

Artículo original

**Calidad microbiológica de agua de riego y
su impacto en áreas verdes**

**Microbiological Quality of Irrigation Water and Its Impact
on Green Areas**

DIEGO MARTIN BARREDA GAETE¹

 <https://orcid.org/0009-0002-7671-079X>

RICHARD SABINO LAZO RAMOS²

 <https://orcid.org/0000-0002-7878-7486>

Recibido: 15/10/2024

Aceptado: 05/11/2024

Publicado: 03/12/2024

^{1,2}Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú

E-mail: ¹diegoarredagaete@gmail.com, ²riclazor@virtual.upt.pe



Resumen

En muchas ciudades del mundo, la calidad del agua utilizada para el riego de áreas verdes y la gestión de los suelos en estos espacios públicos se ha convertido en un problema de salud pública. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de riego y la presencia de contaminantes microbiológicos y parasitarios en los suelos de 10 áreas verdes públicas en Tacna, Perú. Se recolectaron muestras de agua y suelo de parques y plazas de la ciudad, las cuales fueron analizadas para detectar bacterias y parásitos zoonóticos, además de evaluar el estado de conservación de estos espacios. Los resultados fueron contrastados con los estándares nacionales para verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos. Los hallazgos indicaron que los niveles de coliformes y *Escherichia coli* en el agua de riego superaban los límites permitidos por las normativas sanitarias, lo que representa un riesgo significativo para la salud. Asimismo, el 10 % de las muestras de suelo contenían parásitos zoonóticos. En cuanto a la infraestructura, el 70 % de los parques y plazas fueron clasificados como "poco amigables", debido a la acumulación de residuos y la falta de mantenimiento. Este estudio resalta la necesidad urgente de mejorar la calidad del agua y la gestión de los suelos, así como de implementar políticas públicas más estrictas en la conservación de áreas verdes urbanas.

Palabras clave: áreas verdes; calidad del agua; contaminación del suelo; políticas ambientales.

Abstract

In many cities around the world, the quality of water used for irrigating green areas and the management of soils in these public spaces has become a public health issue. This study aimed to evaluate the quality of irrigation water and the presence of microbiological and parasitic contaminants in the soils of 10 public green areas in Tacna, Peru. Water and soil samples were collected from parks and plazas in the city, which were then analyzed to detect bacteria and zoonotic parasites, as well as to assess the condition of these spaces. The results were compared to national standards to verify compliance with the established parameters. Findings indicated that the levels of coliforms and *Escherichia coli* in the irrigation water exceeded the limits allowed by sanitary regulations, posing a significant health risk. Additionally, 10 % of the soil samples contained zoonotic parasites. As for infrastructure, 70 % of the parks and plazas were classified as "not user-friendly," due to the accumulation of waste and lack of maintenance. This study highlights the urgent need to improve water quality and soil management, as well as to implement stricter public policies for the conservation of urban green spaces.

Keywords: green spaces; water quality; soil contamination; environmental policies.



1. Introducción

En las últimas décadas, el proceso de urbanización ha llevado a un crecimiento significativo de las áreas metropolitanas, concentrando gran parte de la población en entornos urbanos. Actualmente, más del 55 % de la población mundial reside en ciudades, y se espera que esta cifra aumente a cerca del 68 % para 2050, según estimaciones de las Naciones Unidas. Este fenómeno plantea nuevos desafíos relacionados con la sostenibilidad ambiental, la gestión de recursos y la calidad de vida, incluyendo la preservación y el mantenimiento de áreas verdes urbanas, esenciales para mitigar los efectos del cambio climático y garantizar el bienestar de los ciudadanos (United Nations, 2018).

