

Informe Técnico de la vigilancia por el laboratorio de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* sp. en aguas 2017 y 2018

Dirección de Redes en Salud Pública

Grupo de Parasitología, Laboratorio Nacional de Referencia

Dirección General

Martha Lucia Ospina Martínez

Directora General Instituto Nacional de Salud

Coordinación

Astrid Carolina Flórez Sánchez

Directora Técnica

Redes en Salud Pública

Esther Cristina Barrios Lina

Equipo Técnico

Subdirección Laboratorio nacional de Referencia

Dirección Redes en Salud Pública

Martha Stella Ayala Sotelo

Coordinadora Grupo de Parasitología

Laboratorio Nacional de Referencia

Dirección de Redes en Salud Pública

Elaborado por

Adriana Catherine Castillo Castañeda

Profesional Universitario

Grupo de Parasitología

Dirección de Redes en Salud Pública

Luz Karime Osorio Arango

Dirección Redes en Salud Pública

1. Introducción

Los parásitos protozoarios *Cryptosporidium spp* y *Giardia sp.* son microorganismos que se encuentran distribuidos a nivel mundial y son patógenos tanto de humanos como de animales (Xiao, Fayer, Ryan, & Upton, 2004) (Kohli et al., 2008). En los humanos han sido asociados a enfermedad gastrointestinal, enfermedad diarreica aguda y crónica; siendo este último un desencadenante del síndrome de mala absorción (Davies & Chalmers, 2009), afectando principalmente pacientes infantiles o adultos con Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) (Clavel et al., 1996; Kotloff et al., 2013).

Se ha reportado una amplia gama de mecanismos de transmisión para estos patógenos tales como, la ingesta de (oo)quistes a través del contacto con manos contaminadas con materia fecal (Núñez, López, de la Cruz, & Finlay, 2003) (Fayer & Ungar, 1986), la ingesta de agua contaminada, ya sea agua superficial (Gallas-Lindemann et al., 2016) (Juranek, 1995), agua recreacional (Shields, Gleim, & Beach, 2008), o agua para consumo humano (Baldursson & Karanis, 2011), y el consumo de alimentos contaminados con (oo)quistes.

Teniendo en cuenta que el agua es uno de los mecanismos de transmisión más efectivos para la transmisión y propagación de estos patógenos en la población, las empresas de acueducto y alcantarillado que se encargan de la potabilización del agua deben llevar a cabo diversos procedimientos para eliminar o inactivar dichos patógenos en las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Los mecanismos más eficientes usados para remover estos parásitos son la coagulación y la filtración; así mismo, el uso de compuestos clorados, ozono y radiación con luz ultravioleta son útiles; desafortunadamente estos mecanismos solo inactivan las formas infectantes: (oo)quistes (Schaefer, Marshall, & Clancy, 2004).

Eliminar estos patógenos parasitarios en la etapa de filtración de la producción de agua potable supone un reto para las empresas de potabilización; por una parte, debido a la alta resistencia de los (oo)quiste a los químicos y condiciones

ambientales; y por otra, dado a la baja tasa de inóculo infectante requerido por el mismo.

1.1. Comportamiento del evento a nivel mundial

A nivel mundial, en los brotes asociados a *Giardia* y *Cryptosporidium*, el agua ha sido un elemento crucial en el desarrollo del evento y la magnitud de población afectada en el mismo. Entre los años 2011 y 2016, se reportaron 381 brotes de origen protozooario atribuidos al consumo de agua contaminada; en la información consolidada, *Cryptosporidium* fue reportado en el 63% y *Giardia* en el 37% (Efstratiou, Ongert, & Karanis, 2017). Por otra parte, en el periodo desde 1975 hasta 2015, a nivel de América Latina se han reportado 16 brotes de esta índole, siendo *Giardia* y *Cryptosporidium* los protozoos encontrados con mayor frecuencia en el APCH (Rosado-García, Guerrero-Flórez, Karanis, Hinojosa, & Karanis, 2017).

Dentro de los lineamientos que se tienen para la determinación, regulación y control de estos protozoos en el APCH se encuentra: Guidelines for Drinking-Water Quality de la World Health Organization (WHO) 2017, Guidance for the Monitoring of Cryptosporidium in Treated Water Supplies in Northern Ireland, Guidelines for Canadian Drinking Water Quality.

