

Métodos de concentración y detección de parásitos en agua potable

Methods for Concentrating and Detecting Parasites in Drinking Water

Cerezo Ramirez Lizbeth Aracely^{1,a}, Carballo Mamani Victor Hugo^{1,b}

Resumen

Objetivo: la presencia de parásitos en el agua potable representa un desafío crítico en la prevención de enfermedades, subrayando la importancia de mantener controles rigurosos sobre la calidad del agua. Para asegurar la identificación adecuada de estos parásitos, es fundamental implementar métodos de concentración estandarizados. La habilidad y destreza en la aplicación de estos métodos de concentración e identificación son cruciales para obtener resultados precisos y confiables. **Material y métodos:** se desarrolló un estándar específico y se prepararon varias diluciones para evaluar la eficacia de diferentes métodos de concentración de parásitos: la sedimentación espontánea y la centrifugación. Se emplearon pruebas estadísticas con SPSS versión 22, específicamente la prueba de Kruskal-Wallis, para evaluar la eficiencia de los métodos de concentración de parásitos y detectar diferencias significativas en el número de parásitos recuperados. **Resultados:** se reveló una diferencia significativa entre ambos métodos. Los resultados indicaron que la centrifugación, en términos generales, permitió recuperar un mayor número de parásitos en comparación con el método de sedimentación. **Conclusiones:** esta diferencia resalta la importancia de seleccionar el método adecuado para la concentración de parásitos, ya que puede tener un impacto directo en la precisión de la identificación y, en última instancia, en la seguridad del agua potable. La elección del método de concentración más efectivo no solo mejora la detección de parásitos, sino que también contribuye significativamente a la protección de la salud pública.

Palabras claves: calidad del agua, enfermedad transmisible, parasitología.

Abstract

Objective: The presence of parasites in drinking water poses a critical challenge in disease prevention, underscoring the importance of rigorous water quality monitoring. To ensure the accurate identification of these parasites, standardized concentration methods are essential. Proficiency in applying these concentration and identification techniques is crucial for obtaining precise and reliable results. **Material and Methods:** A reference standard was developed, and various dilutions were prepared to evaluate the efficacy of different parasite concentration methods: spontaneous sedimentation and centrifugation. Statistical tests using SPSS version 22, specifically the Kruskal-Wallis test, were employed to assess the efficiency of the parasite concentration methods and detect significant differences in the number of parasites recovered. **Results:** A significant difference was found between the two methods. The results indicated that centrifugation, in general, allowed for the recovery of a higher number of parasites compared to the sedimentation method. **Conclusions:** This difference highlights the importance of selecting the appropriate method for parasite concentration, as it can directly impact the accuracy of identification and, ultimately, the safety of drinking water. Choosing the most effective concentration method not only improves parasite detection but also significantly contributes to public health protection.

Keywords: water quality, parasitology, Infectious diseases.

Recibido el
16 de enero de 2025

Aceptado
01 de diciembre de 2025

¹Instituto Nacional de Laboratorios de
Salud (INLASA), La Paz – Bolivia
^a<https://orcid.org/0000-0002-6268-2735>
Lizbethcerezo3@gmail.com

^b<https://orcid.org/0009-0000-5439-3151>
victorhugocarballo7@gmail.com

***Correspondencia:**

Cerezo Ramirez, Lizbeth Aracely

Correo electrónico:

Lizbethcerezo3@gmail.com

DOI:

<https://doi.org/10.47993/gmbv48i2.1002>

Los Betancourt y Querales destacan que, según la Organización Mundial de la Salud, alrededor del 25% de las enfermedades a nivel mundial están vinculadas a factores ambientales, como el acceso insuficiente a agua potable y condiciones sanitarias deficientes¹. La contaminación microbiológica (bacterias, protozoos y helmintos) es responsable de más del 90% de las intoxicaciones y la transmisión de enfermedades relacionadas con el agua².

Los patógenos fecales presentes en el agua, tanto en sistemas de abastecimiento tratados como en fuentes naturales, representan un riesgo significativo para la propagación de enfermedades hídricas^{1,3}. En Latinoamérica, la ausencia de métodos generalizados y estandarizados de monitoreo parasitológico contribuye a la persistencia de estas enfermedades⁴. Los riesgos para la salud surgen cuando las personas consumen inadvertidamente agua o alimentos contaminados con quistes u ooquistes infecciosos, o incluso cuando ingieren agua de forma accidental durante actividades creativas¹.