Por otra parte, la calidad ambiental de las áreas verdes públicas es un componente esencial en la salud y el bienestar de las comunidades urbanas. Estos espacios no solo ofrecen servicios ecosistémicos como la regulación del clima, la reducción de contaminantes atmosféricos y el control del ruido, sino que también constituyen entornos recreativos que favorecen la interacción social y el desarrollo humano (Canteiro et al., 2023). Sin embargo, la falta de un manejo adecuado de estas áreas puede convertirlas en focos de riesgos ambientales, especialmente cuando el agua utilizada para su riego y los suelos que las componen están contaminados con agentes microbiológicos y parasitológicos. En este sentido, el agua utilizada para el riego de áreas verdes es uno de los factores determinantes en la calidad ambiental. Fuentes de agua contaminada, como plantas de tratamiento deficientes o cuerpos hídricos sin adecuada supervisión, pueden contener microorganismos patógenos, los cuales representan un peligro potencial para la salud humana. Las bacterias están asociadas con infecciones gastrointestinales y otras enfermedades que afectan desproporcionadamente a grupos vulnerables, como niños y personas inmunocomprometidas (Cabral, 2010; Yahia et al., 2023). Por otro lado, los suelos en estas áreas también pueden albergar huevos de helmintos y quistes de protozoarios, cuya resistencia ambiental y capacidad de transmisión representan un desafío adicional para la salud pública (Amoah et al., 2018).

La exposición a estos patógenos puede ocurrir de diversas maneras, principalmente a través del contacto directo con suelos contaminados o mediante aerosoles generados durante actividades recreativas. Además, los animales domésticos y callejeros pueden contribuir a la diseminación de estos organismos al depositar material fecal en las áreas verdes, exacerbando los niveles de contaminación (Penakalapati et al., 2017). Estas condiciones son preocupantes, ya que, a menudo, los parques y plazas públicas son frecuentados por niños pequeños, quienes presentan una mayor propensión a comportamientos como la onicofagia o la geofagia, que incrementan el riesgo de infección. En el ámbito de la salud pública, los indicadores microbiológicos y parasitológicos se han establecido como herramientas clave para evaluar la calidad ambiental y los riesgos asociados con el uso de agua y suelo en áreas urbanas. Los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* son indicadores tradicionales de contaminación fecal y calidad del agua, mientras que los huevos de helmintos y los quistes de protozoarios en el suelo permiten estimar la presencia de parásitos que pueden causar enfermedades como toxocariasis, ascariasis y giardiasis (Amoah et al., 2017; Tallon et al., 2005). La evaluación de estos parámetros no solo permite identificar puntos críticos de contaminación, sino que también contribuye a la formulación de estrategias de manejo y políticas públicas orientadas a mitigar riesgos ambientales.

Estudios previos han documentado situaciones similares en otras regiones urbanas, donde la contaminación de áreas verdes públicas ha resultado en la propagación de enfermedades infecciosas, vinculados a prácticas inadecuadas de manejo de recursos hídricos y residuos sólidos (Cáceres et al., 2017; Farfán et al., 2019; Miranda, 2018; Morales, 2014). En este contexto, el estudio tiene como objetivo analizar la calidad del agua y suelo en algunas áreas verdes públicas de la ciudad de Tacna mediante la evaluación de indicadores microbiológicos y parasitológicos. Este enfoque no solo permitió identificar los principales riesgos ambientales asociados con el uso de recursos contaminados, sino también aportar información para el diseño de políticas públicas que promuevan una gestión más sostenible y saludable de estos espacios.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en 10 áreas verdes públicas de la ciudad de Tacna, seleccionadas por su representatividad dentro del entorno urbano. Estas áreas incluyeron tanto parques (5) como plazas (5) que reciben riego mediante camiones cisterna, distribuidos en diferentes zonas de la ciudad. Las áreas seleccionadas fueron elegidas para representar una variedad de condiciones en cuanto a infraestructura de riego, el mantenimiento de las zonas verdes y el nivel de interacción con la población, especialmente niños y familias que frecuentan estos espacios para actividades recreativas.

2.2. Análisis de agua

Para evaluar la calidad del agua utilizada en el riego de las áreas verdes, se tomaron muestras directamente de tres camiones cisterna durante sus actividades de riego en las plazas y parques seleccionados. Las muestras fueron recolectadas de manera aleatoria, garantizando que cada cisterna, que sirve a diferentes parques de la ciudad, fuera representada en el análisis. Se utilizaron frascos estériles etiquetados para evitar contaminaciones cruzadas, y se manipuló el material con medidas de bioseguridad apropiadas. La temperatura del agua fue medida in situ utilizando un termómetro digital calibrado.

Luego, las muestras fueron transportadas en condiciones controladas, dentro de una caja térmica con refrigerantes, hacia un laboratorio acreditado para su análisis. Se realizaron pruebas microbiológicas para determinar los niveles de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, siguiendo el protocolo de la American Public Health Association (APHA, 2023). Estos métodos permiten la cuantificación de bacterias patógenas mediante la técnica de fermentación en tubos múltiples.