1.2. Comportamiento del evento en América

Varios investigadores han reportado que *Giardia intestinalis* como *Cryptosporidium* spp. son los microorganismos transmitidos por el agua que generan la mayoría de los brotes, lo que indica la importancia de contar con sistemas de vigilancia; desafortunadamente, a nivel de Latinoamérica son escasos los datos reportados en los sistemas de vigilancia donde se asocian la presencia de estos parásitos en el agua, el acceso al agua potable y la higiene poblacional (Efstratiou et al., 2017).

Según el reporte de resultado de Rosado-García FM y colaboradores, aunque las publicaciones científicas en Latinoamérica asociadas a este tema son limitadas, se

ha logrado identificar que la frecuencia de brotes en Sudamérica debido a la presencia de estos patógenos en el agua potable es elevada (Rosado-García et al., 2017). Durante el periodo de 1979 hasta 2015, se han reportado 16 brotes debidos a la presencia de protozoos como *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanesis*, *Giardia spp*, *Cryptosporidium sp*. Sudamérica ha reportado un 72.7% de los casos, estas estadísticas están encabezadas por Brasil, seguido de Argentina, Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador, Chile y Surinam. A Centroamérica y las islas del caribe le corresponden el 27.3% de los brotes notificados, siendo México el país con mayor prevalencia (Figura 1).

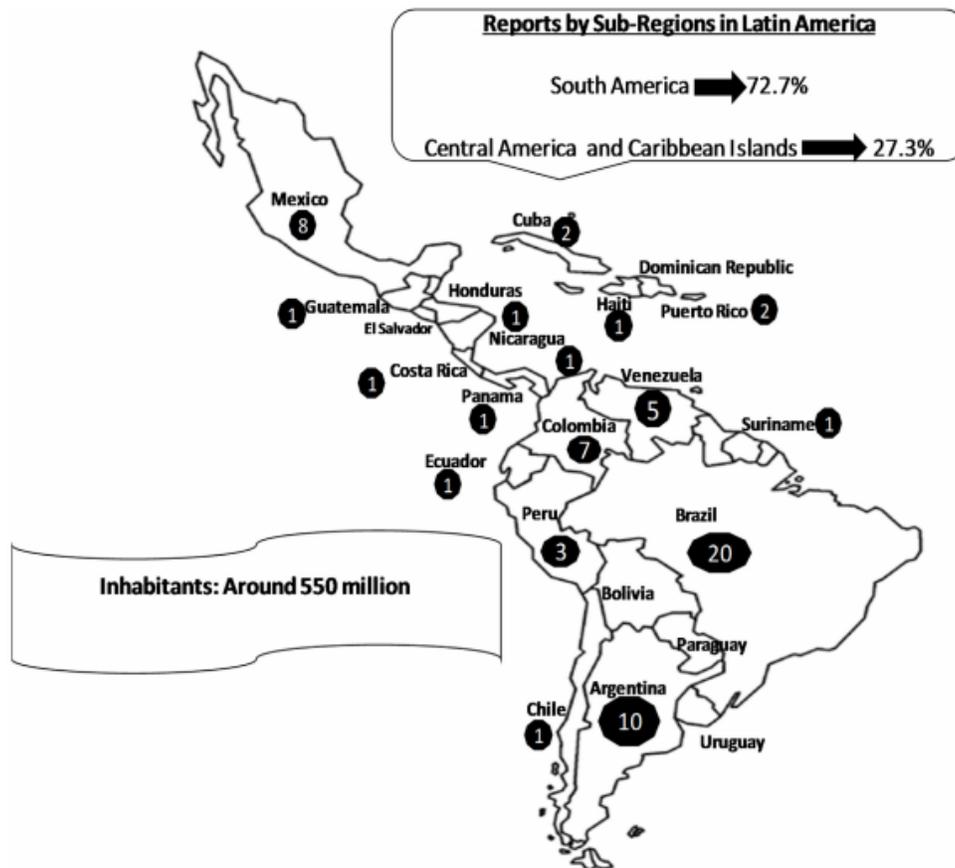


Figura 1. Distribución de brotes causada por agentes protozoarios a nivel de América Latina. Fuente: F.M. Rosado-García et al. / International Journal of Hygiene and Environmental Health 220 (2017) 783–798

1.3. Comportamiento del evento en Colombia

A nivel de América del Sur, Colombia y Brasil (Portaria MS 2914/2011. Regulation. Ministerio da saúde. Brasília-DF) son los únicos países que han implementado leyes para regular la calidad del agua en relación con la presencia de estos parásitos.