En Bolivia, dentro de la Normativa Boliviana, Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua de Consumo Humano – NB 512, establece métodos para la protección de las fuentes de agua destinadas al consumo, no obstante, los estudios parasitológicos no especifican métodos estandarizados para la detección e identificación de parásitos⁵.

Según las directrices de calidad de la OMS, el agua potable se define como aquella apta para el consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene. Esto significa que debe estar libre de microorganismos patógenos y cumplir

con los parámetros de calidad establecidos^{2,5}.

La aplicación de métodos para la concentración y detección de parásitos en agua potable constituye un procedimiento fundamental en la prevención de enfermedades de transmisión hídrica, aunque presenta dificultades debido a la baja concentración de los agentes parasitarios^{6,7}. Al identificar la presencia de estos patógenos, es posible implementar medidas de tratamiento del agua y promover prácticas de higiene adecuadas para proteger la salud pública⁷. Los parásitos, como ooquistes, quistes y huevos, suelen ser más densos que el agua y otros detritos presentes en la muestra⁸.

La sedimentación espontánea es un método eficiente y económico para la concentración de parásitos en diversos tipos de muestras, incluyendo las de agua destinada al consumo humano⁹. Dentro de los estudios de calidad de agua y en investigación epidemiológica, se emplea el método de centrifugación para detectar y cuantificar parásitos en muestras de agua¹⁰.

El objetivo de este estudio es evaluar la eficiencia de las técnicas de centrifugación en comparación con la sedimentación espontánea para la concentración de parásitos en muestras de agua potable recolectadas dentro del Laboratorio de Entomología y Parasitología del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud “Dr. Néstor Morales Villazón” en La Paz. La selección de estos métodos responde a su amplio uso en investigaciones previas y a su capacidad potencial para concentrar diversas especies de parásitos.

Materiales y métodos

Este estudio descriptivo, prospectivo y comparativo se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología y Parasitología del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud “Dr. Néstor Morales Villazón” – INLASA de La Paz.

Para comparar los métodos, se elaboró un estándar y se realizó un análisis de linealidad, que implicó la preparación de una serie de diluciones conocidas a partir de una muestra con alta concentración. La determinación de parásitos incluyó tres procedimientos básicos: toma de muestra, concentración y detección e identificación.

Preparación de un estándar

Se preparó una suspensión estándar inoculando aproximadamente 2 000 000 parásitos (una mezcla de quistes de *Endolimax nana* y *Entamoeba coli* en proporción 50:1) en 200 mL de agua destilada estéril a temperatura ambiente. La elección de estos parásitos se basó en su disponibilidad en el laboratorio, aislamiento de la misma y facilidad para la identificación microscópica. La suspensión se homogeneizó vigorosamente durante 1 minuto en un vórtex para garantizar una distribución uniforme de los parásitos. Esta suspensión simula una muestra de agua contaminada con una concentración inicial estimada de 10 000 parásitos/mL. Se incluyó un control negativo (agua destilada estéril) para verificar la ausencia de contaminación.

Se preparó material estándar y una serie de diluciones (sin dilución, 1:4, 2:4, 3:4 y control negativo) para comparar las técnicas de concentración. Se realizaron lecturas por triplicado, para la detección, cuantificación e identificación.

Métodos evaluados

Las muestras de agua potable contaminada y los estándares preparados en el Laboratorio fueron previamente homogenizados y posteriormente sometidos a evaluación mediante dos procedimientos de concentración parasitológica.

Técnica de concentración por centrifugación

Cada muestra fue homogenizada por inversión 25 veces. Se alícuotaron 50 mL en cuatro tubos cónicos estériles desechables. Se llevó a centrifugar a 2 500 rpm durante 5 minutos. Tras la centrifugación, se retiró cuidadosamente el sobrenadante de cada tubo manteniendo un volumen residual de aproximadamente 5 mL sobre del sedimento. Los sedimentos se resuspendieron con un agitador tipo Vortex y se combinaron en un único tubo cónico de 50 mL. Este nuevo concentrado se sometió a una segunda centrifugación bajo las mismas condiciones, eliminando nuevamente el sobrenadante hasta obtener un volumen final aproximado de 1 mL de concentrado.