2.3. Análisis del suelo

La evaluación de la contaminación parasitaria en los suelos de los parques y plazas públicas se realizó mediante la técnica de muestreo irregular en forma de "X", en la cual se seleccionaron cinco puntos representativos de cada espacio verde: uno en el centro y cuatro en los extremos de cada parque o plaza. Esta metodología asegura una cobertura amplia de cada espacio y es eficaz para representar las variaciones en la calidad del suelo, especialmente en su exposición a fuentes de contaminación.



Las muestras de suelo se recogieron utilizando palas pequeñas y se depositaron en bolsas de polietileno estériles para su posterior análisis. Los suelos fueron procesados en el laboratorio mediante la técnica de flotación en solución salina saturada de Willis-Molloy (Farfán et al., 2019), que permite la separación de huevos de helmintos y quistes de protozoarios presentes en las muestras. Los especímenes se observaron bajo un microscopio óptico con aumentos de 10X a 40X, y se identificaron los parásitos utilizando un atlas de parasitología (Ash y Orihel, 2010).

2.4. Evaluación del estado de conservación de las áreas verdes

La evaluación del estado general de conservación de los parques y plazas se realizó mediante la aplicación de las fichas de evaluación elaboradas por la Dirección General de Salud Ambiental. Estas fichas permiten identificar aspectos clave relacionados con el mantenimiento y la limpieza de los espacios públicos, considerando parámetros como la presencia de residuos sólidos, las excretas de animales, y la infraestructura disponible, incluyendo elementos como bancas, juegos recreacionales y depósitos de basura (Miranda, 2018). Además, se evaluó el estado de las áreas verdes, observando aspectos como la ausencia de maleza y el nivel general de limpieza en cada espacio.

Cada uno de estos parámetros se califica utilizando una escala de 0 a 4 puntos, lo que permite obtener una puntuación total para cada parque o plaza evaluada. Con base en esta puntuación, los resultados obtenidos se clasificaron en tres categorías: "Amigable", si el puntaje obtenido superaba el 75 %; "Poco amigable", cuando el puntaje se encontraba entre el 50 % y el 75 %; y "No amigable", cuando el puntaje fue inferior al 50 %.

2.5. Procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados y organizados utilizando hojas de cálculo en Excel, lo que facilitó la clasificación y comparación de los resultados obtenidos. Además, se utilizaron estadísticas descriptivas para resumir los niveles de contaminación microbiológica y parasitaria en las áreas verdes públicas analizadas. Estos análisis permitieron identificar tendencias generales en los datos y evaluar las condiciones de los diferentes parques y plazas con relación a los parámetros evaluados.