En el caso específico de Colombia, la legislación exige la determinación de estos parásitos en aguas por medio del decreto 2115 de 2007 y otra serie de normas nacionales asociados con la verificación y regulación de la presencia estos patógenos (Tabla1); sin embargo, pocos son los prestadores de servicio de los acueductos que cumplen estos estamentos, realizando los análisis respectivos en la frecuencia establecida en los decretos.

Tabla 1. Legislación colombiana asociada a la calidad del agua en relación con la presencia de *Giardia* sp. y *Cryptosporidium* spp.

LEGISLACIÓN	GENERALIDAD
Decreto 1575 mayo 09 de 2007	Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano
Resolución 2115 junio 22 de 2007	Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
Resolución 4716 noviembre 18 de 2010	Mediante el cual se establecen las condiciones para elaborar los mapas de riesgo la calidad del agua para consumo humano
Resolución 0811 marzo 5 de 2008	Por medio del cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución

Fuente: Guía para la vigilancia por el laboratorio de *Giardia* sp y *Cryptosporidium* en muestras de agua – Parasitología INS. Elaborado por Grupo de Parasitología-Dirección de Redes en Salud Pública, INS

Dicha situación es preocupante ya que a partir de investigaciones realizadas para la determinación de *Giardia* y *Cryptosporidium* en muestras de aguas, se ha encontrado una prevalencia significativa de ambos parásitos (Lora-Suarez, Rivera, Triviño-Valencia, & Gomez-Marin, 2016) junto con *Toxoplasma gondii* (Triviño-Valencia, Lora, Zuluaga, & Gomez-Marin, 2016). Por tal motivo, y con el fin de aportar al conocimiento de la distribución y la epidemiología de estos patógenos en aguas no tratadas (superficiales, pozos profundos) y aguas tratadas (agua para consumo humano) a nivel nacional se presentan los datos aglomerados de los reportes realizados al SIVICAP durante el año 2017, junto con el reporte de resultados de muestras de aguas analizadas en el Laboratorio de Parasitología de la Dirección de Redes en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis descriptivo de los resultados obtenidos para la determinación de la presencia de *Cryptosporidium spp* y *Giardia sp.* en las muestras de agua registradas en el Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano y en el grupo de parasitología del Instituto Nacional de Salud durante el 2017 y primer semestre de 2018.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis descriptivo, retrospectivo, utilizando como fuente de información los datos del Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP) correspondientes a las muestras procesadas por las Direcciones Territoriales de Salud para detección de *Cryptosporidium spp* y *Giardia sp.* También se incluyeron los datos del laboratorio de Parasitología de la Dirección de Redes en Salud Pública. El periodo analizado correspondió al año 2017 y primer semestre de 2018.

La determinación de *Cryptosporidium spp.* y *Giardia sp.* en las muestras de agua se realizó de acuerdo con las indicaciones del protocolo EPA 1623.1 de 2012, tanto en muestras de agua tratada como de agua sin tratar; este protocolo permite determinar el recuento de quistes/Litro y ooquistes/Litro.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se analizaron los datos de 176 muestras de agua tomadas por las DTS durante el 2017 y primer semestre de 2018, procedentes de 106 empresas prestadoras del servicio de agua, que suministran a 99 municipios, ubicados en 12 departamentos (Tabla 2).

Tabla 2. Muestras analizadas por departamento.

