



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

**PROTOZOARIOS PATÓGENOS EN AGUAS DE CONSUMO HUMANO DEL
DISTRITO DE ABANCAY - APURÍMAC**

PRESENTADA POR:

SEBASTIANA VIRGINIA BERNILLA DE LA CRUZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2020



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi Madre Victoria De La Cruz Chucas, mi padre Emérito Bernilla Rojas, ya están en el cielo; a mi Dios y la Virgen de Guadalupe, por regalarme día a día la fortaleza necesaria para alcanzar las metas que me he propuesto y con sabiduría infinita han sabido guiarme y cuidarme por el camino del bien y el saber.

A, mi familia mi tía Virginia Aguilar mi segunda madre, partió al lado de nuestro señor; por haberme guiado en el camino del bien, los valores y que ahora me siento orgullosa porque lo llevo en todo momento de mi vida.

A, mis hermanos: César Abraham, Ana María, Oscar, Haydeé, Carmen y Luz Marina por su apoyo moral en los momentos más difíciles que creyeron en mí y se sienten orgullosos por mis logros que; con mucho esfuerzo vengo logrando.

A mis sobrinos: Edwin César, Jimmy Javier, Víctor Waldir, Marilyn Patricia, Claudia Victoria, Leonardo Javier, Stephany y Zoe Valentina quienes siguen los pasos del progreso y el saber.

A mis cuñados: Violeta Fernández y Víctor Pereyra, por creer en mí y por su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno por permitirme llevar este grado académico con mucho orgullo, que servirá para mi presente y futuro Académico y Profesional.

- A mi asesor, Ph.D. Bernardo Roque Huanca, por su apoyo en la conducción del presente trabajo.
- A mi asesor, Ph.D. José Luis Pimentel Flores, por su apoyo decisivo en el muestreo, gestión, indagación e interpretación con los mecanismos eco biológicos en la hidrobiología que dieron frutos para el desarrollo del trabajo de investigación.
- A la empresa EMUSAP- ABANCAY, por permitir el ingreso a muestreo en las zonas de captación del agua.
- Al Dr. Alex Pereda Medina y al Mg. Nilton Loyola Verde de la UNSCH, por su apoyo en las estadísticas del presente trabajo.
- A mis estudiantes de la FMVZ-UNAMBA, por su apoyo en los muestreos en ese largo camino de ubicación de la laguna Rontoccocha.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	2
1.1.1 El Agua	2
1.1.2 Aguas superficiales y subterráneas para consumo humano	2
1.1.3 Entidades responsables en el manejo del agua en el Perú.	4
1.1.3.1 Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS - PERÚ	5
1.1.3.2 Ministerio de Agricultura – INRENA	5
1.1.4 Consideraciones básicas del agua para consumo humano	5
1.1.5 Captación de agua	6
1.1.6 Almacenamiento del agua	6
1.1.7 Desinfección del agua	6
1.1.7.1 Cloración del agua	6
1.1.7.2 Instrucciones para la desinfección de tanques y cañerías.	7
1.1.8 Calidad del agua.	8
1.1.8.1 Calidad del agua y su impacto en la salud humana1	8
1.1.9 Estándares de calidad del agua en el Perú.	9
1.1.9.1 Estándar de calidad ambiental del agua.	9
1.1.9.2 Estándares de calidad de aguas subterráneas.	11
1.1.10 Los Protozoarios.	11
	iii



1.1.10.1	Clasificación de los protozoarios	12
1.1.10.2	Protozoarios flagelados.	13
1.1.10.3	Protozoarios ameboideos.	14
1.1.10.4	Protozoarios ciliados.	15
1.1.10.5	Protozoarios formadores de esporas u ooquistes,	16
1.1.10.6	Características de los Protozoarios patógenos	16
1.1.10.7	Ciclo de vida de los protozoarios.	17
1.1.10.8	Protozoarios patógenos	18
1.1.11	Factores que contribuyen en la purificación natural del agua en lagunas.	30
1.1.12	Factores que contribuyen contaminación del agua por protozoarios.	31
1.1.13	Degradación de aguas de laguna o superficial.	33
1.1.14	Consecuencias de los contaminantes biológicos.	33
1.1.15	Parásitos intestinales en agua de consumo humano	34
1.1.16	Captación de agua para consumo humano del distrito de Abancay.	36
1.1.16.1	Captación Marcamarca, agua subterránea.	36
1.1.16.2	Captación Chinchichaca, agua subterránea.	36
1.1.16.3	Captación Rontoccocha, agua superficial - laguna.	37
1.1.17	Métodos de estudio parasitológico de protozoarios	37
1.1.17.1	Método de flotación	37
1.1.17.2	Método de concentración por flotación de Faust o Sulfato de Zinc al 33%.	38
1.1.17.3	Método de Filtración Simple.	38
1.1.17.4	Método de sedimentación por centrifugación.	38
1.1.17.5	Método de formol- éter o de Ritchie.	39
1.1.17.6	Técnica de sedimentación espontánea de Tubo (TSET). Técnica de Tello.	39
1.1.17.7	Método Ziehl - Neelsen modificado/ Kinyoun. Específico para protozoarios Apicomplexos.	39
1.1.17.8	Método de Ziehl-Neelsen modificado o Kinyoun.	40
1.2	Antecedentes	40

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	44
-----	-----------------------------	----



2.2	Enunciado del problema	45
2.3	Justificación	45
2.4	Objetivos.	46
2.4.1	Objetivo general	46
2.4.2	Objetivos específicos	46
2.5	Hipótesis	46
2.5.1	Hipótesis general	46
2.5.2	Hipótesis específicas	46

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	47
3.1.1	Lugares para muestreo del agua en cuencas hidrográficas y distribución para consumo humano del distrito de Abancay - Apurímac	49
3.1.1.1	Aguas de captación para consumo humano. Distrito de Abancay.	49
3.1.1.2	Aguas de distribución para consumo humano, distrito de Abancay.	51
3.1.2	Transporte y recepción de la muestra de agua.	52
3.1.2.1	Recepción del agua.	52
3.1.3	Lugar del análisis, estudio e identificación parasitológica.	52
3.2	Población	52
3.3	Muestra	53
3.4	Método de investigación	57
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.	57
3.5.1	Diseño del experimento	57
3.5.1.1	Proceso para la identificación de protozoarios	58
3.5.1.2	Uso de materiales equipos e insumos	61
3.5.1.3	Variables que se analizaron.	63
3.5.1.4	Aplicación estadística.	64
3.5.2	Diseño del experimento	65
3.5.2.1	Proceso para la identificación de protozoarios.	65
3.5.2.2	Uso de materiales, equipos e insumos.	65
3.5.2.3	Variables que se analizaron.	65
3.5.2.4	Aplicación estadística.	66
3.5.3	Diseño del experimento	68



3.5.3.1	Proceso para la identificación de protozoarios	68
3.5.3.2	Uso de materiales, equipos e insumos	68
3.5.3.3	Variables que se analizaron.	69
3.5.4	Variable independiente (X)	69
3.5.4.1	Agua de consumo Humano.	69
3.5.5	Variable dependiente (Y)	69
3.5.5.1	Protozoarios patógenos.	69
3.5.6	Aplicación estadística	69

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Protozoarios patógenos presentes en el agua de consumo humano. Distrito de Abancay – Apurímac.	70
4.1.1	Características del agua de captación.	70
4.1.2	Características del agua de distribución.	74
4.2	Cuantificar la contaminación por protozoarios patógenos del agua de consumo humano del distrito de Abancay.	78
4.2.1	Identificación de protozoarios en agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	84
4.2.1.2	Protozoarios y microorganismos presentes en agua de captación Marcamarca, Chinchichaca y Rontoccocha. Distrito de Abancay – Apurímac, 2018.	85
4.2.1.3	Protozoarios y microorganismos presentes en agua de distribución. Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) y unidades familiares. Distrito de Abancay -Apurímac, 2018.	96
4.2.2	Nivel de contaminación por protozoarios en agua de captación y de distribución para consumo humano. Distrito de Abancay –Apurímac, 2018.	104
4.2.2.2	Niveles porcentuales comparativos de contaminación por protozoarios del agua de captación y distribución de consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	104
4.3	Factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	105



4.3.1 Factores intrínsecos y extrínsecos	105
4.3.1.1 Factor intrínseco.	106
4.3.1.2 Factor extrínseco	110
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS	139

Puno, 30 de octubre de 2020

AREA: Ciencias Biomédicas

TEMA: Protozoarios Patógenos en aguas de consumo humano del Distrito de Abancay –Apurímac.

LINEA: Salud Pública



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Olores característicos de diversos compuestos.	4
2. Valores de cloro para tanques y tuberías de agua - consumo humano.	8
3. Categorías y subcategorías del agua.	10
4. Factores de riesgo para la ciclosporiasis en áreas endémicas.	25
5. Parásitos intestinales contaminantes en alimentos, agua y fómites.	35
6. Descripción, tipo de fuente, volumen mensual (m ³), volumen anual (m ³), rendimiento (lt/seg), rendimiento promedio (lt/seg), en aguas de captación. Distrito de Abancay - Apurímac 2018	49
7. Unidades de almacenamiento de agua de captación Distrito de Abancay - Apurímac, 2018	52
8. Afijación proporcional: Mesa	55
9. Afijación proporcional: Piso	55
10. Tablas de trabajo. Materiales y métodos. Distrito de Abancay - Apurímac 2018	60
11. Distribución de frecuencias para los protozoarios patógenos en aguas de captación. Distrito de Abancay - Apurímac 2018	64
12. Distribución de frecuencias para los protozoarios patógenos en aguas de distribución. Distrito de Abancay - Apurímac 2018	64
13. Prueba t Student para igualdad de medias. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	66
14. Análisis de varianza para determinar significativa entre el número de protozoarios	67
15. Evaluar la prueba de hipótesis para la igualdad o diferencia de proporciones	67
16. Distribución de frecuencias del material microbiológico contenido en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	71
17. Distribución de frecuencias porcentuales del número de microorganismos observados en el material microbiológico contenido en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	72
18. Distribución de frecuencias del impacto en la salud de los consumidores del agua de captación. Distrito de Abancay- Apurímac, 2018.	73



19.	Distribución de frecuencias del número de microorganismos observados en el material microbiológico contenido en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	75
20.	Distribución de frecuencias de la proporción de protozoarios observados en el contenido de aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	76
21.	Distribución de frecuencias del impacto en la salud de los consumidores del agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	76
22.	Distribución de frecuencias para el diagnóstico de contaminación del agua de distribución, con agentes microbianos generados por factores antropogénicos o naturales. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	77
23.	Distribución de frecuencias absolutas del número de protozoarios de vida libre y patógenos asociados al número de algas en agua de captación y distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	79
24.	Estadígrafos del número de microorganismos en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	80
25.	Prueba de Levene para el número de microorganismos en muestras independientes tomadas de aguas de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	81
26.	Prueba T – Student para muestras independientes para el número de microorganismos observados en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	81
27.	Estadígrafos del número de protozoarios en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	82
28.	Estadígrafos de la proporción del número de protozoarios diferentes determinados en las muestras de agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	83
29.	Prueba T-Student para muestras independientes la proporción del número de protozoarios y microorganismos observados en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	84
30.	Distribución de tipos de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	87
31.	Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación subterránea Marcamarca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	89



32.	Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación subterránea Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	89
33.	Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de captación Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	90
34.	Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de captación subterránea Marcamarca y Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	93
35.	Distribución porcentual comparativa de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de captación subterránea y superficial para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	94
36.	Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de captación subterránea de Marcamarca, Chinchichaca y superficial Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	95
37.	Distribución de los tipos de Protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución. Distrito de Abancay – Apurímac, 2018.	97
38.	Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución de instituciones educativas primarios – secundarios. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	100
39.	Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de distribución en unidades familiares, Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	100
40.	Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	102
41.	Distribución de los niveles porcentuales comparativos de contaminación del agua por protozoarios y microorganismos para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	105
42.	Parámetros físicos tomados en agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	107
43.	Protozoarios patógenos y microorganismos encontrados en Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) y espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>), de expendio en mercados. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	110



44. Hábitos de consumo de agua de personas adultas, hombres y mujeres de 35 - 70 años de edad. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018. 112
45. Hábitos de consumo de agua por niños y niñas de Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) de 08 -14 años de edad. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018. 113

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Representación de la clasificación en tres reinos de seres vivos y sus subgrupos y su distinción de tipos celulares.	13
2. Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados.	18
3. Fases del ciclo vital de Apicomplexo	18
4. Ciclo general de transmisión hídrica de los agentes parasitarios, antropológicos y zoonóticos.	31
5. Plano de Abancay y zonas de muestreo de agua de distribución. Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) y unidades familiares. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	48
6. Ubicación de puntos de movimiento del agua de laguna Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	56
7. Ubicación de puntos de muestreo de laguna Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018	57
8. Distribución de frecuencias para el diagnóstico de contaminación microbiológicas, agua de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	74
9. Distribución de frecuencias porcentuales del material microbiológico en agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	75
10. Distribución de frecuencias del número de protozoarios en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	78
11. Distribución de frecuencias absolutas de la cantidad de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	86
12. Distribución de frecuencias porcentuales de protozoarios y microorganismos / (mL) en agua superficial de captación Rontoccocha. Abancay, 2018. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	91
13. Distribución del porcentaje comparativo de protozoarios y microorganismos / (mL) en agua de captación subterráneas de Marcamarca y Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	92
14. Distribución de frecuencias absolutas comparativas de la cantidad de Protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	98