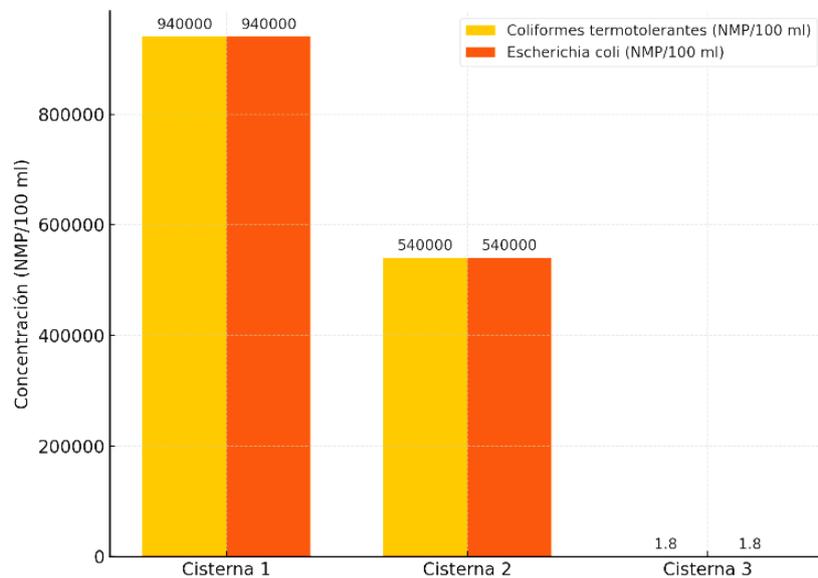
3. Resultados

3.1. Calidad microbiológica del agua de riego

Los resultados microbiológicos obtenidos en las muestras de agua tomadas de los camiones cisterna revelaron diferencias significativas en la calidad del agua utilizada para el riego en las áreas verdes públicas de la ciudad de Tacna. Se analizaron los parámetros de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, y los resultados obtenidos fueron los siguientes, tal como se muestra en la Figura 1: para la cisterna 1 se encontraron 940 000 NMP/100 ml tanto de coliformes termotolerantes como de *Escherichia coli*, valores que exceden considerablemente los estándares establecidos para agua de riego. En la cisterna 2, los valores fueron también elevados, con 540 000 NMP/100 ml para ambos parámetros, igualmente superando los límites permitidos. Por otro lado, en la cisterna 3, los resultados fueron significativamente más bajos,

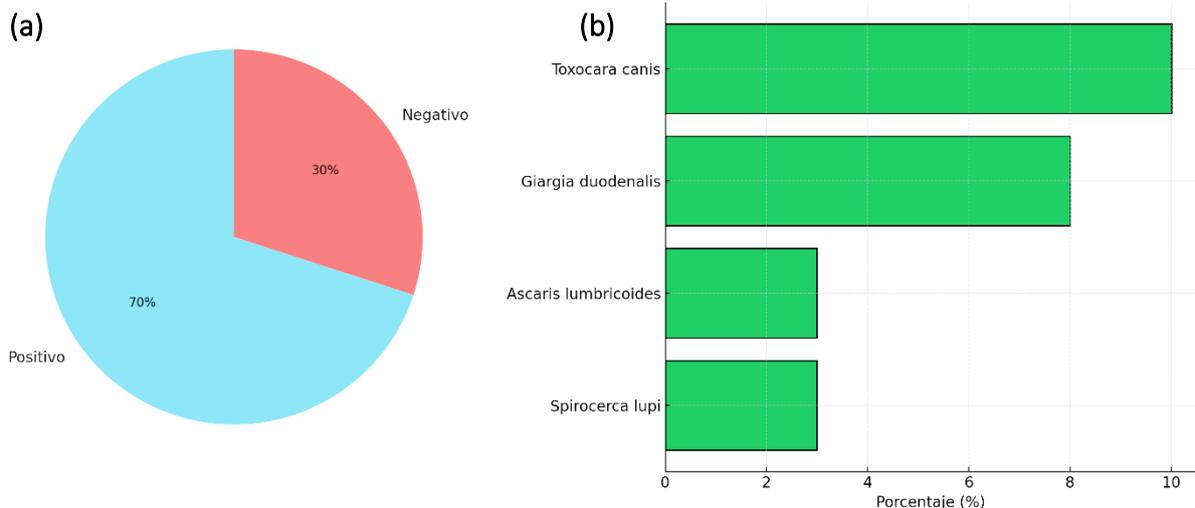
con menos de 1,8 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos para agua de riego.

Figura 1
Comparación de Coliformes y Escherichia coli



Nota. Los valores de los criterios microbiológicos se corroboraron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, de la subcategoría B, destinada para recreación del Decreto Supremo 004-MINAM (2017). Donde se considera como valor límite de 1000 NMP/100 ml para ambos parámetros.

Figura 2
Prevalencia de parásitos en las muestras de suelo



Nota. Se evaluaron 10 áreas verdes entre plazas y parques, de los cuales se analizaron 40 muestras. (a) representa el porcentaje de áreas verdes contaminados. (b) muestra el porcentaje de presencia de parásitos encontrados.

En cuanto a la temperatura del agua, se observó que todas las muestras presentaron un valor promedio de 11,1 °C, lo que no representa un factor de riesgo adicional para el



crecimiento bacteriano, ya que temperaturas más altas favorecen la proliferación de patógenos. Por lo tanto, aunque la temperatura no fue un factor determinante, los niveles de contaminación microbiológica encontrados en las cisternas 1 y 2 indican un uso de agua contaminada que representa un riesgo para la salud pública.