Departamento	Número de municipios	Número de personas prestadoras	Número de muestras	Muestras no aceptables		Muestras aceptables	
				n	%	n	%
Antioquia	3	4	6	0	0,0	6	100,0
Bolívar	1	1	3	0	0,0	3	100,0
Boyacá	25	25	32	11	34,4	21	65,6
Caldas	6	6	7	0	0,0	7	100,0
Casanare	1	1	16	0	0,0	16	100,0
Chocó	1	1	8	6	75,0	2	25,0
Cundinamarca	29	35	37	6	16,2	31	83,8
Nariño	2	1	18	11	61,1	7	38,9
Norte de Santander	3	3	3	1	33,3	2	66,7
Santander	3	2	8	1	12,5	7	87,5
Tolima	19	20	28	4	14,3	24	85,7
Valle del Cauca	6	7	10	3	30,0	7	70,0
Total	99	106	176	43	24,4	133	75,6

Fuente: SIVICAP – Parasitología INS. Elaborado por Grupo de Parasitología-Dirección de Redes en Salud Pública, INS.

Del total de las muestras analizadas, el 21,0% (37) tuvieron presencia de *Cryptosporidium spp.* y el 19,9% (35) presentaron *Giardia sp.* Teniendo en cuenta estos datos, en total, el 24,4% (43) de las muestras no fueron aceptables para alguno de estos parásitos en agua.

Es importante recalcar que la presencia de cualquiera de estos parásitos en el agua para consumo humano la hace inviable sanitariamente, lo que a su vez afecta totalmente el valor del IRCA.

Las muestras no aceptables se ubicaron en 20 municipios ubicados en 9 departamentos del país, estas corresponden a 19 personas o empresas prestadoras del servicio de potabilización de agua. El 72,1% (31) correspondió a agua tratada, para la cual el punto de muestreo fue en la planta de tratamiento una vez se realizó el tratamiento de potabilización o en la red de distribución y el 27,9% (12) a agua sin tratamiento, estas correspondían al agua de la bocatoma (Agua superficial, río) o punto en pozo profundo (Tabla 3).

Para la información presentada, se debe aclarar que los problemas en la calidad del agua relacionados con la presencia de *Giardia* sp. y *Cryptosporidium* spp. en las muestras de agua tratada analizadas en el municipio de Chiquinquirá obedecen a problemas con la infraestructura de la planta de potabilización de agua, ya que esta era obsoleta y no tenía la capacidad para potabilizar la cantidad de agua suficiente para la población atendida, por lo que la gobernación departamental junto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, han llevado a cabo las actividades enmarcadas en el proyecto: “Construcción de Obras para la Optimización del Servicio de Acueducto del municipio de Chiquinquirá”.

Para el caso de las muestras de agua no tratadas analizadas en Quibdó y Flandes, la presencia de estos parásitos es debida a que estas aguas superficiales pertenecen a ríos con altos índices de contaminación. Para el caso de Quibdó, las riveras del Río Cabí, en especial en el lugar de la bocatoma se encuentran asentamientos humanos a las orillas del río; esta irregularidad debe ser contemplada dentro del mapa de riesgo y como consecuencia, se deben tomar acciones correctivas ya que como se puede evidenciar se tiene presencia de estos patógenos incluso en el agua de la red de distribución.

En contraste, se tiene la fuente de abastecimiento del acueducto en el municipio de Flandes es el Río Magdalena que, aunque es un afluente con una alta concentración de patógenos, la planta de tratamiento es altamente eficiente en el proceso de potabilización que el agua de consumo humano es segura para el consumo.

Tabla 3. Muestras no aceptables por persona prestadora y fuente de abastecimiento