15.	Distribución de frecuencias de la proporción de protozoarios y otros agentes en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	102
16.	Frecuencia de limpieza de tanques de almacenamiento de agua de distribución en unidades familiares. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.	114
17.	Diatomea <i>Tabeliaria flacculosa</i>	140
18.	Anelido o helminto <i>Tubilex tubilex</i>	140
19.	Rotífero. <i>Synchaeta stylada</i>	140
20.	Protozoario ciliado De peces. <i>I. multifiliis</i> .	140
21.	Rotifero <i>Furcularia forticula</i>	140
22.	Protozoario ciliado sp	140
23.	<i>C. cayetanensis</i>	141
24.	Protozoario ciliado <i>Holophrya nigricans</i>	141
25.	Nematodo (Larva).	141
26.	Alga azul. Cianobacteria <i>Phormidium sp (a)</i>	141
27.	Gastrotricos <i>Ichthyidium podura</i>	141
28.	Protozoario ciliado <i>Stylonychia sp</i>	141
29.	Nematodo. Larva	143
30.	Braquiópodo. <i>Alonella exigua</i>	143
31.	Rizopodos. Tecamebas (<i>Ameba tecada</i>). <i>Trinema enchelys</i> .	143
32.	Protozoario ciliado <i>Epalxella mirabilis</i>	143
33.	Protozoario ciliado. <i>Frontania acumulata</i>	143
34.	Rotífero <i>Philodina roséola Ehrenberg</i>	143
35.	Protozoario ciliado <i>Colpidium colpoda</i>	143
36.	Protozoario ciliado. <i>Cyclidium citrullus</i>	143
37.	Nematodo. <i>Monhystera similis</i>	143
38.	Rizopodo tecameba. <i>Nebela collaris</i>	143
39.	Protozoario ciliado <i>Stentor sp</i>	143
40.	Artrópodo. Braquiópodo <i>Alonella exigua</i>	143
41.	Muestreo de agua	145
42.	Diseño de reservorios	145
43.	Toma de pH, T° ambiente del	145
44.	Pozas de agua de captación.	145
45.	Toma de muestra pozas	145
46.	Pozas de agua de Chinchichaca	145



47.	Toma de medida de profundidad de pozas para muestreo	145
48.	Toma de temperatura y pH de las muestras	145
49.	Toma de profundidad del lugar de muestreo	145



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Protozoarios y algas en aguas de distribución del Distrito de Abancay.	140
2. Muestreo de aguas de captación	145
3. Croquis del reservorio Prado. Agua de distribución. Zona centro, lugar de investigación. Distrito de Abancay. 2018	146
4. Identificación de microorganismos de vida acuática por objetivos específicos: Agua de captación. Laguna Rontoccocha, Marcamarca y Chinchichaca para consumo humano. Distrito de Abancay. febrero – mayo 2018	147
5. Parámetros microbiológicos y parasitológicos, como indicadores de calidad del agua	151
6. Población total de la provincia de Apurímac. ASIS 2017	151
7. Metodología para análisis de agua de consumo humano. Digesa- 2017	152
8. Credencial de permiso para muestreo. EMUSAP S.A.C. 2018	153
9. Resultados de análisis Laboratorio Inter Labs. 2018	154

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la presencia de protozoarios patógenos en aguas de consumo humano del distrito de Abancay. Evaluándose el agua de captación, Marcamarca, Chinchichaca, Rontoccocha y de distribución en 10 colegios primarios, secundarios y 20 unidades familiares al azar. En época lluviosa y estiaje (febrero –mayo); en 20 litros de agua cada 15 días/4 meses, con sedimento de 200 a 250 ml por muestra, conservadas con formol al 10% y la técnica de Ziehl – Neelsen. Con análisis estadístico probabilístico para muestreo aleatorio simple que determina el porcentaje de positivos y negativos por tipo de protozoario y/o agente encontrado. Aguas de captación fue negativo a protozoarios patógenos, aguas de distribución de unidades familiares se encontró *Cyclospora cayetanensis* al 3.1%/20 L. Adicionalmente se muestreo espinacas y lechugas de expendio en mercados del distrito de Abancay para determinar hábitos de consumo en la población, encontrándose *Giardia duodenalis*, *Cyclospora cayetanensis* mayor a 36 ooquistes y quistes, *Entamoeba coli* mayor a 26 quistes, protozoarios de vida libre y helmintos de animales menores a 5 huevos y helmintos de humanos mayor a 5 huevos, todos evaluados en 20L de agua respectivamente. Se concluye que el agua distribución de unidades familiares presento *Cyclospora cayetanensis*, un protista emergente que contribuye significativamente con las Enfermedades de Trasmisión Alimentarias (ETAs) a nivel mundial; con el agravante del consumo crudo de hortalizas como fuente de parásitos representando un riesgo potencial en la presentación de enfermedades por protozoarios en el distrito de Abancay.

Palabras clave: agua potable, contaminación, enfermedades entéricas, indicadores y Protozoario patógeno,



ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the presence of pathogenic protozoa in waters for human consumption in the Abancay district. Evaluating the catchment, Marcamarca, Chinchichaca, Rontoccocha and distribution water in 10 primary school and high school and 20 random family units. In rainy season and low water (February – May); in 20 liters of water every 15 days / 4 months, with sediment of 200 to 250 ml per sample, preserved with 10% formalin and the Ziehl - Neelsen technique. With probabilistic statistical analysis for simple random sampling that determines the percentage of positives and negatives by type of protozoan and / or agent found. Catchment water was negative to pathogenic protozoa. *Cyclospora cayetanensis* at 3.1% / 20 L was found to be distribution water. Additionally, spinach and lettuce were sampled in markets in the Abancay district to determine consumption habits in the population. *Giardia duodenalis*, *Cyclospora cayetanensis* greater than 36 oocysts and cysts, *Entamoeba coli* greater than 26 cysts, free-living protozoa and helminths of animals less than 5 eggs and human helminths greater than 5 eggs, all evaluated in 20L of water respectively. It is concluded that the water distribution of family units presented *Cyclospora cayetanensis*, an emerging protist that contributes significantly to Foodborne Diseases (FADs) worldwide; with the aggravation of raw consumption of vegetables as a source of parasites representing a potential risk in the presentation of diseases by protozoa in the Abancay district.

Keywords: drinking water, enteric diseases, indicators, pathogenic protozoan and pollution.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en el agua de consumo de la población del Distrito de Abancay Departamento de Apurímac ciudad ubicada al sur este del Perú, es la segunda ciudad más poblada del departamento, que cuenta con 7 provincias. Por ser un mineral indispensable para la vida, y la contaminación por protozoarios es uno de los peligros más importantes que amenaza el bienestar de la humanidad, por una diversidad de agentes siendo los protozoarios de vida libre y patógenos los causantes de problemas entéricos; encontrados en lodos de plantas de tratamiento, aguas residuales, en aguas corrientes que discurren por ciudades con población antropogénica; así como en hortalizas de tallo corto, cuyo consumo crudo da lugar a disturbios digestivos por ser regados con aguas servidas o de segundo uso.

El estudio consideró una evaluación cuantitativa, y plantea la siguiente interrogante: ¿En qué medida los protozoarios patógenos se encuentran presentes en agua de consumo humano?, teniendo como interés de estudio. Determinar la presencia de protozoarios patógenos en agua de consumo humano, del área de dominio de la Empresa Municipal de Agua Potable (EMUSAP- SAC), en tres cuerpos de agua de captación; Rontoccocha, Marcamarca, Chinchichaca y agua de distribución de colegios primarios, secundarios y unidades familiares, en época lluviosa y estiaje. Como objetivos específicos; a) Determinar los protozoarios patógenos presentes en el agua de consumo humano, b) Cuantificar el nivel de contaminación por protozoarios patógenos y c) Determinar cuáles son los factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en agua de consumo humano del distrito de Abancay- Apurímac. La investigación contiene cuatro capítulos: El Capítulo I trata de la revisión de literatura, que comprende el marco teórico y antecedentes. En el Capítulo II contempla el planteamiento del problema, interrogantes, objetivos e hipótesis. El Capítulo III comprende los materiales y métodos, considerando el lugar de estudio, población, muestra, métodos de investigación, descripción detallada de los métodos por objetivos específicos. El Capítulo IV contempla los resultados y discusión, además de las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Marco teórico

1.1.1 El Agua

Es un recurso muy importante para la vida de las personas, animales y plantas; se utiliza para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y usos domésticos, se suministra por redes de distribución pública o privada (Salazar, 2011). En el mundo, al menos 2,000 millones de personas se abastecen de una fuente de agua potable contaminada por heces, pudiendo transmitir enfermedades como diarrea, cólera, disentería, fiebre tifoidea y poliomielitis (OMS, 1993); y provoca más de 502,000 muertes por diarrea al año; según la UNICEF (1999) los que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades son los lactantes, niños pequeños, personas débiles, adultos mayores, personas con inmunodeficiencia, y acciones antihigiénicas, por el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua; la (OMS, 2006; OMS, 2007), indica, hervir el agua antes de beber, por la sensibilidad de los microorganismos.

1.1.2 Aguas superficiales y subterráneas para consumo humano

Aguas superficiales provienen de precipitaciones de las nubes o de depósitos que éstas forman, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas (SUNASS, 2010). En cambio Suzanne y Graizbord (2002) el agua subterránea o sub-superficial es aquella que se filtra a través de la superficie de la tierra y es almacenada en los espacios porosos de las rocas o materiales aluviales de arcilla, limo arena y grava, así como en grietas de rocas duras fracturadas. Además, son afectados por factores

antropogénicos, por acciones de origen agrícola, ganadero cercanos a los acuíferos, etc. y la infiltración de aguas residuales (Hirata, 2002).

Según, Global Health and Education Foundation (2008) el área rural es un factor de contaminación del agua superficial como ríos y canales con heces de animales, de humanos y animales que pastorean en la zona, son arrastrados con las lluvias a las lagunas, lagos o acequias de conducción; en cambio según, OMS (2011) en zona urbana la distribución del agua muchas veces se encuentra en pésimas condiciones por la roturas de tuberías. Siendo la empresa abastecedora del agua la responsable (Schmoll *et al.*, 2006)

La Comisión Técnica Multisectorial (2009), OMS (2011) al ser la cuenca la unidad básica natural para la gestión del agua, interactúan aspectos físicos, como el agua, aire, clima, suelos, subsuelo y minerales; biológicos como la flora, fauna; y antropogénicos, socioeconómicos, culturales e institucionales, límites departamentales, provinciales con el ámbito de la cuenca hidrográfica o agrupaciones de ellas.

Salazar (2011) indica que la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) es el ente regulador del agua y saneamiento en el Perú, institución según marco legal aprueba y regula tarifas que incluyan un monto para la retribución por servicios eco sistémicos; reafirmando Ramsar (2008), el manejo de los recursos hídricos, es comprender las relaciones entre humedales y aguas superficiales, función de las aguas subterráneas y el mantenimiento de sus características de humedad, así como los servicios que brindan estos ecosistemas.

Además, el Ministerio del Ambiente MINAM – VMGA (2012), indica que son ecosistemas frágiles, considerados en el Art. 99° de la Ley General del Ambiente, Ley N° 28644; en la Categoría 4, de la conservación del ambiente acuático; Sub categoría E1; las lagunas y lagos, no presentan corriente continua, son de origen y estado natural lenticó incluyendo humedales, tanto al cuerpo de agua (lago o laguna), como a los afluentes superficiales (ríos y arroyos), son vías naturales que transportan toda la carga física y química, que finalmente terminan en un lago o laguna. Amparado mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM,-VMGAL del 19 de diciembre de 2015. El peruano (Tabla 3).

Madigan (2009), explica que el agua es un medio muy apreciado por los microorganismos porque les permite realizar procesos metabólicos reproductivos; depósito de excretas, medio de transporte; hábitat de las algas, cianobacterias, bacterias y virus; algunas fuentes naturales que generan malos olores en las aguas por bacterias reductoras de sulfatos, bacterias verdes azuladas descomponen el grupo químico sulfato y emite al exterior de la célula hidróxido de azufre produciendo olores a huevo podrido. Además las algas azules o cianobacterias generan geosmina, compuesto químico que da olor característico a tierra mojada (De León, 2007; y Gamazo, 2013) explican, que estas emisiones se presentan por la floración excesiva de algas, aumentando la turbidez, retención de las aguas, factores antropogénicos por contaminación nitrogenada que estimula la eutrofización del agua superficial (Vargas, 2004; OMS, 2007)

Tabla 1
Olores característicos de diversos compuestos.

Olor característico	Origen del olor
Balsámico	Flores
Químico	Aguas residuales industriales
Medicamentoso	Fenol
Azufre	Ácido Sulfúrico y Ácido Sulhídrico
Séptico	Alcantarillado
Legumbres	Hojas en descomposición
Cloro	Cloro Residual Libre
Tierra	Cianobacterias, arcillas húmedas

Fuente: (Vargas, 2004; OMS, 2007)

1.1.3 Entidades responsables en el manejo del agua en el Perú.

DIGESA-MINSA (2011) elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, con el objetivo de proteger, promover la salud y bienestar en la población; y autoridades encargadas de dirigir y supervisar son los gobiernos regionales y locales. MINAM (2015), MINAM (2017) amparados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, el Perú que designa, como límites máximos permisibles los parámetros microbiológicos y parasitológicos indicadores de calidad del agua para consumo humano (Anexo 5).

1.1.3.1 Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS -PERÚ)

Dirigido por la Presidencia de Consejo de Ministros (2014) cuyo objetivo es conservar y cuidar las áreas verdes, la infraestructura natural, glaciares, bosques; y fuentes de agua con un pago simbólico en el recibo de agua.

1.1.3.2 Ministerio de Agricultura – INRENA

La Dirección General de Aguas y Suelos estudia y organiza el manejo integrado de las cuencas hidrográficas.