3.2. Contaminación parasitaria en el suelo

En relación a la calidad del suelo, las muestras fueron analizadas para detectar la presencia de parásitos, y los resultados (Figura 2 y 3) mostraron que el 70 % de los parques y plazas presentaron contaminación por parásitos. Los parásitos encontrados incluyeron *Toxocara canis* en el 10 % de las muestras, seguido de *Giardia duodenalis* en el 7,5 %, *Ascaris lumbricoides* en el 2,5 % y *Spirocerca lupi* en el 2,5 %. La presencia de estos parásitos zoonóticos y gastrointestinales en los suelos representa un riesgo potencial para los usuarios de estas áreas verdes, especialmente para los niños, quienes son más susceptibles a infecciones debido a sus comportamientos de contacto directo con el suelo.

Figura 3

Imágenes microscópicas de los principales parásitos en la muestra del suelo



Nota. Se evaluaron 40 muestras. (a), (b) y (c) visualiza a Huevos de *Toxocara Canis*, quistes de *Giardia Duodenalis* y huevos de *Ascaris Lumbricoides* respectivamente.

3.3. Estado de conservación de las áreas verdes

La evaluación del estado de conservación de las áreas verdes, realizada mediante las fichas de evaluación de la Dirección de Higiene Ambiental y Zoonosis, reveló que el 70 % de las áreas estudiadas fueron clasificadas como poco amigables. El 30 % restante fue clasificado como amigable. Las principales deficiencias observadas en las áreas verdes fueron la acumulación de residuos sólidos, la presencia de excretas animales y la falta de infraestructura adecuada, como bancas, juegos recreacionales y depósitos de basura. Aunque las áreas verdes se benefician del riego con agua, los problemas de limpieza y la mala gestión de residuos afectan su estado general de conservación, lo que podría comprometer la seguridad y el bienestar de los usuarios.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan una situación preocupante en cuanto a la calidad del agua utilizada en el riego de áreas verdes públicas en la ciudad de Tacna. En particular, los niveles elevados de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* encontrados en el agua de las cisternas 1 y 2 exceden significativamente los límites establecidos por los estándares nacionales e internacionales para agua destinada a riego. Según el Decreto Supremo N° 004-MINAM (2017), el límite permitido para coliformes en agua de riego es de

1000 NMP/100 ml, pero los resultados de este estudio muestran concentraciones que alcanzan hasta 940 000 NMP/100 ml en la cisterna 1. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que han documentado la presencia de altos niveles de contaminación bacteriana en fuentes de agua utilizadas para riego en áreas urbanas de América Latina. Por ejemplo, en Lima y Arequipa, estudios similares encontraron niveles de coliformes que superaban en muchas ocasiones los límites establecidos (Quispe et al., 2018; Arroyo et al., 2019), lo que subraya un problema común en la gestión del agua de riego en ciudades latinoamericanas.

El hallazgo de altos niveles de *Escherichia coli*, un indicador de contaminación fecal, es particularmente alarmante, ya que esta bacteria está asociada con enfermedades gastrointestinales y otras infecciones humanas (Olaechea, 2016). La presencia de esta bacteria en el agua de riego utilizado en áreas públicas de alto tránsito, como plazas y parques, sugiere un riesgo directo para la salud de los habitantes, especialmente en espacios frecuentados por niños y personas vulnerables. Este hallazgo es coherente con los resultados encontrados por Puyol y Razo (2016) en Ecuador, quienes también detectaron contaminación microbiológica significativa en cuerpos de agua destinados al riego agrícola y público. Esto resalta la necesidad urgente de mejorar la calidad del agua utilizada en el riego, buscando fuentes de agua más seguras o implementando procesos de tratamiento adecuados antes de su distribución para riego.

Por otro lado, los resultados obtenidos sobre la calidad del suelo también revelan un grave riesgo sanitario. La presencia de parásitos zoonóticos, como *Toxocara canis*, en el 10 % de las muestras de suelo es un hallazgo que resalta la deficiencia en el control de la contaminación por heces animales. La toxocariasis, enfermedad causada por este parásito, es especialmente preocupante en áreas urbanas donde los niños tienen mayor exposición a las heces de perros, ya sea debido a la presencia de perros callejeros o a la falta de control de excretas en los parques y plazas públicas (Ash y Orihel, 2010). Este resultado es similar con estudios previos que han encontrado una alta prevalencia de *Toxocara canis* en suelos de áreas públicas, como en investigaciones realizadas en Lima y otros distritos de Tacna (Farfán et al., 2019; Morales, 2014). La transmisión de estos parásitos a través del contacto con el suelo contaminado es una de las principales vías de contagio, particularmente en niños pequeños que son más propensos a poner objetos en la boca después de jugar en el suelo.