Departamento	Municipio	Persona prestadora	Fuente de abastecimiento	Tipo de agua							
				Sin tratamiento				Tratada			
				<i>Cryptosporidium</i> spp.	<i>Giardia</i> sp.	No aceptable	Aceptable	<i>Cryptosporidium</i> spp.	<i>Giardia</i> sp.	No aceptable	Aceptable
Boyacá	Chinavita	Empresa Solidaria de Servicios Públicos de Chinavita- Boyacá	Quebrada Bolívar	0	0	0	0	1	1	1	0
Boyacá	Chiquinquirá	Empresa Industrial y Comercial de Servicios Públicos de Chiquinquirá	Río Suarez	0	0	0	0	6	6	6	1
Boyacá	Cucaita	A.P.C. Entidad Prestadora de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo	Represa Pijaos	0	0	0	0	1	1	1	0
Boyacá	Somondoco	Unidad Municipal de Servicios Públicos de Somondoco	Quebrada La Cuya	0	0	0	0	1	0	1	0
Boyacá	Toca	Unidad de Servicios Públicos de Toca	Quebrada Las Lajas Raiba	0	0	0	0	1	1	1	0
Boyacá	Tópaga	Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Topaga S.A E.S.P.	Río Susa	0	0	0	0	1	1	1	0
Chocó	Quibdó	EPM Aguas Nacionales E.S.P Epq E.S. P	Río Cabí	3	3	3	0	2	3	3	2
Cundinamarca	Bojacá	Secretaria de Servicios Públicos	Pozo 4	0	0	0	0	1	1	1	0
Cundinamarca	Facatativá	Empresa Aguas de Facatativá	Quebrada La Tribuna	1	0	1	0	0	0	0	0
Cundinamarca	Manta	Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Manta	Las Lajas	0	0	0	0	2	2	2	0
Cundinamarca	Tausa	Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Tausa	Quebrada Chapetón	0	0	0	0	0	1	1	0
Cundinamarca	Viotá	Secretaria de Servicios Públicos Viotá	Río El Ruisito	0	0	0	0	1	0	1	0
Nariño	Cumbal	Empresa de Acueducto y Alcantarillado Empoobando	Río Blanco/Río Chiquito	2	2	2	0	0	0	0	0
Nariño	Ipiales	Empresa de Acueducto y Alcantarillado Empoobando	Río Blanco	1	1	1	0	7	4	8	7
Norte de Santander	Bochalema	Unidad de Servicios Públicos de Bochalema	Quebrada Agua Blanca	0	0	0	0	1	0	1	0
Santander	Vélez	Emprevel E.S. P	Río La Batanera, La Peña, La Chintoca	1	1	1	1	0	0	0	4
Tolima	Lérida	Oficina de Servicios Públicos Municipales Lérida	Río Recio	0	0	0	0	0	1	1	1
Tolima	Espinal	E.A.A.A. Espinal E.S. P	Río Coello	1	1	1	0	0	0	0	2
Tolima	Flandes	Espuflandes E.S. P	Río Magdalena	2	2	2	0	0	0	0	0
Valle del Cauca	Cartago	Emcartago E.S. P	Río La Vieja	1	1	1	0	0	2	2	0
Total				12	11	12	1	25	24	31	17

Fuente: **SIVICAP – Parasitología INS. Elaborado por Grupo de Parasitología-Dirección de Redes en Salud Pública, INS.**

En el caso del alto número de muestras de agua tanto tratadas como no tratadas provenientes del municipio de Ipiales, estas corresponden a las acciones enmarcadas en el estudio del brote de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) que afectó la población durante el mes de julio de 2017 (ver Tabla 4) e incluso a habitantes de municipios aledaños.

Tabla 3. Muestras no aceptables por mes de toma de muestra

Año	Persona prestadora	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Sept.	Nov.	Dic.	TOTAL general
2017	Empresa De Acueducto Y Alcantarillado Empoobando					11					11
	Empresa Industrial y Comercial de Servicios Públicos de Chiquinquirá		3	1			1		1		6
	EPM Aguas Nacionales E.S.P Epq E.S. P				1		2			3	6
	Emcartago E.S. P					3					3
	Espuflandes E.S. P				1					1	2
	Unidad de Servicios Públicos de Toca							1			1
	Unidad Municipal de Servicios Públicos de Somondoco					1					1
	E.A.A.A. Espinal E.S.P				1						1
	Empresa Aguas De Facatativá							1			1
	Emprevel E.S. P					1					1
	Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Tausa				1						1
	Oficina de Servicios Públicos Municipales: Lérida							1			1
	Secretaria de Servicios Públicos Viotá				1						1
	Unidad de Servicios Públicos de Bochalema				1						1
2018	A.P.C. Entidad Prestadora de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado Y Aseo			1							2
	Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios del Municipio de Topaga S.A E.S.P.		1								1
	Empresa Solidaria de Servicios Públicos de Chinavita- Boyacá		1								1
	Oficina de Servicios Públicos del Municipio de Manta	1	1								1
	Secretaria de Servicios Públicos			1							1
TOTAL GENERAL		1	6	3	11	16	1	3	1	1	43

Fuente: SIVICAP – Parasitología INS. Elaborado por Grupo de Parasitología-Dirección de Redes en Salud Pública, INS.