1.1.4 Consideraciones básicas del agua para consumo humano

OMS (2006), OMS (2011), mencionan el ser humano puede obtener agua para su consumo, producto de un proceso de tratamiento o de fuentes naturales, como pueden ser ríos, lagos, nevados, etc; y (OPS-OMS,2004) explica el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano con parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos, que debe cumplir el agua bebible y descarta las bacterias coliformes (*Escherichia coli*, común de ellas). Al incrementarse de manera abrupta, puede producir infecciones intestinales; no debe contener huevos, larvas de gusanos, protozoarios, entre otros que son dañinos para la salud humana. (Aurazo, 2004; OMS, 2011)

(DIGESA-MINSA, 2011; OMS, 2011) consideran como criterio principal, que el agua apta para consumo humano este limpia, salubre, libre de microorganismos o parásitos que supongan riesgo para la salud humana; aplica parámetros cuyas características deben tomarse en cuenta, así como color, olor, sabor pH entre otros factores:

- **El color:** primer parámetro sirve para establecer si el agua puede ser de uso doméstico; y la potabilidad, se establece cuando es incolora; cuando el agua presenta cierto color o presenta turbidez, disminuye su calidad.
- **El olor:** el agua potable debe ser inodora; indican que ha estado o está en contacto con productos químicos, bacterias o materia orgánica.

- **El sabor:** principal factor que define la calidad y pureza; y está asociada como agua de mala calidad, ocurre principalmente por la presencia de algas o bacterias.

1.1.5 Captación de agua

La red de agua potable unido al sistema de captación permite que llegue el agua al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad. la OMS (2011) clasifica según la fuente en agua de mar, agua superficial; procede de lagos o ríos, de lluvia almacenada, subterránea y aguas procedentes de manantiales naturales; y según SUNASS (2014), es importante tener en cuenta que esta agua antes de ser enviada a las viviendas se transformará en agua potable, pasando por un proceso de saneamiento y desinfección.

1.1.6 Almacenamiento del agua

Es el acopio del agua de zonas de captación y almacenadas para su desinfección, y posterior distribución, (OMS, 2011). Acciones particularmente beneficioso en el caso de los microorganismos resistentes, como Giardia y algunos virus (Aurazo, 2004; OPS-OMS, 2004). DIGESA-MINSA (2011) en su Artículo 27°, control y calidad del agua, y el artículo 20° de la supervisión de calidad, programadas para cada proveedor según el ámbito de competencia, incluyen la fuente del agua, el sistema de tratamiento, almacenamiento y distribución.

1.1.7 Desinfección del agua

Proceso fundamental y utiliza productos químicos como el cloro; sirve como barrera eficaz especialmente para bacterias durante el tratamiento del agua de consumo humano; usado en aguas superficiales, subterráneas expuestas a contaminación fecal (OMS, 2007); sirve de garantía e inocuidad microbiana de aguas superficiales, y habitualmente la filtración (OMS, 2006); como primera barrera de reducir al mínimo los contaminantes de la fuente de abastecimiento (DIGESA-MINSA, 2011)

1.1.7.1 Cloración del agua

OMS (2007), DIGESA-MINSA (2011) consideran al cloro o hipoclorito sódico (lejía), como el compuesto práctico para la desinfección del agua para consumo humano, que debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Volumen del agua a desinfectar y la concentración en cloro.
- b) Importante que la lejía usada, debe ser apta para la desinfección del agua para consumo humano.
- c) Tiempo de actuación mínimo antes del consumo 30 minutos, añadiendo la lejía y agitando con instrumento limpio.
- d) Precaución con el manejo de hipoclorito, por su acción cáustica sobre piel.
- e) El resultado de las operaciones de cloración, debe ser controlado respecto a la presencia del contenido final de cloro libre y oscilar entre 0,2 y 1,0 mg/litro ó (ppm).

Las dificultades para mantener las concentraciones residuales en determinados puntos de un sistema de distribución o su desaparición gradual podrían indicar la elevada demanda de oxidantes en el agua o en tuberías por la proliferación de bacterias; además la vigilancia de sistemas de captación de agua por tuberías no resultará de mucha utilidad si está disponible para una pequeña parte de la población o si representa a una minoría de suministros (DIGESA-MINSA, 2011). El desarrollo de estrategias con programas de vigilancia, recopilar, analizar, resumir datos, notificar hallazgos; recomendaciones correctivas y seguimiento oportuno de estas acciones (OMS, 2011) por autoridades responsables de la vigilancia del sistema de captación, organizados con visión en Salud pública (OMS, 2007).

1.1.7.2 Instrucciones para la desinfección de tanques y cañerías.

La OMS (2011) cuanto más protegida esté la fuente de abastecimiento de agua, menor será la necesidad de recurrir a su tratamiento o desinfección. Ambientum (2009) debe protegerse de la contaminación durante su almacenamiento y suministro a los consumidores, asegurándose que los sistemas de distribución estén protegidos. DIGESA-MINSA (2011) para la desinfección y limpieza de recipientes y tuberías, según el volumen de agua y la cantidad de desinfectante, tabla 2:

Tabla 2
Valores de cloro para tanques y tuberías de agua - consumo humano.

Capacidad del sistema (incluidos tanques y tuberías) en litros	Cantidad de compuesto de cloro del sistema necesario: lejía (en litros)	
	Al 5% (50 gr de cloro/litro)	Al 10% (100 gr de cloro/litro)
1.000	1 ml	0,5 ml
5.000	5 ml	2,5 ml
10.000	10 ml	5 ml

Fuente: DIGESA-MINSA (2011)

Según el procedimiento:

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente, llenar los depósitos completamente de agua.
- Abrir grifos y desagüaderos hasta que aparezca agua clorada.
- El agua clorada debe permanecer en los tanques de depósito por 4 horas mínimo; puede reducirse a 1 hora, aumentando la dosis al doble.
- Los tanques y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que desaparecer el desagradable sabor a cloro.

1.1.8 Calidad del agua.

Hablar de calidad de agua es relativo, ya que depende del uso que se le da, sin embargo. Agua contaminada es aquella que sufre cambios que afectan su uso real o potencial (OMS, 1993); así mismo OMS (2011) indica, la evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia naturaleza física, química y biológica con relación a la calidad natural. La vía principal de transmisión por protozoarios y microorganismos es la fecal-oral, por la ingesta de aguas contaminadas con heces humanas, de animales y consumo de alimentos regados con agua sin tratar (Institute Water Association, 2011).

1.1.8.1 Calidad del agua y su impacto en la salud humana¹

La deficiencia de cobertura del agua potable y la desinfección inadecuada de los sistemas de captación, aunada a una limitada vigilancia sanitaria, son

factores que generan problemas de salud que requieren atención médica para combatirlos. Institute Water Association (2011), Basualdo *et al.* (2000) reconocen al agua como vehículo de dispersión de enfermedades que data de hace mucho tiempo; prevalentes en los países en desarrollo, donde la captación de agua y el saneamiento son deficientes, causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos (OPS, 2007); que sirven de vectores importantes en la presentación de enfermedades de graves a fatales, de carácter epidémico (Acha y Szyfres, 2003) y la mortalidad infantil en países en vías de desarrollo, incluso en países tecnológicamente avanzados donde el número casos por enfermedades gastrointestinales sigue aumentando.

Traviezo *et al.* (2013) indican que, al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, adecuada nutrición e higiene de los alimentos, y la correcta disposición de excrementos. ANA (2017) las conexiones cruzadas en el sistema de distribución permiten la contaminación del agua, el retrosfonaje; tuberías rotas, grifos contra incendio, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos.

1.1.9 Estándares de calidad del agua en el Perú.

MINAM (2015) en coordinación con todos los sectores gubernamentales, en el año 2012, previo a la pre publicación del proyecto y consulta pública respectiva, aprobó los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA de Agua), (Ministerio del Ambiente, 2017; ANA, 2016) así como las disposiciones para su aplicación; que considere importante compartir.

1.1.9.1 Estándar de calidad ambiental del agua.

El Ministerio del Ambiente (2017) publica los Estándares de Calidad Ambiental ECA para Agua; y establecen Disposiciones Complementarias, según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM de fecha 7 de junio del 2017; (DIGESA-MINSA, 2011; MINAM, 2015) que los ECA están orientados a proteger el ambiente y la salud del Perú, desde la Ley de Aguas Decreto Ley N° 17752 de 1969, y la Ley de Recursos Hídricos Ley N°

29338 del año 2009; señalando como ECA del Agua, según categorías y subcategorías (tabla 3).

Tabla 3
Categorías y subcategorías del agua.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	SUB CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Categoría 1-A	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	A1	Agua que puede ser potabilizada con desinfección
		A2	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento convencional
		A3	Agua que puede ser potabilizada con tratamiento avanzado.
Categoría 1-B	Aguas superficiales destinadas a recreación	B1	Contacto primario
		B2	Contacto secundario
Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales	Agua de mar	C1	Extracción y cultivo de moluscos bivalvos
		C2	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas
		C3	Otras actividades
		C4	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Parámetros para riego de vegetales Parámetros para bebida de animales	D1	Riego de cultivos de tallo alto y bajo
		D2	Bebida de animales
		E1	Lagunas y lagos
Categoría 4	Conservación del Ambiente Acuático	E2: Ríos	Ríos de costa y sierra Ríos de selva
		E3: Ecosistemas marino costeras	Estuarios Marinos

Fuente: Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM,-VMGAL publicado el 19 de diciembre de 2015, diario oficial el Peruano.

Según OMS (2011) los índices de calidad del agua superficial son componentes importantes para el manejo global integrado de los recursos hídricos y Gil *et al.* (2018) explican, cuando no se cumplen con los estándares de los índices de calidad del agua, los usuarios deben pagar un costo adicional por el tratamiento del agua para disminuir el riesgo de daño o pérdida. Los problemas entre usuarios del agua están relacionados con la calidad y la cantidad de la misma (Sánchez *et al.*, 2007).

1.1.9.2 Estándares de calidad de aguas subterráneas.

Debido que el agua subterránea se mueve a través de las rocas y la tierra del subsuelo, puede fácilmente disolver sustancias durante este movimiento (MINAM – VMGA, 2012; AMSE, 2012), definiéndose como contaminación del agua y puede modificar sus propiedades físicas, químicas o biológicas que restringen su uso (De León, 2007). Las sustancias que llegan a modificar la calidad del agua en acuíferos se dividen en dos: Sustancias presentes en la naturaleza, y sustancias producidas por las actividades del hombre (antropogénicos) (Tabla 3). Dentro de las primeras se encuentran: arsénico, flúor y elementos radiactivos, entre otros; en las segundas bacterias, virus, nitratos, orgánicos sintéticos e hidrocarburos (solventes, pesticidas, etc.) y metales pesados. Asimismo, MINAM – VMGA (2012) menciona en el Perú no existen estudios sobre los parámetros de estándares de calidad en aguas subterráneas por ser consideradas como inexplotadas; según Decreto supremo N°002-2008-MINAM.

1.1.10 Los Protozoarios.

El nombre de protozoo proviene del griego proto: primero y zoo: animal, avala la hipótesis que son los seres vivos más antiguos, fueron las primeras células que existieron; el tamaño pequeño y producción de quistes y ooquistes les permiten resistir a condiciones medioambientales adversas (Cairns y Ruthven, 1972). En la actualidad existen unas 50.000 variedades de protozoos; muchas especies son de vida libre, mientras que otras parasitan al hombre y a los animales (domésticos y salvajes) (Yaeger, 1989; Álvarez, 2006) continúan evolucionando a la fecha, producen infecciones que pueden ser asintomáticas o bien llevar a la muerte, dependiendo de la especie y cepa del parásito, así como de la resistencia del huésped. Son más abundantes en fangos activados, y pueden llegar a alcanzar valores medios de 5,000 individuos/ml en los reactores biológicos, constituyendo aproximadamente el 5% del peso seco de los sólidos en suspensión del licor mezcla (Vilaseca, 2001).

Cordero (2002), los protozoarios son células eucariotas unicelulares microscópicas simples con un tamaño que varía de 3 a 100 μ , sin pared celular rígida, móviles, no fotosintéticos y que se nutren de otros seres vivos, metabolizan tanto alimentos

solubles como insolubles; y para Soulsby (1987) son de vida libre y constituyen una diversidad de especies; habitan distintos nichos del planeta, abarcando tantos ambientes acuáticos como mares, lagos, lagunas, pantanos; así como terrestres, donde hay un cierto grado de humedad. Forman parte de la cadena trófica, como productores primarios; y susceptibles a cambios medioambientales, reducen la concentración de bacterias de la materia orgánica y ayudan a clarificar el efluente y elevar su calidad (Loureiro *et al.*, 2012). Los consumidores de bacterias, son consideradas indicadores de contaminación, su presencia y abundancia está condicionada a la presencia o ausencia de estas (Vilaseca, 2001).

Son comensales, mutualísticos o parásitos; nutrición variada: Holozoicos que se alimentan de otros organismos (bacterias, levaduras, algas, otros protozoos, etc.); saprófitos que se alimentan de sustancias disueltas en su medio; saprozoicos que se alimentan de restos de animales muertos; holofíticos, también conocidos como autótrofos que produce alimento por fotosíntesis (Loureiro *et al.*, 2012). Los protozoarios patógenos, se caracterizan por establecer relaciones simbióticas con otros organismos vivos—incluidos humanos, causándoles enfermedades como amibiasis (*Entamoeba histolytica*), enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*), leishmaniasis (*Leishmania*) y paludismo o malaria (*Plasmodium*), entre otras (Cordero, 2002; Álvarez, 2006; Botero y Restrepo, 2012). Dentro de los protozoarios de dulce el *Ichthyophthirius multifiliis* (enfermedad del punto blanco) es un protozoario agua ectoparásito sin especificidad de hospedador, ampliamente extendido en hábitats naturales, no suele producir grandes daños (Sánchez, 2000).

