., ... Ayadi, A. (2012). Pathogenic free-living amoebae: Epidemiology and clinical review. *Pathologie Biologie*, 60(6), 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2012.03.002>
- Üstüntürk-Onan, M., & Walochnik, J. (2018). Identification of free-living amoebae isolated from tap water in

Istanbul, Turkey. *Experimental Parasitology*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2018.10.002>

Wagner, C. (2017). *Aislamiento Y Caracterización Molecular De Amebas De Vida Libre En Venezuela* (Universidad de La Laguna). Retrieved from <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6829>

Walker, C. W. (1996). Acanthamoeba: ecology, pathogenicity and laboratory detection. *Br J Biomed Sci*, 53(2), 146–151. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8757692/>

ACTA DE SUSTENTACIÓN
ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N° 018-2022-FCCBB-UI

Siendo las 11:00 horas del día 20 de julio de 2022, se reunieron vía plataforma virtual, meet.google.com/tzc-gkhe-ipu los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada “**Amebas de vida libre potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú 2010 – 2020**”, designados por Resolución 145-2021-VIRTUAL-ACP-FCCBB/D de fecha 09 de setiembre de 2020, con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva | Presidenta |
| Lic. Wilmer Leoncio Calderón Mundaca | Secretario |
| MSc. Manuel Agustín Farcio Villarreal | Vocal |
| Mblga. María Teresa Silva García | Asesora |

Acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 186-2022-VIRTUAL-FCCBB/D, de fecha 18 de julio de 2022.

La Tesis presentada y sustentada por el **Bachiller CÉSAR EDUARDO VEGA OTERO** tuvo una duración de 30 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de MUY BUENO (18) en la escala vigesimal.

Por lo que el Bachiller **CESAR EDUARDO VEGA OTERO** queda **APTO** para obtener el título profesional de Licenciado en Biología – Microbiología - Parasitología, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12.45 hrs. se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firman.



Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva,
Presidenta

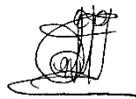


Manuel A. Farcio Villarreal
BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO
C.B.P. 5683

MSc. Manuel Agustín Farcio Villarreal,
Vocal



Lic. Wilmer Leoncio Calderón Mundaca,
Secretario



Mblga. María Teresa Silva García
Asesora

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Quien suscribe, María Teresa Silva García, Asesora de Tesis, del bachiller Vega Otero César Eduardo, tesis Titulada: “Amebas de vida libre potencialmente patógenas aisladas de ambientes acuáticos en Perú 2010 – 2020”, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 5% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 06 de Julio del 2022



Mblga. María teresa Silva García

Asesora de Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANT

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|--------------------------------|----------------------|-----|
| repositorio.uap.edu.pe | 1 Fuente de Internet | 1% |
| repositorio.uwiener.edu.pe | 2 Fuente de Internet | 1% |
| www.dspace.uce.edu.ec | 3 Fuente de Internet | 1% |
| hdl.handle.net | 4 Fuente de Internet | <1% |
| qdoc.tips | 5 Fuente de Internet | <1% |
| es.wikipedia.org | 6 Fuente de Internet | <1% |
| loc7ormedical.com | 7 Fuente de Internet | <1% |
| ma8produccioncientificaluz.org | 8 Fuente de Internet | <1% |
| rev9cienciaysalud.ac.cr | 9 Fuente de Internet | |

<1%

10

1library.co

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Activo Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: César Eduardo Vega Otero
Título del ejercicio: Tesis pregrado
Título de la entrega: Amebas de vida libre potencialmente patógenas aisladas de...
Nombre del archivo: Tesis._CE_SAR_VEGA..docx
Tamaño del archivo: 316.5K
Total páginas: 37
Total de palabras: 7,347
Total de caracteres: 42,888
Fecha de entrega: 31-may.-2022 09:58p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 1848206759