Las muestras se conservaron posteriormente a temperatura ambiente (15-35°C) y humedad relativa entre 15-55 %.

Técnica de concentración por sedimentación espontánea

La muestra se homogeneizó mediante 25 inversiones. Se alícuotaron 50 mL en cuatro tubos cónicos estériles destinados al proceso de sedimentación. Los tubos se mantuvieron en posición vertical en un área estable (sin vibraciones) y a temperatura ambiente durante 24 horas para permitir la sedimentación natural. Tras ese tiempo, se aspiró cuidadosamente el sobrenadante de cada tubo preservando un volumen final de 1-2 mL de sedimento concentrado. Las muestras se almacenaron en condiciones ambientales controladas (15-35°C y 15-55 %H).

Muestras

Las muestras de agua potable usadas en este estudio se obtuvieron en el Laboratorio de Entomología y Parasitología, siguiendo el Protocolo de Toma de Muestras establecido por INLASA, con un volumen de recolección de 2 litros por muestra.

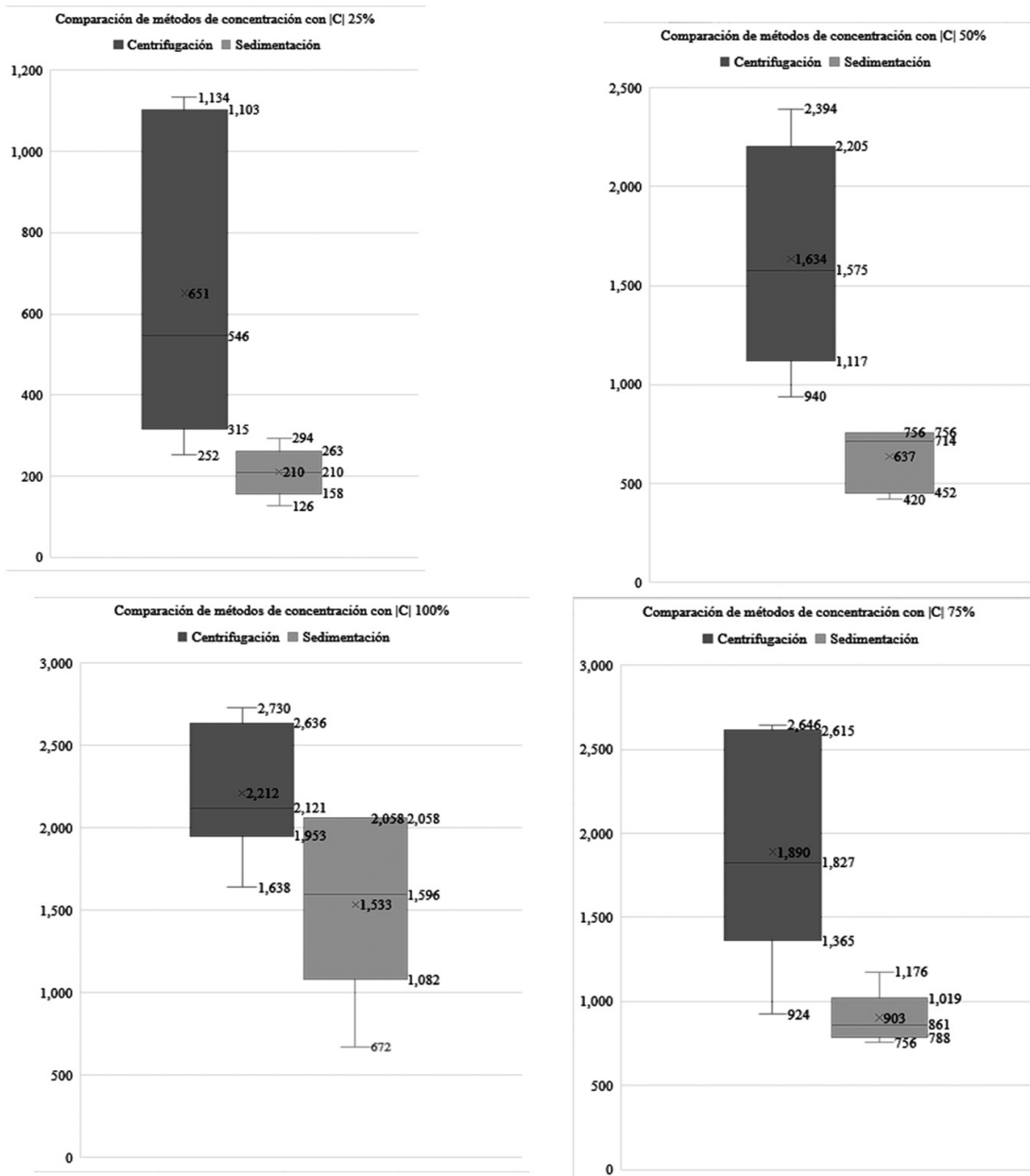


Figura 1: Caja de bigotes de comparación de los métodos de concentración de parásitos en agua potable

Identificación y recuento parasitario

Para identificar los parásitos presentes en las muestras procesadas, se aplicaron los procedimientos descritos en el Manual de procedimientos de Laboratorio para el Diagnóstico de Parásitos Intestinales, específicamente los lineamientos establecidos en el Anexo D.

El recuento se realizó mediante la observación microscópica de un volumen de 20 microlitros de muestra (concentrada por un método), previamente homogenizada, junto a un contraste de 20 microlitros de lugol al 1%. Se examinó la totalidad de cada pozo en la lámina siguiendo un patrón sistemático, de arriba hacia abajo y de lado a lado.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se efectuó utilizando el software SPSS, versión 22, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para comparar la eficiencia de los métodos de concentración evaluados y determinar si existían diferencias en la cantidad de parásitos recuperados, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis, debido a que los datos no cumplían con los supuestos de normalidad.