1.1.10.1 Clasificación de los protozoarios

Los protozoarios se han clasificado principalmente basándose en su morfología y en particular en los órganos de locomoción. Los parásitos del hombre pertenecen a los grupos: amebas (Rhizopoda o Sarcodina), ciliados (Ciliphora), flagelados (Mastigophora), apicomplexa (Sporozoa) y microsporidios (Microsporidia) (Cavalier, 1993), (Guillen; 2002); describe la taxonomía de los protozoarios que actualmente se dividen en tres grandes grupos: los protozoos, los mixomicetos y ficomicetos y las algas.

Así mismo, Haeckel (1988) considero tres reinos: Protozoa, Protocista o Protista y Plantae; permitió resolver por corto tiempo, la incertidumbre del

descubrimiento de las especies unicelulares y contribuyó en la nomenclatura biológica, de uso Protozoa y Protophyta para referirse a las especies de microorganismos unicelulares que se asemejaban con animales (Metazoa) y plantas (Metaphyta), sugiriendo la evolución de ambos reinos directamente de dichos subgrupos de protistas. Designó al subgrupo Monera para ser colocado en la base de la clasificación de los protistas (figura 1)

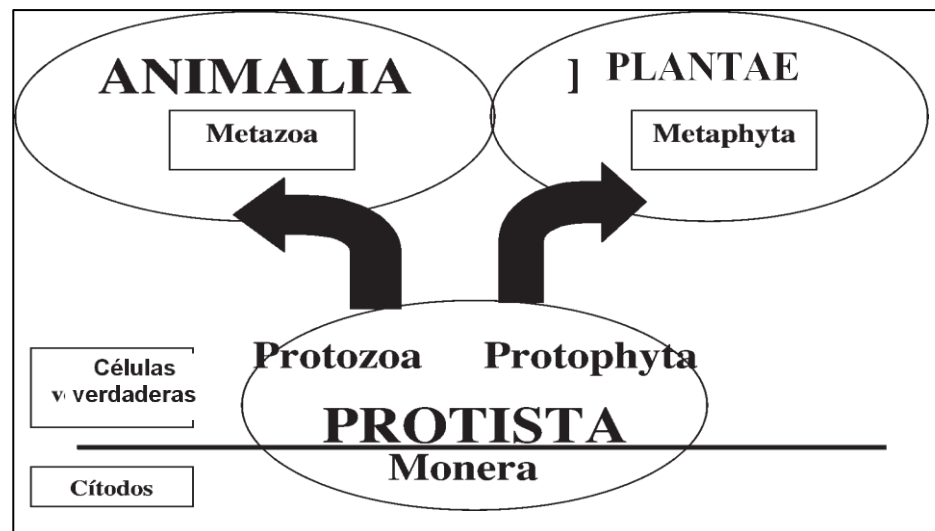


Figura 1. Representación de la clasificación en tres reinos de seres vivos y sus subgrupos y su distinción de tipos celulares.

Fuente: Haeckel (1988)

Conociendo los antecedentes indicados y la diversidad de denominaciones, se presenta la clasificación sistemática de los Protozoos (Villée, 1999).

1.1.10.2 Protozoarios flagelados.

- **Filo Dinophyta.** Nombre deriva del griego *dinos* (girar) y latín *flagellum* (látigo), tienen movimiento rotatorio propio y desnudos. El 50% son fotosintéticos, poseen clorofila *a*, *c* y carotenoides. En su mayor parte marinos y parásitos.
- **Filo Parabasalia.** Poseen cuatro a más flagelos, sin mitocondrias diferenciadas, aparato de Golgi, junto a un filamento asociado al cuerpo basal. Comprende a los Tricomonadinos (Trichomonas de humanos y aves) y flagelados Hypermastigida (de cucarachas y termitas).

- **Filo Euglenophyta:** Flagelados largos color verde o incoloro y dos flagelos que nacen de una cavidad anterior, son generalmente de aguas dulces: Euglena, Phacus, Peranema, Rhabdomonas (Solusby, 1987)
- **Filo Cryptophyta:** Son fitoflagelados, biflagelados, con dos cromoplastidos, color amarillo, pardo o incoloro, de aguas marinas y dulce: Chilomonas es un género incoloro frecuente en aguas contaminadas (Villée, 1999)
- **Filo Opalinata,** Opalozoa (opalinados), cuerpo cubierto de orgánulos como cilios con varios núcleos opalinas, que nacen de unas filas anteriores, comensales del tubo digestivo de los anuros; menos frecuentes en salamandras y reptiles: Opalina, Zelleriella (Cavalier, 1993)
- **Filo Heterokonta:** Tienen dos flagelos (reproductores), distintos, poseen cloroplastos contienen clorofila a y c, autótrofos, incluye a las algas pardas multicelulares, a algunas algas filamentosas, y a las diatomeas. La mayoría son desnudos, pero algunos tienen el cuerpo cubierto con escamas silíceas. Habitan en aguas dulces (Cavalier, 1993).
- **Filo Chlorophyta:** Protistas autótrofos con clorofilas a y b, incluyen especies multicelulares con estados reproductores flagelados. Del orden Volvocales, unicelulares y coloniales con un único cloroplasto por célula en forma de copa (Streble y Krauter, 1987).

1.1.10.3 Protozoarios ameboideos.

- **Filo Rhizopoda o sarcodina:** Poseen pseudópodos para movilizarse y alimentan conocidos como rizopodios, lobopodios o reticulopodios. 10 -30 μ m (Cavalier, 1993; Cordero, 2002).

i. **Clase Lobosea:** Pseudópodos tipo lobopodio.

Subclase Gymnamoebia: Amebas sin concha, marinas y dulciacuícolas: Amoeba, Chaos, Acanthamoeba, Entamoeba.

Subclase Testacealobosia: Amebas con concha, marinas o dulciacuícolas: Arcella, Diffflugia, Centropyxis.

- ii. **Clase Heteroblastea** (Schizopyrenida): Amebas desnudas con estados flagelados, marinas, dulciacuícolas y terrestres.
- iii. **Clase Karyoblastea** (Pelobiontea): Amebas multinucleadas desnudas con un pseudópodo y sin estados flagelados: Pelomyxa.
- iv. **Clase Filosea:** Amebas con filopodios.

Subclase Aconchulinia o Sarcodina: Amebas desnudas, de agua dulce, son parásitas de algas varias, por ejemplo, Vapyrella.

Subclase Testaceafilosia: Tecamebas o amebas con concha, marinas y dulciacuícolas, algunas viven en los musgos: Gromia, Euglypha.

1.1.10.4 Protozoarios ciliados.

Filo Ciliophora: Poseen una infraciliación, con núcleos dimorfitos (Soulsby, 1987; Cavalier, 1993; Cordero, 2002).

Clase Kinetofragminophora:

Subclase Vestibulifera: Citostoma dentro de un vestíbulo que lleva ciliación diferente, de vida libre y simbiótica: Balantidium, Colpoda, Blepharocorys, Entodinium.

Subclase Hypostomata: Cuerpo cilíndrico o aplanado, boca lado ventral, ciliación somática reducida, de vida libre y muchas simbiotes: Synhymenia, Nassula, Microthorax, Hypocoma, Trochiloides, Chilodochona, Lobochocha, Spirochona, Stylochona, Ancistrocoma, Foettingeria, Chromidina, Ascophrys.

Clase Oligohymenophora: Aparato oral bien desarrollado que contiene orgánulos ciliares compuestos, formas sésiles, con cilios corporales reducidos.

Según Yaeger (1989), explica que los protozoos parásitos o patógenos se clasifican en tres Phylum, identificados según movimiento:

- **Sarcomastigophora.** Honigberg *et al.* (1964) o Subphylum Sarcodina - amoebae, movimiento con pseudópodos, o Subphylum.
- **Ciliophora - ciliados** que se mueven mediante cilios, filamentos parecidos a pelos.
- **Apicomplexa - apicomplexos:** se mueven mediante flexión del cuerpo; todos los integrantes de este Phylum son parásitos, presenta reproducción sexual y asexual.

1.1.10.5 Protozoarios formadores de esporas u ooquistes,

Soulsby (1987), Yaeger (1989), Botero y Restrepo (2012), indican:

- **Filo Sporozoa o Apicomplexa:** Protozoos parásitos que forman esporas, esporas carecen de filamentos polares.
 - i. **Clase Gregarina:** Trofozoítos maduros grandes, se desarrollan en tubo digestivo o cavidades corporales del hospedador. Parásitos de anélidos y artrópodos: Gregarina, Monocystis (son parásitos comunes de los receptáculos seminales de la lombriz de tierra).
 - ii. **Clase Coccidea:** Trofozoítos maduros pequeños e intracelulares: Eimeria, Isospora, Aggregata, Plasmodium, Toxoplasma.
 - iii. **Clase Piroplasmea:** parásitos de glóbulos rojos de los vertebrados, transmitidos por ácaros, sin esporas: Theileria, Babesia.
- **Filo Microspora:** Protozoos parásitos: Nosema. Besnoitia.
- **Filo Myxosporidia:** Protozoos parásitos que tienen esporas con filamento polar y rodeado por valvas: Myxosoma.

1.1.10.6 Características de los Protozoarios patógenos

Según, Torno *et al.* (1991), Torno *et al.* (1996) explican, los protozoos que infectan al ser humano pueden dividirse en: Amebas, Flagelados, Coccidios, Ciliados; los quistes y ooquistes ampliamente distribuidos en el medio acuático, habiéndose detectado los mismos en un alto porcentaje de las fuentes de agua superficial estudiadas, y (Aurazo, 1993; Bing *et al.*,

2001) mencionan, tanto *Giardia* como *Cryptosporidium* pueden sobrevivir durante meses en un ambiente acuático, especialmente a bajas temperaturas del agua. Pudiendo los ooquistes contaminar a varios animales y al hombre en forma potencial; el ganado vacuno es reconocido como reservorio importante de *Cryptosporidium*, e implicado en numerosos brotes a través del agua (Petersen, 1992).

Se resalta que quistes de *Giardia lamblia* o *G. intestinalis* o *G. duodenalis* o, aislados en castores tienen igual zimodemo y cariotipo en humanos, habiéndose producido epidemias y su presencia en el agua de bebida (Carpenter *et al.*, 1999). Existen controversias, que otros animales pueden ser transmisores, y sus desechos contaminar fuentes de provisión (Bing *et al.*, 2001; Costamagna *et al.*, 2002)

De las evidencias, Service PHL (1996) manifiesta que *E. histolytica*, *E. hartmanni*, *Lodamoeba buetschlii*, *Dientamoeba fragilis*, *Giardia sp*, *Cryptosporidium parvum* y *Balantidium coli* son protozoarios patógenos; al igual que *Cyclospora cayetanensis*, *Isospora belli*, *Chilomastix mesnili*, *Blastocystis hominis*. Producen diarreas en la población humana y afecta a grupos sensibles como niños menores de 5 años y adultos mayores de 70 años (OMS, 2011). De igual forma, Sauch (1989) los virus, bacterias y protozoos causan principalmente gastroenteritis y 50% de estos casos se deben al consumo de agua contaminada por heces humanas y animal. Son también importantes en calidad del agua para diversos usos la *Giardia sp* y *Cryptosporidium sp*, sin olvidar de otros causantes de diarrea e incluso causar la muerte (Uribarren, 2017)

1.1.10.7 Ciclo de vida de los protozoarios.

Es complejo en algunos de ellos, presentan etapas con reproducción asexual y sexual; el quiste es el estadio importante por su forma infectante y de resistencia, el trofozoíto es el estadio trófico ingresan al interior de los macrófagos (Forgber *et al.*, 2006) (figura 2). A diferencia de los Apicomplexos con tres fases en el ciclo, dos asexuales y una sexual (Figura 3).

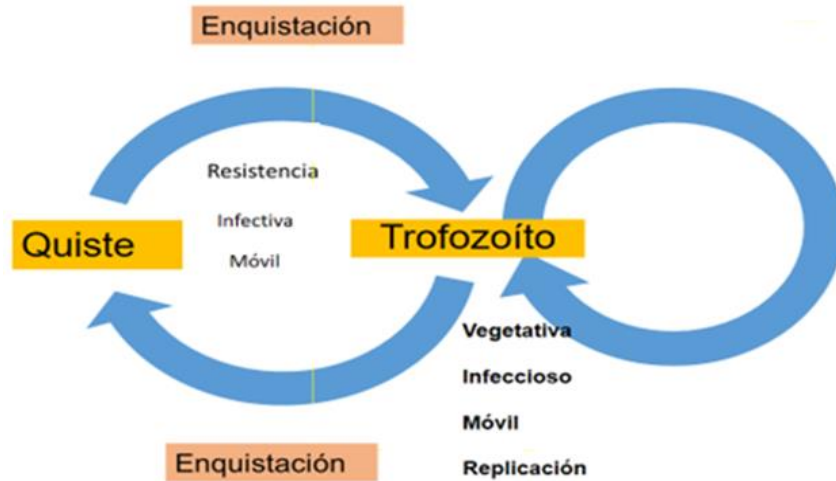


Figura 2. Fases del ciclo vital de los sarcodinos y ciliados.