Según el análisis de los resultados obtenidos para las muestras de agua tratadas como no tratadas en el este estudio de este brote de EDA no se pudo determinar el agente causal debido a que se encontraron patógenos (bacterianos, parasitarios y virales) en las diferentes muestras analizadas. Sin embargo, se logró establecer la presencia de contaminación de la fuente de abastecimiento por actividades agropecuarias y antropológicas; así como, falencias en la red de distribución ya que en algunas de las muestras de agua tomadas en los diferentes barrios se determinó que el agua era inviable sanitariamente.

Ahora bien, al analizar la temporalidad en las que las muestras fueron tomadas, se encontró que en julio de 2017 se presentó el mayor número de muestras no aceptables para parásitos en agua, correspondiendo a la información dada anteriormente, seguido por los meses de junio y abril (Tabla 4).

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la cantidad de municipios o ciudades a nivel nacional que reportan los resultados obtenidos para la Determinación de *Giardia* sp. y *Cryptosporidium* spp. en muestras de agua cruda y tratada al SIVICAP y los clientes externos que remiten las muestras al Laboratorio Nacional de Referencia del Instituto Nacional de Salud para dicho fin, son pocos los prestadores de servicio quienes cumplen con lo determinado por la legislación nacional.

Lo anterior se debe a la baja capacidad técnica instaurada y la capacitación de profesionales idóneos que lleven a cabo este diagnóstico a nivel de los LSP y de laboratorios privados que ejecuten este el protocolo estandarizado en el país (EPA 1623.1).

Por otra parte, es importante recalcar que, para el diseño y estructuración del mapa de riesgo de los sistemas de acueducto y alcantarillado de cualquier población a nivel nacional, es necesario establecer la presencia o ausencia de estos patógenos en la red; tanto como de abastecimiento como de distribución. Es así como, podemos evidenciar que el cumplimiento de esta norma tiene falencias o no se lleva a cabo.

Por todo lo anterior, se hace un llamado a los entes de control para exigir el cumplimiento de la norma y así poder fortalecer el sistema de vigilancia, la caracterización de los factores de riesgo en la población y propender por la mejora continua de la salud pública de los colombianos.

6. RECOMENDACIONES

- Fortalecer las acciones de vigilancia y control por parte de los entes reguladores y las partes implicadas en el cumplimiento de la legislación colombiana con relación a la presencia de estos parásitos en el agua para consumo humano.
- Desde los Laboratorios de Salud Pública departamentales y distritales, fomentar las buenas prácticas de higiene, con el fin de minimizar el riesgo asociado a estos agentes patógenos; tales como, adecuado lavado de manos, preparación de alimentos y consumo de frutas y verduras con el adecuado lavado, hervir el agua de consumo ya que es el método más efectivo para la inactivación y destrucción de las formas infecciosas de estos parásitos.
- Sensibilizar a la población en cuanto a la preservación y cuidado de los afluentes de agua de los cuales se abastece el acueducto, con el fin de evitar contaminación zoonótica o antropológica en los mismos.
- Establecer los mapas de riesgo cumpliendo con los requisitos, acciones y normas debidas.
- Con el fin de dar solución al bajo diagnóstico y aumentar el acceso al diagnóstico de *Giardia* sp. y *Cryptosporidium* spp., se propone que al menos seis LSP estén en la capacidad de realizar este diagnóstico, y dar apoyo a los departamentos de la región haciendo diagnóstico al menos una vez al año o según sean el tamaño poblacional de las ciudades y municipios, según las exigencias de la resolución 2115 de 2007, situaciones de emergencia y apoyo a estudios de brotes de EDA con sospecha de que el APCH sea el vehículo de infección, etc.