Tabla 1. Análisis estadísticos descriptivos sobre los métodos de concentración de parásitos en agua potable y sus diluciones.

Método	% de C	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Centrifugación	100%	1 638	2 730	2 212	398,152
Centrifugación	75%	924	2 646	1 890	674,097
Centrifugación	50%	940	2 394	1 633,67	554,059
Centrifugación	25%	252	1 134	651	376,363
Centrifugación	0%	0	0	0	0
Sedimentación	100%	672	2 058	1 533	570,180
Sedimentación	75%	756	1 176	903	152,014
Sedimentación	50%	420	756	637	153,554
Sedimentación	25%	126	294	210	59,397
Sedimentación	0%	0	0	0	0

Resultados

La **tabla 1** muestra que la centrifugación recuperó un mayor número de parásitos en comparación con la sedimentación. Sin embargo, la variabilidad en los resultados fue mayor para la centrifugación, especialmente a porcentajes de concentración más altos. Por otro lado, la sedimentación mostró una menor variabilidad, pero también una menor eficiencia en la recuperación de parásitos.

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Kruskal-Wallis evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de concentración a distintas concentraciones, con valores de p de 0,02; 0,010; 0,004 y 0,008. Dado que todos los valores p fueron inferiores al umbral de significancia establecido ($p < 0,05$), se confirma que ambos métodos presentan rendimientos significativamente diferentes en la recuperación de parásitos.

Esta información se presenta con más detalle en la figura 1.

Discusión

Los resultados muestran que la centrifugación, en general, recuperó un mayor número de parásitos en comparación con la sedimentación. Sin embargo, la variabilidad en los resultados fue mayor para la centrifugación, especialmente a porcentajes de concentración más altos. La sedimentación mostró una menor variabilidad, aunque con una eficiencia inferior en la recuperación de parásitos.

Los datos muestran una tendencia consistente: el número de parásitos recuperados disminuye progresivamente conforme se reduce el porcentaje de concentración en ambos métodos evaluados, siendo este descenso más marcado en el procedimiento de sedimentación espontánea. Esta variación indica que la pérdida de sensibilidad es más pronunciada en dicho método cuando las concentraciones parasitarias son bajas.