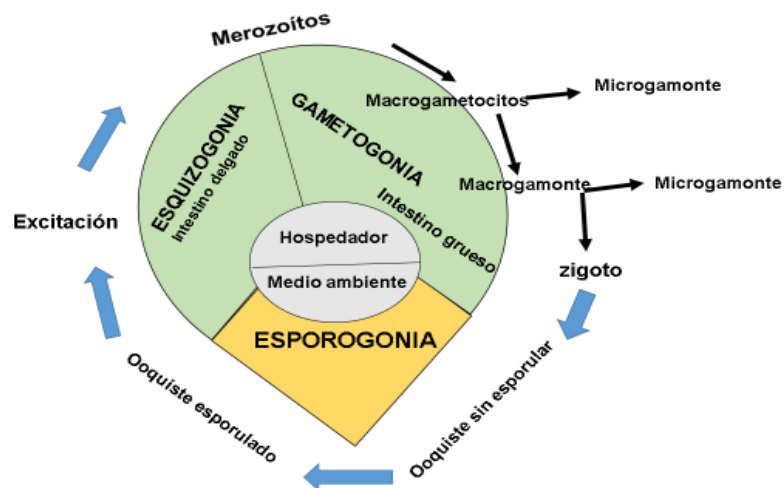


Figura 3. Fases del ciclo vital de Apicomplexo

1.1.10.8 Protozoarios patógenos

1.1.10.8.1 *Cryptosporidium* sp.

Para Badenoch (1990), Cordero *et al.* (1999); el género *Cryptosporidium* pertenece a familia Cryptosporididae, existen cerca de doce especies. Ciclo vital (figura 3), según, Reinthaler (1989) se multiplica en el intestino delgado, genera diarrea aguda autolimitada en adultos sanos y junto con *Giardia* sp, son frecuentes en aguas para consumo humano.

Para Le Chevalier y Norton (1995) los tipos de agua presentan concentraciones de ooquistes, en cantidades muy variables que

van desde 0.002 hasta 65.1 ooquistes/l y positivos entre 3.5% y 61%. Un ternero podría excretar hasta 10 mil millones de ooquistes por día; hasta el momento en la epidemiología de la cryptosporidiosis comprometiéndose 80 especies de mamíferos de impacto importante en la salud pública (Fox y Lytle 1996).

A) Epidemiología

Es de distribución mundial y depende de muchos factores climáticos, socioeconómicos y de la prevalencia de casos de VIH/SIDA (Llop *et al.*, 2001); así mismo Becerril (2014), Pumarola *et al.* (2004) de incidencia en verano y meses lluviosos, frecuente en niños menores de 5 años y adultos inmunocomprometidos, portadores de VIH; además. Atias (1991), Becerril (2014) la dosis infectiva en humanos es 100 a 130 ooquistes. Muy resistente a las condiciones climáticas, su viabilidad es de dos a seis meses a 4° C en el ambiente, resiste a la mayoría de los desinfectantes; y el vacuno puede representar como potencial contaminante de los recursos hídricos (Modini *et al.*, 2010).

B) Patogenia

Está directamente relacionada con el número de ooquistes en el lugar de infección (Panterburg *et al.*, 2008); así mismo Sasahara *et al.* (2003) “mencionan una atrofia leve, moderada o intensa de las vellosidades que se ven acortadas y ensanchadas con hiperplasia y elongación de las criptas intestinales e intensa apoptosis”; Botero y Rastrepo (2012) indica, el yeyuno es la porción intestinal donde existe mayor infección. Pacientes con VIH o SIDA, se disemina en todo el tubo digestivo, conductos pancreáticos, vesícula biliar y pulmonar (Becerril, 2011).

C) Diagnóstico

El hallazgo de ooquistes, se da en preparaciones con solución salina y lugol (Botero y Restrepo, 2012); es necesario realizar un

diagnóstico diferencial de otras causas de diarrea acuosa, como: *C. cayetanensis*, *G. duodenalis*, *E. coli*, rotavirus (Chacín y Cheng, 2008). La tinción de giemsa o con azul de metileno sirve para diferenciar de las levaduras (Acha y Szyfres, 2003).

Para identificar *C. hominis* o *C. sp*, la técnica de flotación de heces con sacarosa, de sedimentación de Ritchie y de flotación con sulfato de zinc o cloruro de sodio saturado son muy convenientes; técnicas de tinción alcohol-ácidas como la de Ziehl-Neelsen o la tinción de Kinyoun demuestran mayor eficacia y sensibilidad (Botero y Restrepo, 2012). ELISA e IFI permiten detectar antígenos criptosporidiales en heces diarreicas con 90% de sensibilidad y especificidad y fijar con formol al 10 % o con alcohol polivinílico la muestra para evitar contagios (Tay *et al.*, 2002).

D) Control y prevención

Las medidas profilácticas son el control de la infección y tratamiento del agua de consumo (Cacció *et al.*, 2005). Harp *et al.* (1996) indicaron la exposición de ooquistes a altas temperaturas (71,7°C) por cortos períodos de 5, 10 y 15 segundos destruyen los ooquistes de *Cryptosporidium sp*, en agua y leche. Es necesario realizar el proceso de potabilización para lograr agua bebible, por la resistencia de los ooquistes a los procesos de cloración usadas para potabilizar (Yoder *et al.*, 2010). El tratamiento del agua con cloro a 4 a 8 partes por millón o con ozono a 1 ppm sirven para destruirlos (Acha y Szyfres, 2003). Evitar la contaminación de alimentos con heces humanas, o mamíferos con los que existe transmisión cruzada, sin olvidar, el lavado de verduras, frutas y comer alimentos cocidos, lavado de manos después de manipular ganado bovino, perros y gatos. (Becerril, 2011).

1.1.10.8.2 Giardia duodenalis, intestinalis (G. lamblia).

Sarcodino ciclo vital (figura 2); flagelado, se encuentra en el intestino delgado de varios animales y del humano (Craun, 1990); el principal modo de transmisión es la ruta fecal-oral y los niños de guarderías, escuelas; inmunodeprimidas son los grupos que presentan el riesgo más alto de contraer la infección (Cordero, 2002); los quistes salen con las heces al ambiente, su supervivencia depende de la temperatura a 10°C pueden sobrevivir 77 días, a 20°C disminuye hasta 3 días; se ha encontrado en más de 40 especies de animales, peces, anfibios, aves y mamíferos (Botero y Restrepo, 2012); es un contaminante común de las aguas superficiales (Chacin et al., 2010). Al contrario Ongerth et al. (1995) determinaron que el agua subterránea, agua de deshielo y agua tratada no hay quistes de Giardia, en concentraciones de 0.04 a 66 quistes/l, entre 17% y 81% de las muestras evaluadas.

A) Epidemiología

Es de distribución mundial con mayor frecuencia en niños que en adultos, según condiciones sanitarias y climatológicas de cada región (Tay *et al.*, 2002); es una zoonosis, cuyos hospederos principales son perros y gatos. (Becerril, 2011). Cabrera *et al.* (2005) explican durante el año 2005 en Ayacucho la prevalencia de 10,57% para *G. sp*; además (Atias, 1991; Feldman *et al.*, 1992) manifiestan, el quiste es resistente en agua potable, y viables a 8 °C por más de dos meses, a 21 °C hasta un mes y a 37°C cerca de cuatro días. La concentración de cloro utilizado usado en las piscinas y acueductos no destruye los quistes siendo la principal fuente de contaminación (Botero y Restrepo, 2012).

B) Patogenia

La giardiasis, es la acción mecánica del parásito sobre la mucosa del duodeno y yeyuno (Botero y Restrepo, 2012); que al

adherirse, los trofozoítos generan presión negativa del disco suctor, mediada por mecanismos bioquímicos (Saredi, 2002). Cuando disminuyen las sales biliares por la competencia de los trofozoítos con el huésped el intestino altera la formación de micelas y provoca malabsorción de las grasas, con la consecuente esteatorrea (Tananta, 2002).

C) Diagnóstico

Se basa en la detección de los quistes o trofozoítos en las muestras (Molina *et al.*, 2010). Mediante, estudios coproparasitológicos - CPS cualitativos de concentración, como flotación (sulfato de zinc) o sedimentación (formol-éter), en evacuaciones de consistencia formada o semi formada (Becerril, 2014).

Vasquez y Campos (2009) sugieren a los métodos de flotación de Faust y el de sedimentación de Ritchie para las formas quísticas; así mismo Chacón y Jiménez (2010) sugieren el examen simple de heces teñidas de lugol para evidenciar los trofozoítos en las heces líquidas; el aspirado duodenal por sonda y/o estudio endoscópico son necesarias para observar las lesiones del parásito en la mucosa duodenal; además Molina (2009) explica las técnicas moleculares como la PCR, permiten la identificación de los genotipos de *Giardia* en muestras fecales y ambientales.

D) Control y prevención

La estrategia primordial para el control de la transmisión de *Giardia* se basa en prevenir o reducir la exposición a las heces infectivas (Llop *et al.*, 2001); así mismo Atias (1991), Quevedo (1990) mejorar el saneamiento ambiental, adecuada distribución de excretas, y tratamiento adecuado de las aguas servidas, control de basuras. Además, Chacon y Jimenez (2010); sugieren evitar contacto con mascotas y deben ser tratadas, para evitar infecciones domésticas en niños. Evitar el riego de las hortalizas

con aguas residuales, y hervir hasta la ebullición el agua de consumo (Becerril, 2011).

1.1.10.8.3 Cyclospora cayetanensis (C. cayetanensis)

Según Mansfield y Gajadhar (2004), Shields y Olson (2003) es un protozooario Apicomplexo intracelular obligatorio, es causa emergente importante de diarrea en humanos, confirmada en América del Norte, Central y del Sur, el Caribe, Europa, Asia, África y Australia. Según, Dawson (2005), Sterling y Ortega (1999), fue reconocido en los años 90, agente causal de numerosas epidemias de diarrea en EEUU y Canadá, asociada con frutas y vegetales frescos importados de países en vías de desarrollo. Bern *et al.*(2002), Ortega *et al.*(1993) la infección es estacional en meses fríos y secos en Perú. Ciclo vital (figura 3).

A) Fuentes y mecanismos de transmisión

La transmisión directa de persona a persona es poco probable, por el tiempo que necesitan los ooquistes en el ambiente para esporular; las características biológicas de *C. cayetanensis* los rasgos epidemiológicos de la infección, las rutas de transmisión en humanos y su diseminación del parásito se desconoce (Mansfield y Gajadhar, 2004; Ortega *et al.*, 1993). Asimismo, Bern *et al.* (1999) explican con el análisis de variables mediante la prueba de χ^2 confirma como factores de riesgo la fuente de agua de consumo, nadar en ríos o manantiales, uso de pozo séptico y el contacto con perros o aves en Guatemala (tabla 4).

Según Nimri (2003), Sherchand y Cross (2001) la ciclosporiasis transmitida a través de alimentos representa una gran preocupación en la industria de producción de alimentos y un problema de salud pública mundial, en países en vías de desarrollo la infección ha sido asociada con el consumo de vegetales en Nepal y Jordania; además Ortega *et al.* (1997) manifiestan se han identificado ooquistes de *C. cayetanensis* en

el 1,8% de muestras de vegetales estudiadas provenientes de mercados en Perú.

B) Transmisión por agua de la *C. cayetanensis*

Según, Mansfield y Gajadhar (2004); el agua contaminada con ooquistes de *C. cayetanensis* es una fuente común de ciclosporiasis; no existen evidencias definitivas al respecto; así mismo Dawson (2005); explica, en el mundo industrializado se han documentado varias epidemias de la infección asociadas al agua; sin embargo, no se han observado epidemias de alto perfil como las ocasionadas por *Cryptosporidium* y *Giardia*; además, Huang *et al.* (1995) mencionan el primer brote de la infección en EEUU fue en un hospital de Chicago, donde 23 casos de diarrea ocasionados por el parásito fueron asociados a la fuente de agua de consumo del hospital.

En Perú, el coccidio fue asociado al consumo de agua no clorada Zerpa *et al.* (2007) e identificado en aguas servidas Sturbaum *et al.* (1998) así mismo El-Karamany *et al.* (2005) explican estos resultados reflejan la alta contaminación ambiental del área y también sugieren al agua como el principal vehículo de transmisión.

Tabla 4
Factores de riesgo para la ciclosporiasis en áreas endémicas.

País	Factor de riesgo	OR (IC95)	P	Referencias
Guatemala	Consumo de agua no tratada	4,2 (1,4-12,5)	0,009	Bern <i>et al.</i> (1999)
	Contacto con el suelo en <2 años	19,8 (2,2-182)	0,008	
	Contacto con animales	1,72(1,08-2,72)	0,02	
Perú	Contacto con los cobayos.	1,56(0,99-2,44)	0,05	Bern <i>et al.</i> (2002)
	Contacto con los conejos.	2,13 (1,23-3,69)	0,007	
Venezuela	Extrema pobreza	1,77 (1,69-1,84)	0,001	Chacín-Bonilla <i>et al.</i> 2007)
	Vivir en ranchos	10 (6,89-14,5)	0,01	
	Defecar en el suelo	2,64 (2,10-3,31)	0,01	
	Contacto con la tierra	3,32 (2,55-4,32)	0,01	
Haití	Consumo de agua de un pozo	18,5 (2,4-143,1)	NR*	López <i>et al.</i> (2003)
Nepal	Consumo de agua no tratada	3,98(1,29-3,14)	0,012	Hoge <i>et al.</i> (1993)

OR: oportunidad relativa, IC95: intervalo de confianza 95%, NR*: no reportado. P= probabilidad.

Fuente: (Chacín *et al.*, 2010)

C) Transmisión zoonótica.