Estos podrían ser distribuidos de la siguiente forma:



- Laboratorio 1: Región Orinoquía y Amazonia
- Laboratorio 2: Región Pacífica
- Laboratorio 3: Región Caribe y Pacífica
- Laboratorios 4, 5 y 6: Región Andina



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Baldursson, S., & Karanis, P. (2011). Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks – An update 2004–2010. *Water Research*, 45(20), 6603–6614. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.10.013>
- Clavel, A., Arnal, A. C., Sánchez, E. C., Cuesta, J., Letona, S., Amiguet, J. A., ... Gómez-Lus, R. (1996). Respiratory cryptosporidiosis: case series and review of the literature. *Infection*, 24(5), 341–346.
- Davies, A. P., & Chalmers, R. M. (2009). Cryptosporidiosis. *BMJ*, 339(oct19 1), b4168–b4168. <https://doi.org/10.1136/bmj.b4168>
- Efstratiou, A., Ongerth, J. E., & Karanis, P. (2017). Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011–2016. *Water Research*, 114, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.01.036>
- Fayer, R., & Ungar, B. L. (1986). Cryptosporidium spp. and cryptosporidiosis. *Microbiological Reviews*, 50(4), 458–483.
- Gallas-Lindemann, C., Sotiriadou, I., Plutzer, J., Noack, M. J., Mahmoudi, M. R., & Karanis, P. (2016). Giardia and Cryptosporidium spp. dissemination during wastewater treatment and comparative detection via immunofluorescence assay (IFA), nested polymerase chain reaction (nested PCR) and loop mediated isothermal amplification (LAMP). *Acta Tropica*, 158, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.02.005>
- Juranek, D. D. (1995). Cryptosporidiosis: sources of infection and guidelines for prevention. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 21 Suppl 1, S57–S61.
- Kohli, A., Bushen, O. Y., Pinkerton, R. C., Houpt, E., Newman, R. D., Sears, C. L., ... Guerrant, R. L. (2008). Giardia duodenalis assemblage, clinical presentation and markers of intestinal inflammation in Brazilian children. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(7), 718–725. <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2008.03.002>
- Kotloff, K. L., Nataro, J. P., Blackwelder, W. C., Nasrin, D., Farag, T. H., Panchalingam, S., ... Levine, M. M. (2013). Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): a prospective, case-control study.

- The Lancet*, 382(9888), 209–222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60844-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60844-2)
- Lora-Suarez, F., Rivera, R., Triviño-Valencia, J., & Gomez-Marin, J. E. (2016). Detection of protozoa in water samples by formalin/ether concentration method. *Water Research*, 100, 377–381. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.05.038>
- Núñez, F. Á., López, J. L., de la Cruz, A. M., & Finlay, C. M. (2003). Factores de riesgo de la infección por *Giardia lamblia* en niños de guarderías infantiles de Ciudad de La Habana, Cuba. *Cadernos de Saúde Pública*, 19(2), 677–682. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2003000200036>
- Portaria MS 2914/2011 (2012). Portaria MS 2914/2011. Regulation. Ministerio da saúde. Brasília-DF
- Rosado-García, F. M., Guerrero-Flórez, M., Karanis, G., Hinojosa, M. D. C., & Karanis, P. (2017). Water-borne protozoa parasites: The Latin American perspective. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(5), 783–798. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.03.008>
- Schaefer, F. W., Marshall, M. M., & Clancy, J. L. (2004). Inactivation and Removal of Enteric Protozoa in Water. In C. R. Sterling & R. D. Adam (Eds.), *The Pathogenic Enteric Protozoa: Giardia, Entamoeba, Cryptosporidium and Cyclospora* (Vol. 8, pp. 117–127). Boston: Kluwer Academic Publishers. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/1-4020-7878-1_9
- Shields, J. M., Gleim, E. R., & Beach, M. J. (2008). Prevalence of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia intestinalis* in Swimming Pools, Atlanta, Georgia. *Emerging Infectious Diseases*, 14(6), 948–950. <https://doi.org/10.3201/eid1406.071495>
- Triviño-Valencia, J., Lora, F., Zuluaga, J. D., & Gomez-Marin, J. E. (2016). Detection by PCR of pathogenic protozoa in raw and drinkable water samples in Colombia. *Parasitology Research*, 115(5), 1789–1797. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4917-5>
- Xiao, L., Fayer, R., Ryan, U., & Upton, S. J. (2004). *Cryptosporidium* taxonomy: recent advances and implications for public health. *Clinical Microbiology Reviews*, 17(1), 72–97.