El hallazgo de *Giardia duodenalis* y otros parásitos intestinales en las muestras de suelo también es relevante. *Giardia* es un protozoo intestinal que causa giardiasis, una infección que puede provocar diarrea crónica y otros problemas gastrointestinales, especialmente en personas con sistemas inmunológicos comprometidos (Acha y Szyfres, 2001). Este hallazgo concuerda con investigaciones de Armstrong et al. (2011), quienes también encontraron una alta prevalencia de *Giardia* en suelos de parques públicos en Chile, lo que refuerza la importancia de mejorar las prácticas de manejo de residuos sólidos y el control de la fauna urbana en las áreas verdes. Los parásitos pueden sobrevivir durante largos períodos en el ambiente, esperando a ser ingeridos por un hospedador susceptible, lo que pone en evidencia la necesidad de controlar de manera efectiva los residuos animales y las excretas de los mismos en estos espacios.

En relación con la evaluación del estado de conservación de las áreas verdes, los resultados indican que la mayoría de los parques y plazas públicas en Tacna están en condiciones subóptimas, con un 70 % clasificado como "poco amigables". Este hallazgo se alinea con estudios previos que han señalado la deficiencia en la gestión de áreas verdes en



ciudades latinoamericanas, donde la acumulación de residuos sólidos, la presencia de excretas animales y la falta de infraestructura adecuada son problemas comunes. Por ejemplo, en el estudio de Miranda (2018) en Arequipa, el 70 % de los parques fueron considerados "poco amigables" debido a la acumulación de basura y la falta de mantenimiento, lo que refleja una tendencia en diversas ciudades de la región. De manera similar, en la investigación de Cáceres et al. (2017) en Abancay, el 61,9 % de los parques fueron clasificados como "no amigables", lo que subraya que la deficiencia en la infraestructura de los parques y plazas públicas es un problema extendido en diversas regiones de Perú. La falta de bancos, áreas recreativas y la presencia de basura y escombros contribuyen a que estos espacios no solo pierdan su valor estético y recreativo, sino que también representen riesgos para la salud pública.

La gestión de áreas verdes y el tratamiento adecuado del agua de riego son aspectos clave para garantizar que los espacios públicos sean realmente seguros para la comunidad. Diversos estudios han resaltado la importancia de implementar sistemas de tratamiento de agua más rigurosos y estrategias efectivas para el manejo de residuos y control de animales, especialmente en áreas de alta interacción social como parques y plazas (Perevochtchikova, 2013). Este estudio refuerza la necesidad de políticas públicas más estrictas que no solo aborden la contaminación microbiológica y parasitaria, sino que también promuevan una gestión ambiental más integral de los espacios urbanos.

5. Conclusiones

El estudio revela que el agua utilizada para el riego de algunas áreas verdes públicas presenta niveles altos de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, lo que excede los límites permitidos por las normativas ambientales. Esto representa un riesgo significativo para la salud pública, especialmente para los niños y personas vulnerables, destacando la necesidad urgente de mejorar la calidad del agua mediante un tratamiento adecuado antes de su uso en riego.

Se encontró que el 10 % de las muestras de suelo en las áreas verdes públicas estaban contaminadas con parásitos zoonóticos, como *Toxocara canis*, lo que subraya la falta de control en la gestión de excretas animales y la higiene en estos espacios. Este hallazgo pone de manifiesto los riesgos sanitarios, especialmente para los niños, y resalta la necesidad de mejorar las políticas de manejo de residuos y control de la fauna urbana. El 70 % de los parques y plazas públicas en Tacna fueron clasificados como "poco amigables" debido a la acumulación de residuos sólidos y la falta de infraestructura adecuada. Estos resultados indican una deficiencia en la gestión de áreas verdes y la necesidad de implementar políticas más estrictas y efectivas para mejorar la conservación de estos espacios, asegurando su funcionalidad y seguridad para la población.