Sun *et al.* (1996), Ortega *et al.* (1997) mencionan que no existen evidencias que un animal actúe como un verdadero hospedador natural de *C. cayetanensis*, y se cree está restringida a los humanos por varias razones; primero, las fases asexuales como las sexuales se han observado solo en el hombre. Asimismo, Carollo *et al.* (2001) no encontraron al parásito en el examen de heces de animales en áreas endémicas, como por ejemplo en 140 perros en Brasil; además Eberhard *et al.* (1999), encontraron en 327 animales en Haití, como pollos, palomas, patos, pavos, cobayos, cerdos, perros, gatos, cabras, caballos y vacas. La transmisión zoonótica de *C. cayetanensis* permanece a la fecha sin dilucidar; siendo necesario estudiar histopatología del epitelio intestinal en animales para afirmar la presencia y desarrollo de las fases evolutivas del parásito (Cordero, 2002).

1.1.10.8.4 *Entamoeba sp* (Rhizopoda o Sarcodina)

Del Subphylum Sarcodina, de reproducción asexual, algunas especies forman quistes otros solo trofozoítos; la mayoría son de vida libre denominados tecamebas, en los animales domésticos se hallan especies no patógenas; los patógenos son transmitidos por los humanos a través de las heces (Vignau *et al.*, 2005). Familia Endamoebidae o Entamoebidae; comprende exclusivamente a las amebas parasitas que se presentan en el tracto digestivo de vertebrados e invertebrados (Soulsby, 1987). Ciclo vital (figura 2).

A) **Epidemiología**

La contaminación es vía oral, con quistes a través de verduras, moscas, cucarachas, agua, etc. Contaminados con heces (Saredi, 2002). El hombre es el principal reservorio y hay transmisión por contacto sexual, siendo transmitido por enfermos crónicos, frecuente en varones adultos, formas venéreas en homosexuales (Pumarola *et al.*, 2004), el perro y del gato también representan una fuente de infección (Cordero *et al.*, 1999). Los quistes resisten a temperatura ambiente, en heces pueden ser infectantes después de dos semanas y más de 2 meses en refrigeración (4°C), mientras en el agua resisten hasta por 5 semanas a temperatura ambiente (Cordero *et al.*, 1999; Cordero., 2002). Se ha aislado *E. histolytica* de perros y ratas y en ocasiones de gatos y cerdos infectados naturalmente; se ha informado la infección de bovinos (Acha y Szyfres, 2003).

El 10% de la población mundial está infectada, 90% de personas infectadas son asintomáticas; de 50 millones de casos sintomáticos calculadas cada año, 100 000 son fatales (Kucik *et al.*, 2004). África, América Central y América Latina muestra comportamiento endémico, en Perú la distribución de *E. histolytica* es a nivel nacional; Arequipa, Piura, Cusco y Puno representan la mayor prevalencia (Cornejo *et al.*, 1999).

B) Patogenia

Las lesiones patológicas dependen de la edad, sexo, estado nutricional e inmunológico del huésped; se adhiere a la célula blanco seguido de la acción de las toxinas y proteasas, fagocitosis y digestión de la célula ingerida (Saredi, 2002). Brandt y Pérez (1970) existe una destrucción tisular en el intestino grueso y en órganos como hígado, pulmón, cerebro, piel. El daño intestinal se da a nivel del intestino grueso como el ciego apéndice, colon ascendente lugar donde se concentra mayor número de trofozoitos (Tay *et al.*, 2002). *Entamoeba histolytica* es patógeno para el humano y cánidos, causando amebiasis incluyendo colitis amébrica y absceso hepático (Pumarola *et al.*, 2004).

C) Diagnóstico

La observación microscópica en fresco con tinción de hematoxilina férrica resultan ser adecuados, los cultivos son útiles cuando la muestra contiene pocas amebas (Pumarola *et al.*, 2004). Estudios inmunoserológicos como la hemaglutinación, contrinmunolectroforesis, inmunofluorescencia y ELISA son muy útiles en casos de sospecha de amebiasis intestinal (Becerril, 2014). Sin embargo la detección de anticuerpos séricos antiamebianos, en individuos que no viven en áreas endémicas de amebiasis, es una herramienta de mucha ventaja (Llop *et al.*, 2001). Se suman la colonoscopia que permite observar ulceraciones intestinales; también el estudio radiológico e identificación del parásito en el aspirado del absceso hepático o pulmonar (Olivos *et al.*, 2011).

1.1.10.8.5 Balantidium coli.

El Subreino Protozoa, Familia Balantidae, Género Balantidium, habita el ciego y parte inicial del colon del cerdo, hombre, mono, gorilas y otras especies de mamíferos, frecuente en los trópicos, (Cordero *et al.*, 1999). Así mismo Cordero (2002), en el

estómago se desenquistan dando lugar a los trofozoítos y termina en el intestino grueso. Los trofozoítos liberados colonizan, desde ciego hasta el recto se dividen por fisión binaria transversal y conjugación para el intercambio de material genético (Rodríguez, 2013; Uribarren, 2017). Ciclo vital (figura 2).

A) Epidemiología.

Es un parásito ciliado oportunista - cosmopolita, no es muy común en humanos, la prevalencia es de 0.02 a 1%, poco patogénico y varía de una región a otra (Becerril, 2014). Es responsable de zoonosis (Sánchez, 2013). La enfermedad seguirá existiendo mientras haya cerdos, se encontró en personas inmunocomprometidas sin contacto directo con cerdos, tal vez tuvieron contacto con subproductos contaminados; además del saneamiento efectivo y el agua potable son útiles contra la infección (Schuster y Ramirez, 2008).

B) Patogenia

En el epitelio intestinal se aprecian ulceraciones superficiales y profundas, pequeños abscesos, tejido necrosado y material mucoide, se puede observar inflamación en el peritoneo después de la perforación del ciego y raramente absceso hepático y pulmonar (Llop *et al.*, 2001). Así mismo (Botero y Restrepo, 2012; Saredi, 2002) mencionan ulceración de la mucosa y penetración a capas más profundas.

C) Diagnóstico

Tay *et al.* (2002), Botero y Restrepo (2012) explican el análisis coproparasitológico seriado para observar trofozoítos móviles al examen directo, en heces diarreicas, o quistes en no diarreicas, o por concentración. Además, Apt (2013) coadyuva el diagnóstico diferencial de la disentería balantidiana con la disentería amebiana y bacilar, principalmente, y otras entidades como tricocefalosis aguda y colitis ulcerativa. Sánchez (2013); explica,

se puede diagnosticar con coloración de hematoxilina férrica para un estudio morfológico más detallado. También se utilizan métodos de concentración como de Faust, Ferreira, etc., o de sedimentación de Ritchie, para encontrar quistes de *Balantidium coli* (Botero y Restrepo, 2012)

1.1.10.8.6 Cytoisospora belli (Isospora belli)

La Cytoisoporiasis se da por ingestión de ooquistes, con alimentos o agua contaminada; llegan al duodeno-yeyuno y se desenquistan (Becerril, 2014). Se liberan los esporozoítos que invaden los enterocitos, y formar merozoítos (esquizogonia) (Botero y Restrepo, 2012) (figura 3).

A) Epidemiología

Según, Tay *et al.* (2002) explican reportes de *Cytoisospora belli* y *Cryptosporidium sp* en todo el mundo, con mayor frecuencia en zonas tropicales y frecuente en pacientes inmunodeficientes, y positivos al VIH. Así mismo Tananta (2002); indica, que los ooquistes de *Isospora sp* son muy resistentes al medio ambiente pueden estar viables hasta un año dependiendo de la temperatura, humedad y permanecer viables por 7 meses en formaldehído al 0.5%.

B) Patogenia

En la Cytoisoporiasis las células diana son células epiteliales de la porción distal del duodeno y proximal de yeyuno, invadiendo la mucosa intestinal y en pocas ocasiones en la lámina propia (Becerril, 2014); agrega Uribarren (2017), el parásito invade la mucosa del intestino delgado, existiendo un infiltrado celular. En la infección crónica hay atrofia de las vellosidades; los quistes unizoicos están en la lámina propia, los ganglios linfáticos, el hígado y el bazo (Apt, 2013); pueden invadir la lámina propia del intestino grueso; y llegar a los ganglios linfáticos mesentéricos y traqueo bronquiales en pacientes con SIDA (Botero y Restrepo,

2012); además puede afectar el conducto biliar, la vesícula biliar, dando lugar a casos de colecistitis (Apt, 2013).

E) Diagnóstico

Se realiza por el hallazgo de ooquistes inmaduros o maduros en estudio coproparasitológico (Soulsby, 1987). El examen histopatológico se basa en el tamaño de esquizontes, merozoítos, gametocitos y el tipo y localización en células hospedadoras (Tananta, 2002). Métodos de tinción con ácido alcohol resistente (Kinyoun modificada, Ziehl Neelsen modificada) ayudan en la detección de los ooquistes (Neira *et al.*, 2010). Otras pruebas útiles son la tinción de auramina-rodamina fluorescente; microscopia ultravioleta auto fluorescente (sulfato de zinc o flotador de azúcar y la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real han resultado eficientes (Becerril, 2011).

1.1.11 Factores que contribuyen en la purificación natural del agua en lagunas.

Las lagunas al igual que otros ambientes dulceacuícolas, poseen un conjunto de algas en suspensión denominado fitoplancton, el cual está compuesto por diversos organismos pertenecientes a la mayoría de los principales grupos taxonómicos (Wetzel, 1981). Su presencia es un buen indicador de las condiciones ecológicas de un medio acuático, por reflejar efectos ambientales de acción prolongada, en comparación con indicadores fisicoquímicos que reflejan condiciones ambientales del momento (Fukushima *et al.*, 1982).

Los lagos de alta montaña en latitudes extremas, se encuentran sometidos a condiciones climáticas rigurosas que, condicionan las características de sus aguas y por lo tanto la naturaleza de sus comunidades; diversas algas están en diferentes áreas y estaciones del año; las diatomeas, clorofíceas y zigofíceas constituyen los grupos mayoritarios taxonómica del fitoplancton en lagunas de Sierra Nevada (Thomasson, 1956). En lagunas verdes hay predominio de las diatomeas, por las elevadas tasas de sucesión entre sus poblaciones, Streble y Krauter (1987) las

especies de presencia más continuada son *Diatomea hiemale* var. *Mesodon*, *Tabellaria flocculosa*, *Achnanthes minutissima*, *Cymbella minuta* y *Nitzschia hantzschiana*, entre las diatomeas; y *Cosmarium laeve* y *Staurastrum dilatatum*, entre las zigofíceas benéficas (Ellsworth, 1983). Como indicadores de calidad del agua (Fukushima *et al.*, 1982; Streble *et al.*, 1985).

1.1.12 Factores que contribuyen contaminación del agua por protozoarios.

La contaminación del agua tiene su origen en diversos factores, siendo los protozoos individuos más frecuentes en el agua, bastante especializados, ya que presentan todas las estructuras necesarias para realizar sus funciones vitales, excepto los protozoos parásitos cuya distribución está asociada a la de sus hospedadores (OMS, 1993; UNICEF, 1999). Manifiestan que su cosmopolismo está asociado a una repetición de las condiciones medioambientales de las aguas donde habitan, con nutrientes, cantidad y calidad de materia orgánica, temperatura, oxígeno, pH, poblaciones bacterianas (Vilaseca, 2001). La figura 4, indica la transmisión hídrica por estos agentes, del cual la leyenda es: 1. Formas cíclicas de transmisión, 2. Vías de penetración, 3. Formas secundarias de transmisión en los ciclos indirectos.

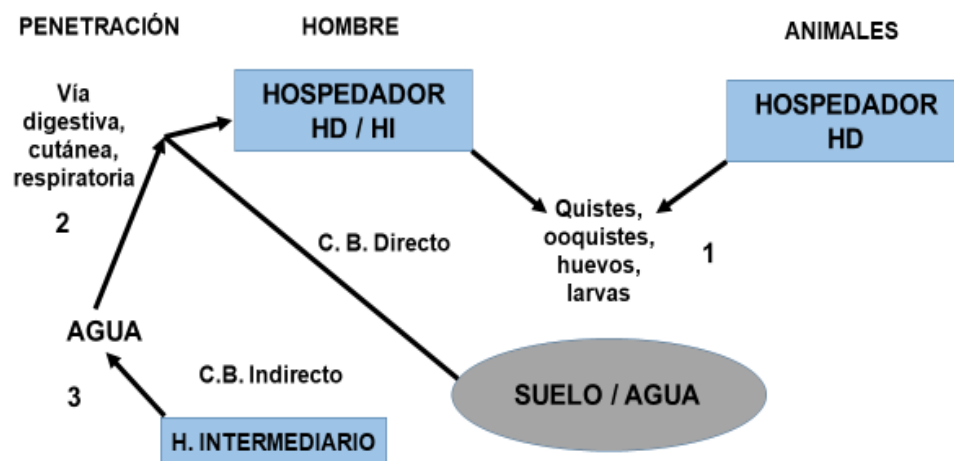


Figura 4. Ciclo general de transmisión hídrica de los agentes parasitarios, antropológicos y zoonóticos.

De las 21,000 especies de protozoos de vida libre, existen variados tipos fisiológicos que exigen diversas condiciones ecológicas para su existencia; conjuntamente con su capacidad de adaptación en el transcurso del tiempo, su distribución acuática amplia, y su capacidad de alcanzar una alta densidad de

población en poco tiempo, convierte a los protozoos en importantes indicadores de condiciones del agua (Ambientum, 2009). La resistencia de los huevos, ooquistes y quistes de parásitos, determinan la contaminación ambiental y por tanto el nivel de riesgo para la comunidad, siendo inmunes a los procesos de cloración y otros desinfectantes (Soulsby, 1987; Cordero (2002).

La contaminación fecal no sólo contamina el terreno, el agua es también alcanzada, muchos quistes y ooquistes de protozoarios parásitos *Giardia* y *Cryptosporidium*, comensales *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, de vida libre y larvas de helmintos por la capacidad adquirida de resistencia, sobreviven largos periodos de tiempo en los pozos de agua usados para consumo humano (Flores *et al.*, 2011; Gallego *et al.*, 2014).