Los hallazgos evidencian que la técnica de centrifugación ofrece una mayor capacidad de recuperación parasitaria en comparación con la sedimentación espontánea. Sin embargo, es importante considerar que la eficiencia de ambos procedimientos puede verse afectada por factores, como la densidad y características morfológicas de los parásitos, la presencia de materia orgánica o sólidos suspendidos en el agua, las condiciones físico-operativas del proceso de centrifugación y la pericia del personal técnico encargado del procesamiento, siendo este facto resulta fundamental para reducir errores en la identificación y cuantificación.^{11,12,13}

Tabla 2. Resultados de la Prueba no Paramétrica de Kruskal-Wallis

	100%	75%	50%	25%	0%
Chi-cuadrado	5,097	6,564	8,366	7,055	0,0
Grados de libertad	1	1	1	1	1
Sig, asintónica	0,024	0,010	0,004	0,008	1

La elección del método más adecuado depende de factores como el tipo de parásito buscado, el volumen de muestra, la matriz de la muestra y los recursos disponibles en el laboratorio.

La sedimentación espontánea, por su parte, es un método sencillo y económico que no requiere de equipos especializados. Sin embargo, puede ser menos eficiente para recuperar parásitos de baja densidad y se ve afectada por corrientes de aire o vibraciones. Además, el tiempo de sedimentación requerido (24 horas) limita su aplicación en situaciones que demandan resultados rápidos.

Desde una perspectiva de salud pública, estos resultados son particularmente relevantes, dado que la identificación temprana y precisa de parásitos en agua destinada al consumo humano constituye un componente esencial para la prevención de enfermedades hídricas. Considerando que la parasitosis presenta una distribución global, implementar métodos confiables de detección en sistemas de abastecimiento de agua cobra aún mayor importancia¹⁴.

Particularmente en Latinoamérica, la investigación y estandarización de procedimientos para detectar parásitos en agua, especialmente en agua potable, es un tema que no se ha estudiado a detalle. Esto se evidencia en las pocas observaciones al mundo de la ciencia, así como en el progreso hacia proporcionar un servicio de agua de calidad para toda la población.

La limitada investigación sobre parásitos protozoarios en ambientes acuáticos de América Latina dificulta la evaluación de los riesgos para la salud pública asociados a estos patógenos¹. Implementar métodos fiables de detección es crucial para proteger la salud de las poblaciones y garantizar el acceso a agua segura.

En el contexto boliviano, donde el acceso a agua potable de calidad puede ser limitado en ciertas regiones, resulta fundamental contar con métodos eficientes y accesibles de detección de parásitos. Los resultados de esta investigación pueden servir como base y guía para la elaboración de protocolos de análisis de agua que aseguren la calidad y seguridad del suministro de agua para la población.

Conclusión

Los resultados permiten concluir que la centrifugación es un método más eficiente que la sedimentación espontánea para concentrar parásitos en muestras de agua potable. No obstante, la elección de la técnica más adecuada deberá ajustarse a las características específicas de la muestra, la infraestructura disponible y las necesidades del laboratorio. Se recomienda realizar investigaciones adicionales con un mayor número de muestras y con diferentes especies parasitarias, con el fin de validar los resultados obtenidos y contribuir al desarrollo de protocolos de análisis de agua más sólidos y estandarizados.

Este estudio es un paso importante en la aplicación de metodologías para la detección de parásitos en muestras de agua potable dentro de los laboratorios. Se debe considerar que al momento de realizar las lecturas al microscopio la experiencia del analista y su técnica de conteo pueden influir en los resultados.

A razón que dentro de la Norma Boliviana 512, donde se brindan los parámetros para determinar si el agua es calificada como potable para el consumo humano, no especifica un método para la detección e identificación de parásitos; es por ello que se sugiere considerar el presente artículo para la implementación dentro de los laboratorios a fin de estandarizar el método de concentración e identificación.

Es fundamental continuar con la investigación y el desarrollo de tratamientos adecuados para mantener la calidad de agua, asegurando así un entorno saludable para las generaciones futuras. Además, es imprescindible considerar una amplia variedad de muestras y diferentes patrones de concentración de parásitos para validar los métodos empleados y proceder con su estandarización, asegurando la reproducibilidad y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Financiamiento

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en las instalaciones del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud “Dr. Néstor Morales Villazón” INLASA y financiado por el mismo.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por el Licenciado Ronald López Rodríguez por la gestión y apoyo durante la investigación y a los licenciados: Yuzet López Aruquina y Weymar Salazar Mamani por el apoyo en el procesamiento y lectura de las muestras.