6. Referencias Bibliográficas

Acha, P. N., y Szyfres, B. (2001). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Volumen III: Parasitosis*. (3ª ed.). Organización Panamericana de Salud. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/711/9275119936.pdf>

American Public Health Association (APHA). (2023). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (24.ª ed.). American Water Works Association, & Water

- Environment Federation. <https://es.scribd.com/document/663250411/Standard-Methods-24th-2023>
- Amoah, I. D., Adegoke, A. A., y Stenström, T. A. (2018). Soil-transmitted helminth infections associated with wastewater and sludge reuse: a review of current evidence. *Tropical Medicine & International Health: TM & IH*, 23(7), 692–703. <https://doi.org/10.1111/tmi.13076>
- Amoah, I. D., Singh, G., Stenström, T. A., y Reddy, P. (2017). Detection and quantification of soil-transmitted helminths in environmental samples: A review of current state-of-the-art and future perspectives. *Acta Tropica*, 169, 187–201. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.014>
- Arroyo, E. Y. (2019). *Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas del río Chili, durante los meses de marzo-mayo, Arequipa 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. http://bibliotecavirtual.unsa.edu.pe:8009/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=718426&shelfbrowse_itemnumber=737906
- Ash, L., y Orihel, T. (2010). *Atlas de parasitología humana* (5ª ed.). Editorial Médica panamericana. <https://es.scribd.com/document/325802252/Atlas-de-Parasitologia-Humana-Ash>
- Cabral, J. P. S. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(10), 3657–3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>
- Cáceres, C. M., Bustinza, R. H., y Valderrama, A. A. (2017). Contaminación con huevos de *Toxocara* sp y evaluación sanitaria de parques en la ciudad de Abancay, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(2), 376. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13064>
- Canteiro, M., Arellano-Aguilar, O., Bravo, J. E. B., y Zambrano, L. (2023). Urban green spaces and their relationship with groundwater quality: The case of a shallow aquifer in the south of Mexico City. *Sustainable Water Resources Management*, 9(5). <https://doi.org/10.1007/s40899-023-00935-x>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. (2017, 7 de junio). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Farfán, D., Quispe, R., Rivera, A., y Lloja, L. (2019). Prevalencia de huevos de *Toxocara* spp. en áreas recreacionales del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa y el nivel de contaminación (ligero, moderado, alto). *Ciencia & Desarrollo*, 24, 58–65. <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.24.786>
- Miranda, T. M. (2018). *Contaminación por parásitos de importancia zoonótica en parques y plazas públicas del distrito de Miraflores, Arequipa-2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/e6f2c8a7-8980-486f-9a9c-1424b54900f4>
- Morales, M. F. (2014). *Contaminación del suelo de viviendas y parques públicos con huevos de enteroparásitos de importancia en salud pública en el distrito de Alto de la Alianza-Tacna*



- 2013 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/589334da-bf60-46f9-950f-b1e4770e2a0a>
- Olaechea, J. (2016). *Calidad microbiológica del agua de consumo de bovinos en dos establos lecheros del distrito de Santa Rita de Siguan, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/1e3c831c-541d-4ea4-883e-c739602c6767>
- Penakalapati, G., Swarthout, J., Delahoy, M. J., McAliley, L., Wodnik, B., Levy, K., y Freeman, M. C. (2017). Exposure to animal feces and human health: A systematic review and proposed research priorities. *Environmental Science & Technology*, 51(20), 11537–11552. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02811>
- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, 22(2), 283-312. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001
- Puyol, J. F., y Razo, A. G. (2016). *Determinación de la calidad de agua del sistema de riego “Chipungales” y su incidencia en la producción de maíz de la comunidad Pungal Santa Marianita del Cantón Guano* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1491>
- Quispe, Y. N. (2018). *Gestión del agua para riego de áreas verdes en el distrito de Pueblo Libre, Lima, Perú* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11915>
- Tallon, P., Magajna, B., Lofranco, C., y Leung, K. T. (2005). Microbial indicators of faecal contamination in water: A current perspective. *Water, Air, and Soil Pollution*, 166(1–4), 139–166. <https://doi.org/10.1007/s11270-005-7905-4>
- United Nations. (2018). *68 % of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN*. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- Yahia, S. H., Etewa, S. E., Al Hoot, A. A. A., Arafa, S. Z., Saleh, N. S., Sarhan, M. H., Rashad, S. I., y Hassan, S. S. (2023). Investigating the occurrence of soil-transmitted parasites contaminating soil, vegetables, and green fodder in the east of Nile Delta, Egypt. *Journal of Parasitology Research*, 2023, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2023/6300563>