Los factores involucrados pueden dividirse en:

Factores climáticos o intrínsecos; cuando un ecosistema sufre temperaturas por encima de las habituales, las fuentes de agua disminuyen su cantidad de oxígeno, lo cual hace que el agua altere su composición (OMS, 2011). Se ha estimado que en los países industrializados un 20 % de la incidencia total de enfermedades puede atribuirse a factores medioambientales (Smith *et al.*, 1996) o factores intrínsecos (Gallego *et al.*, 2014).

Factores extrínsecos; según DIGESA-MINSA (2011), OPS (2007) manifiestan la existencia o ausencia de redes de eliminación de aguas fecales, higiene personal y comunitaria, formas de abonar los cultivos contribuyen a la presencia o ausencia de estos microorganismos. OPS (2007), contribuyen a la transmisión de los protozoarios por el agua, por el pequeño tamaño de sus quistes y ooquistes eliminados en elevada cantidad por los huéspedes humanos como animales, insensibilidad al tratamiento de desinfección. La presencia de estos patógenos en agua potable depende de numerosos factores (De Luca *et al.*, 2000).

Las aguas residuales domésticas, las escorrentías pluviales que arrastran desechos de animales, el uso de abonos con materia fecal, la disposición en los terrenos de barros provenientes de plantas de tratamiento de efluentes cloacales (Costamagna *et al.*, 1991), los rellenos sanitarios son algunas de las causas de contaminación por parásitos, y puede llegar a las fuentes de aguas superficiales y acuíferos

subterráneos a través de barreras inadecuadas del suelo (De Luca *et al.*, 2000). Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus protozoos y helmintos patógenos son el riesgo más común para la salud y está asociado con el agua de consumo humano (OMS, 2007).

1.1.13 Degradación de aguas de laguna o superficial.

Nebel y Wright (1999) mencionan que las aguas tienen un proceso por el cual tienden a sufrir un proceso denominado eutrofización (oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipereutrófico) el que se refiere a toda esta serie de sucesos que comienzan con el enriquecimiento de nutrientes; (Rawat *et al.*, 2011) involucran además el crecimiento y muerte del fitoplancton, acumulación de detritos, aumento de bacterias y, por último, agotamiento del oxígeno y sofocación de los organismos superiores (Goitía, 2011) a un ritmo que no puede ser compensado por la mineralización total, esto produce un crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos (Hirata, 2002). Generando residuos orgánicos que, al descomponerse consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora (Cavalier, 1993).

1.1.14 Consecuencias de los contaminantes biológicos.

Las infecciones producidas por el agua de consumo se conocen como "enfermedades transmitidas por el agua" (Traviezo *et al.*, 2013) y los agentes patógenos son biológicos en su mayoría, más que químicos, y muchas veces son contagiosos (OPS, 1978). Los agentes patógenos pertenecen al grupo de los microorganismos, que se transmiten en las heces eliminadas por individuos enfermos o por animales (OMS, 2011), estas enfermedades se suelen contraer al ingerirlos en forma de agua o con los alimentos (vía fecal-oral) (Acha y Szyfres, 2003). Los patógenos eliminados por humanos transmitidos por el agua incluyen microorganismos como: bacterias, virus, protozoos y, en ocasiones, helmintos lombrices: planos y redondos todos ellos muy diferentes en tamaño, estructura y composición (OMS, 1996). Así mismo, OMS (2007), OMS (2011); mencionan que, muchos protozoos y helmintos intestinales que afectan al hombre son transmitidos por el agua y alimentos (tabla 5).

1.1.15 Parásitos intestinales en agua de consumo humano

Las parasitosis intestinales son infecciones del aparato gastrointestinal causada por protozoarios o helmintos, que afectan a individuos independientemente del estado inmunológico, edad y condición socioeconómica (Botero y Restrepo, 2012). La OMS estima que cada año se presentan 500 millones de casos de diarreas en niños menores de cinco años, entre 3 y 4% de estos casos terminan con la muerte. Enfermedades cuyos resultados es la desnutrición y saneamiento ambiental deficiente, principalmente inadecuados sistemas de abastecimiento de agua e incorrecta disposición de las excretas (OMS, 2006). Estos agentes tienen un ciclo de vida cuyo inicio es a través de la ingestión oral con aguas y alimentos contaminados; ingresando como (trofozoítos) forma vegetativa o quistes y/o ooquistes siendo esta la forma patógena (Botero et al., 2006).

Tabla 5

Parásitos intestinales contaminantes en alimentos, agua y fómites.

HELMINTOS		
Nematodos	Trematodos	Cestodos
<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Fasciola hepatica</i>	<i>Taenia solium</i>
<i>Trichuris trichura</i>	<i>Fasciola buski</i>	<i>Taenia saginata</i>
<i>Ancylostoma duodenale</i>	<i>Fasciola gigantita</i>	<i>Diphylobotrium latum</i>
<i>Necator americanus</i>	<i>Clonorchis sinensis</i>	<i>Diphylobotrium pacificum</i>
<i>Strongyloides stercoralis</i>	<i>Paragonimus spp.</i>	<i>Hymenolepis nana</i>
<i>Trichostrongylus</i>	<i>Schistosoma mansoni</i>	<i>Hymenolepis diminuta</i>
<i>Capillaria spp.</i>	<i>Schistosoma japonicum</i>	<i>Dipylidium caninum</i>
<i>Enterobius vermicularis</i>	<i>Heterophyes heterophyes</i>	
	<i>Metagonimus yokogawai</i>	
	<i>Echinostoma ilocanum</i>	
	<i>Echinochasmus perfoliatus</i>	
	<i>Gastrodiscoides hominis</i>	
	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	
Acantocefalos		
<i>Macracanthorhynchus</i>		
<i>hirudinaceus</i>		
	PROTOZOOS	
Amebas	Flagelados	Coccidios
<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Isospora belli</i>
<i>Entamoeba dispar</i>	<i>Chilomastix mesnili</i>	<i>Cryptosporidium spp.</i>
<i>Entamoeba coli</i>	<i>Dientamoeba fragilis</i>	<i>Cyclospora cayetanensis</i>
<i>Trichomonas tenax</i>	<i>Trichomonas hominis</i>	<i>Sarcocystis spp.</i>
<i>Entamoeba hartmanni</i>	<i>Enteromonas hominis</i>	
<i>Entameba polecki</i>	<i>Retortamonas intestinalis</i>	
<i>Entamoeba gingivalis</i>		
<i>Endolimax nana</i>		
<i>Iodamoeba büschlii</i>		
Ciliados	Otros	
<i>Balantidium coli</i>	<i>Blastocystis hominis</i>	
	<i>Microsporidium spp.</i>	

Fuente: (OMS, 2007) (OMS, 2011)

OMS (2007); los cursos de agua se convierten en cuerpos receptores de desagües evacuados de las grandes ciudades, pueblos y caseríos recibiendo también efluentes de camales y granjas; en las zonas rurales donde es común que las personas defecuen en campo abierto, las escorrentías arrastran las heces de humanos y animales y las incorporan a los cursos de agua. En ríos, lagunas y lagos habitan innumerables especies animales silvestres que pueden actuar como reservorios de entero parásitos (Costamagna et al., 2005). Produciéndose múltiples brotes epidémicos en todo el mundo por causa de protozoos como Giardia, Cryptosporidium o Cyclospora (Botero et al., 2006).

1.1.16 Captación de agua para consumo humano del distrito de Abancay.

1.1.16.1 Captación Marcamarca, agua subterránea.

Según EMUSAP (2004), se ubica en la cuenca del Río Marcahuasi, este manantial del tipo ladera genera un caudal de 100 lps, de las cuales se destina para el uso de captación poblacional 70 lps; a partir de este sistema de captación se inicia la línea de conducción constituida por una tubería de 6" de diámetro de A.C. hacia los reservorios de "El Prado", es de fuente subterránea, por su capacidad de producción es la principal fuente de captación. Las estructuras de captación de agua están conformadas por tres cámaras de concreto y desde la cámara denominada de distribución a 10 m de distancia de la primera se reparte para fines de agua potable y para riego agrícola mediante un canal de conducción (EMUSAP, 2013).

SUNASS (2010) confirman, de esta cámara se conecta la línea de conducción constituida por una tubería de 8" de diámetro, y a 30 m aguas abajo se encuentra otra cámara de captación y reunión construida en 1994 lo cual ha incrementado la producción en unos 65 lps; a partir de este sistema de captación se inicia la línea de conducción constituida por una tubería de 8" de diámetro de PVC hacia los reservorios de "El Prado".

1.1.16.2 Captación Chinchichaca, agua subterránea.

EMUSAP (2013) es una fuente subterránea tipo galerías filtrantes constituidas por tramos de tuberías de PVC de Ø6" las cuales descargan a una tubería principal de recolección de concreto de Ø6" que entrega posteriormente las aguas a una cámara de reunión cilíndrica a partir del cual sale la línea de conducción de Ø6" de asbesto cemento hasta el reservorio "El Arco", está ubicado en la quebrada Chinchichaca cerca al nevado el Ampay, con una capacidad promedio de producción de 15.37 lps, fluctuando entre 14 a 18 lps, la captación conformada por galerías filtrantes.

SUNASS (2010) por su ubicación (cercana a la población) corre el riesgo de contaminación debido a la expansión urbana, además del uso de los terrenos aledaños para la crianza de animales que habitan en el lugar, esta expansión urbana juega un rol preponderante en la problemática de la

contaminación de la fuente, esta expansión ha disminuido terrenos productivos que generan recarga del acuífero.

1.1.16.3 Captación Rontoccocha, agua superficial - laguna.

Según EMUSAP (2013) y SUNASS (2014) el agua proviene de la laguna del mismo nombre, construida el año 1998 en operación el año 2000, tiene una capacidad promedio de 37.32 lps, con variaciones significativas entre la temporada de estío y lluvias (desde 75 lps a 20 lps), debido al insuficiente nivel del represamiento de la laguna.

EMUSAP (2013), se basa en el represamiento de la laguna mediante una presa de concreto armado (muro contrafuerte), hecha sobre la base de roca sana, su forma es trapezoidal (conformada por dos bloques) tiene en la parte alta de la presa una abertura (vertedor) de 0.25×4.20 m por donde rebosa el agua para la quebrada, regula su caudal de ingreso a la captación mediante una compuerta de 0.60×0.60 m, previo a la cámara de 0.60×0.70 m con su respectiva válvula BB de 12" hacia el vertedero triangular de placa laminar $\frac{1}{4}$ " donde se mide el rendimiento de la captación; el estado de conservación de esta fuente es buena.

EMUSAP (2004) explica debido a que esta fuente es superficial (laguna a 4,200 msnm), y presenta durante el año variabilidad, turbiedad y Coliformes Totales, es recomendable proyectar una planta de Tratamiento que considere la Filtración del Agua. SUNASS (2014) indica que Marcamarca y Chinchichaca se encuentran dentro de la Categoría 1, sub categoría A1 de los Estándares de Calidad Ambiental para ser potabilizada con desinfección simple; la entidad considera recomendable proyectar una planta de Tratamiento que considere la Filtración del Agua.

1.1.17 Métodos de estudio parasitológico de protozoarios

1.1.17.1 Método de flotación

Terashima *et al.* (2009) emplean un medio líquido más pesado que los parásitos, permitiendo que suban a la superficie y ser recuperados de la película superficial; ventajas: el preparado es más límpido, facilitando la

observación microscópica; desventajas: debe hacerse la observación microscópica en menor tiempo debido a que la película superficial puede destruirse y los parásitos caer al fondo del tubo, a su vez, los parásitos de mayor peso que la solución empleada no flotará, también se usa el método de Faust.

1.1.17.2 Método de concentración por flotación de Faust o Sulfato de Zinc al 33%.

Después de 30 minutos de reposo, se eliminan las 3/4 partes del agua de lavado, teniendo cuidado de no perder el sedimento donde se encuentran los quistes, huevos y larvas; el sedimento se lava en la centrifuga cuantas veces fue necesario, hasta obtener un sobrenadante claro (Soulsby, 1987).

1.1.17.3 Método de Filtración Simple.

Terashima *et al.* (2009) utilizó 100 ml de agua para el lavado, se pasan por un colador pequeño con una capa de gasa sobre un vaso de precipitación, a fin de retener los restos de vegetales, tierra y partículas grasosas. El filtrado obtenido se pasa por un filtro compuesto por un cartucho de papel filtro colocado en un vaso de precipitación para retener los quistes, huevos y larvas de parásitos. Se retira con cuidado el filtro colocado perpendicularmente sobre una placa Petri, lavándose con 2 ml de agua destilada, del filtrado obtenido se buscan los parásitos. Para ambos métodos se utiliza solución salina y lugol.

1.1.17.4 Método de sedimentación por centrifugación.

Álvarez *et al.* (1981) tratan de concentrar por acción de la gravedad a los parásitos, suspendiendo las heces en agua corriente, agua destilada o solución salina y dejando que sedimenten naturalmente o por centrifugación; estos métodos son principalmente útiles para la concentración de quistes, ooquistes y huevos. Ventajas: es fácil de realizar, no requiere observación microscópica inmediata; desventajas: la observación microscópica puede dificultarse por concentración de elementos no parasitarios.