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no hay ningún conflicto de intereses.

Bibliographic references

1. Betancourt WQ, Querales LJ. Parásitos Protozoarios entéricos en ambientes acuáticos: Métodos de concentración y detección. *Interiencia* [Internet]. 2008 [cited 2024 Aug 10];33(6):418–23. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000600006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Robert Pullés M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Rev CENIC Ciencias Biológicas* [Internet]. 2014;45(1):25–36. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181230079005>
3. Gallego Jaramillo LM, Heredia Martínez HL, Salazar Hernández JJ, Hernández Muñoz TM, Naranjo García MM, Suárez Hurtado BL. Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela 2011-2012. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 2014;66(2):164–73. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002
4. Saravia Matus S, Gil Sevilla M, Sarmanto N, Blanco E, Llavona A, Naranjo L. Brechas, desafíos y oportunidades en materia de agua y género en América Latina y el Caribe [Internet]. CEPAL - Serie Recursos Naturales y Desarrollo N°211. 2022. 1–65 p. Disponible en: www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
5. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Compendio Normativo sobre Calidad de Agua para Consumo Humano - NB-512 - Reglamento NB 512 - NB 495 - NB 496 [Internet]. La Paz - Bolivia; 2021. 1–74 p. Disponible en: [https://www.bivica.org/files/6047_Compendio Normativo sobre Calidad de Agua para Consumo Humano. pdf](https://www.bivica.org/files/6047_Compendio%20Normativo%20sobre%20Calidad%20de%20Agua%20para%20Consumo%20Humano.pdf)
6. Pajuelo Camacho G, Luján Roca D, Paredes Pérez B, Tello Casanova R. Aplicación de la técnica de sedimentación espontánea en tubo en el diagnóstico de parásitos intestinales. *Rev Mex Patol Clin* [Internet]. 2006;53(2):114–8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2006/pt062g.pdf>
7. Galezzo MA, Risso Günther WM, Diaz Quijano FA, Rodriguez Susa M. Factores asociados con enfermedad diarreica en área rural del Caribe colombiano. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2020;54:1–12. Disponible en: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002054>
8. Beltrán Fabian de Estrada M, Otárola Mayhua J, Tarqui Terrones K. Manual de Procedimientos de Laboratorio para el Diagnóstico de los Parásitos Intestinales [Internet]. Instituto Nacional de Salud Perú. 2014. Disponible en: [https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1147/serie_normas_tecnicas_nro_37 - SALUD PUBLICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1147/serie_normas_tecnicas_nro_37_SALUD_PUBLICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
9. Terashima A, Marcos L, Maco V, Canales M, Samalvides D, Tello R. Técnica de Sedimentación en Tubo de Alta Sensibilidad para el Diagnóstico de Parásitos Intestinales. *Rev Gastroenterol* [Internet]. 2009;305–10. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292009000400002
10. Roque Herrera KC. Análisis comparativo de métodos de concentración y técnicas de identificación de Giardia lamblia y Cryptosporidium spp en muestras de agua no potable para consumo humano [Internet]. 2018. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/d2dc564c-3789-445f-9816-1025cf5a24c6/content>
11. Manser MM, Santos Saez AC, Chiodini PL. Faecal Parasitology: Concentration Methodology Needs to be Better Standardised. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2016;10(4):1–16. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004579>
12. Ortiz C. Parásitos y medio ambiente [Internet]. Universidad de Sevilla. 2017. Disponible en: [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/65243/Parásitos y medio ambiente. pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/65243/Parásitos%20y%20medio%20ambiente.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
13. Adeyemo FE, Singh G, Reddy P, Stenström TA. Methods for the detection of Cryptosporidium and Giardia: From microscopy to nucleic acid based tools in clinical and environmental regimes. *Acta Trop* [Internet]. 2018;184(December 2017):15–28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.01.011>
14. Leméteil D, Gargala G, Razakandrainibe R, Ballet JJ, Favennec L, Costa D. Comparative Evaluation of Commercial Concentration Procedures for Human Intestinal Parasite Detection. *Lab Med* [Internet]. 2019;50(3):243–8. Disponible en: <https://academic.oup.com/labmed/article/50/3/243/5257797>.