1.1.17.5 Método de formol- éter o de Ritchie.

La técnica se inicia con filtrar 10 ml de suspensión de heces por un embudo con una capa de gasa, luego recoger 10 ml del filtrado sobre un tubo de centrífuga, centrifugar 5 minutos a 2000 -2500 rpm, descartar el sobrenadante, repetir esta operación 3 veces o hasta que el sobrenadante quede límpido, re suspender el sedimento con formol 10%, dejar 5 a 10 minutos en reposo, agregar 3 ml de éter sulfúrico. Tapar con tapón de goma y agitar vigorosamente 30 segundos para extraer las grasas. Centrifugar 1 minuto a 1500 rpm. Se forman cuatro capas: 1) capa de éter, 2) tapón de restos fecales, 3) capa de formol, 4) sedimento. Descartar las 3 capas primeras, conservando el sedimento finalmente examinar con microscopio una gota de sedimento (Ritchie, 1948).

1.1.17.6 Técnica de sedimentación espontánea de Tubo (TSET). Técnica de Tello.

Usar 4g de heces aproximadamente, homogenizar en 10 ml de solución salina hasta lograr una suspensión adecuada; la mezcla se vierte en un tubo Falcón de 50 ml de plástico de 13 x 2.5cm, se filtran a través de gasa, completar el volumen del tubo con solución salina y tapar herméticamente, agitó enérgicamente por 30 segundos y se deja reposar por 45 minutos, se elimina el sobrenadante y con una pipeta se toma una muestra del fondo del tubo, se colocan 4 gotas en dos láminas distintas con lugol y solución salina a cada una; finalmente, las láminas se cubre con laminillas de celofán de 6x2cm, se observa al microscopio (100X y 400X) (Habbari *et al.*, 1999).

1.1.17.7 Método Ziehl - Neelsen modificado/ Kinyoun. Específico para protozoarios Apicomplexos.

Realizar un frotis de la muestra, heces o sedimento de agua problema, que se diluyen en un poco de solución salina fisiológica, sobre una lámina portaobjetos desengrasado, con ayuda de una pipeta Pasteur se coloca una gota de la suspensión de heces ya filtrada y se hace una extensión; para la fijación del frotis, éste se deja secar a temperatura ambiente y se aplica fijador; en nuestro caso el fijador aplicado fue metanol absoluto, cuyo

tiempo de aplicación varió según el método de coloración aplicado, los cuales se describen seguidamente.

1.1.17.8 Método de Ziehl-Neelsen modificado o Kinyoun.

Según, Instituto Nacional de Salud (2014) este método se basa en el comportamiento ácido-alcohol-resistente de la cubierta de determinados microorganismos, los cuales se tiñen de rojo y destacan sobre un fondo verde o azul, dependiendo del colorante de contraste usado; después del frotis fijar la muestra con metanol durante 5 minutos y dejar secar, cubrir la lámina con la fucsina fenicada (previa agitación del frasco) por 5 minutos, diluida previamente en agua al tercio (1 ml de colorante y 2 ml de agua), lavar suavemente la lámina con agua corriente y decolorar con alcohol-ácido, cubriendo el porta objetos por unos segundos hasta quitar el colorante; lavar suavemente el portaobjetos y aplicar el colorante de contraste verde de malaquita o azul de metileno durante 5 minutos, diluidas previamente al tercio; por último, lavar la lámina suavemente con agua corriente y dejar secar a temperatura ambiente. Observar al microscopio a 100x.

1.2 Antecedentes

Grothen *et al.* (2017), utilizaron PCR como método alternativo, fácil de usar y económico para el análisis de agua, detectar una serie de patógenos intestinales, determinar los límites mínimos de detección de ADN y factores de virulencia intestinales.

Mora *et al.* (2010) estudiaron aguas superficiales encontrando: Amebas, *Blastocystis sp.*, *Endolimax sp.*, *Chilomastix sp.* y *Giardia sp.* Mientras que *Blastocystis hominis*, *Endolimax nana* y *Entameba coli* productoras de infecciones parasitarias, con porcentajes de 77,60%, 46,63% y 39,49% respectivamente.

En otro estudio Jauregui *et al.* (2010) señalan que las enfermedades gastrointestinales en la población son causadas principalmente por protozoos; agentes comunes de transmisión hídrica y sobreviven al tratamiento de cloración. Sugiriendo que el sistema de abastecimiento de agua no permite ofrecer agua potable segura, por lo que no son confiables.

Betancourt y Querales (2008), utilizaron métodos tradicionales para el monitoreo de *Cryptosporidium parvum*, *C. hominis* y *Giardia intestinalis* similares a los empleados para *Toxoplasma gondii* y *Cyclospora cayetanensis* en ambientes acuáticos. Determinando la importancia en aplicar métodos de concentración y detección de protozoarios patógenos transmitidos vía hídrica.

Menghi *et al.* (2007) encontraron en una comunidad aborigen *Entamoeba histolytica/E. dispar* (24.1%) y *Dientamoeba fragilis* (2.7%). Estudio que revela el problema en salud pública de las parasitosis intestinales que coexiste por la falta de saneamiento y abastecimiento de agua potable.

Solarte *et al.* (2006) demostraron, que *Cryptosporidium parvum* y *Giardia sp.*, son los causantes de un impacto negativo en la salud humana tanto en naciones industrializadas como en los países en desarrollo y la asociación con el consumo de aguas cuyos indicadores de contaminación con *Escherichia coli*, a pesar de cumplir con las normas vigentes.

Así mismo Costamagna *et al.* (2005), encontraron Huevos de céstodos, nematodos, quistes de *Giardia sp.*, *Entamoeba sp.*, *Endolimax sp.* y ooquistes de *Cryptosporidium sp.* en agua de Arroyo y en agua de piscinas; y *Cryptosporidium sp.* en el agua para consumo humano.

Soriano *et al.* (2005), encontraron presencia de parásitos intestinales en 50,7% en niños en condiciones sanitarias y nivel socioeconómico medio o medio bajo y 92.9% de niños de zonas marginales con condiciones sanitarias deficientes y bajo nivel socioeconómico, Siete protozoarios intestinales y 4 especies de helmintos. El más frecuente en ambos grupos fue *Blastocystis hominis*.

Rodríguez y Contreras (2015), determinaron la relación de los factores sociales, hábitos de higiene personal y saneamiento básico intradomiciliario, reportando una incidencia de *Enterobius vermicularis* con una asociación significativa de $p \leq 0,05$, equivalente a una certeza mayor a 95%, en niños varones de 5 años.

Beltrán *et al.* (2015), hallaron que los valores físico químicos de transparencia fueron bajos, conductividad eléctrica elevados, alcalinidad altos (75 – 150 mg/L) y muy altos (>150 mg/L), alto contenido de carbonatos y bicarbonatos, dureza de las aguas (121 –

180 mg/L) y muy duras (>180 mg/L). Además, altas cantidades *E. coli*, cuya consecuencia sería las descargas de aguas residuales sin un tratamiento adecuado.

Armengol (2015), la calidad microbiológica del agua puede variar muy rápidamente y en gran medida según las condiciones de almacenamiento, que está influenciada por el mantenimiento y estado de los reservorios, sumado los rayos solares en tanques sin tapa, factores que dan lugar a una posible contaminación microbiológica.

Florez (2014), enfatizó la importancia de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y la limpieza de la laguna de estabilización como una medida preventiva en salud pública. Indicó que las aguas residuales vienen afectando la calidad del agua, convirtiéndose en amenaza para la salud humana y el medio ambiente.

Mamani (2012), encontró que 17 de los sistemas de abastecimiento de agua fueron positivos a protozoarios y helmintos representando un 35.42% de prevalencia.

Pérez *et al.* (2008) analizaron aguas provenientes de acequias y pozos, encontrando protozoos y helmintos: (*Giardia lamblia*, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli*, *Cyclospora cayetanensis*, *Cryptosporidium spp.* y *Balantidium coli*), así como en alimentos crudos y cocidos (*Giardia lamblia*, *Cyclospora cayetanensis*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba butschlii* y *Blastocystis hominis* *Fasciola hepática* y *Áscaris lumbricoides*). Considerando un peligro si el consumo es directo.

Cruz (2006), observó nematodos *Trichuris trichiura* con 65,5%, *Áscaris lumbricoides* (60%), *Giardia lamblia* (29,6%), *Uncinaria* (12%), *Hymenolepis nana* (7,7%), *Strongyloides stercoralis* (7%), *E. vermicularis* (3,5%), *Hymenolepis diminuta* (2,1%) y la *Fasciola hepática* (0,7%), reportando el consumo de agua contaminada por la población y no cumple con los requisitos establecidos por la OMS; sugiriendo mejorar las plantas de potabilización, proteger las fuentes de agua y educación sanitaria.

Laura *et al.* (2002) estudiaron en Chile la asociación entre el consumo de agua obtenida de fuentes subterráneas, de perforaciones en grupos pediátricos, y utilizan cloro como desinfección. Determinaron que todos los pozos de agua contenían protozoarios.

Vilca (1998) encontró en el agua potable de piletas públicas y en la red de distribución del asentamiento humano, microorganismos mesófilos, además ambas aguas presentaron



contaminación microbiana, cuya población está expuesta de contraer enfermedades de transmisión hídrica.

Knobelsdorf y Mujeriego (1997), los sistemas de almacenamiento y distribución de agua potable constituyen un ambiente propicio para el desarrollo de los microorganismos; el flujo de agua favorece el transporte de nutrientes y bacterias, las paredes de las tuberías y las partículas presentes dejando sin efecto la acción del cloro residual.

Peña (2007), la situación económica y ecológica mundial está dado fundamentalmente por el agua, no sólo por las fuertes desigualdades que impone su distribución geográfica, tanto en el tiempo como en el espacio, sino, sobre todo, por las decisiones políticas y económicas que determinan nuestra relación social con este vital líquido elemento.

OMS (2011). al mejorar las fuentes de captación de agua, se disminuye el gasto sanitario, ya que las personas tienen menos probabilidades de enfermar y evitar gastos médicos, dando lugar a mejorar sus condiciones económicamente productivas.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

El agua, además de satisfacer las necesidades humanas básicas para muchos millones de habitantes en todo el mundo es un recurso escaso, se lucha diariamente para conseguir agua apta para el consumo y para atender a sus necesidades básicas (UNDESA, 2005).

El mayor impacto negativo del agua sobre la salud pública es a través del uso como bebida, cuyas fuentes pueden estar contaminadas por la escorrentía pluvial, aguas residuales municipales, agua de retorno del riego agrícola, desperdicios del procesamiento de los alimentos y desechos de origen humano y animal. Estos últimos contaminan el agua con diversos agentes patógenos ocasionando enfermedades entéricas e incluso muertes principalmente en niños y adulto mayor (OMS, 1996).

Abancay no es extraño a la presencia de enfermedades diarreicas siendo la primera causa de morbilidad y mortalidad infantil en niños menores de 5 años de edad, al igual que Ayacucho y Huancavelica, principalmente en hogares donde faltan los servicios de agua potable y saneamiento básico.

Según encuesta nacional de ingresos y gastos familiares 1998 -1999, sólo el 58.5% de las viviendas en el país cuentan con estos servicios, el 89.6% de las viviendas del área urbana cuentan con una red de distribución de agua, mientras que en el área rural solo el 43.6%, el 73.3% de las viviendas del área urbana están conectadas a una red de distribución de desagües y escasamente el 1.4% lo están en el área rural (Aurazo, 2004). El sistema de disposición de excretas y desechos sólidos en la mayoría de los sectores es deficiente y según la evaluación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América del Sur, debido a que en muchos lugares la disposición se efectúa en canales abiertos, o fosas sépticas; además, la mayoría de los alcantarillados desembocan en cuerpos receptores de

agua, aumentando el riesgo de adquirir infecciones por medio del consumo de la misma (Aurazo, 2004).

La detección, remoción e inactivación de los agentes patógenos en agua potable es esencial para proteger a los consumidores de brotes de enfermedades transmitidas por la misma. Sin embargo, la identificación de los agentes patógenos como los protozoarios y otros no se realiza rutinariamente; la contaminación fecal se detecta por la presencia de agentes parasitarios y microorganismos indicadores.

2.2 Enunciado del problema

Por las consideraciones indicadas, esta investigación plantea como problema principal:

¿En qué medida los protozoarios patógenos se encuentran presentes en agua de consumo humano del distrito de Abancay - Apurímac?

2.3 Justificación

Al hablar de agua para consumo humano nos referimos a aquella que ha sido debidamente tratada y cumple con las condiciones básicas para el consumo humano. Autoridades como la OMS internacional, DIGESA en el Perú y EMUSAP en Abancay son los que dirigen esfuerzos en materia de salud pública y calidad del agua, por prevenir la transmisión de enfermedades transmitidas por el agua y erradicar los agentes como los protozoarios patógenos. Con ese fin los gobiernos promueven la adopción de reglamentación sanitaria y trabajan con sus asociados para fomentar las prácticas de gestión de riesgos eficaces entre los proveedores de agua, las comunidades y los hogares.

A la fecha del estudio la población de Abancay, se abaste de agua para consumo humano de aguas subterráneas y superficiales que llegan a reservorios de Prado 1 y Prado 2 con promedios de antigüedad de 40 años, considerados entre malo y regular estado y en los tanques domiciliarios no se realiza ningún tipo de mantenimiento, además el distrito no cuenta con una planta de tratamiento de agua lo cual es incierta la determinación de la calidad del agua para consumo de la población a estudiar.

Debo indicar, que no existen investigaciones sobre monitoreo de la calidad del agua para consumo humano en la región apurimeña, los resultados del presente estudio servirán para dar a conocer si el agua que consume la población de Abancay presenta protozoarios

patógenos, así como demostrar si está involucrada en las infecciones parasitarias intestinales de la población infantil y adulto mayor.

2.4 Objetivos.

2.4.1 Objetivo general

Evaluar la presencia de protozoarios patógenos en agua de consumo humano en la población del distrito de Abancay- Apurímac.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los protozoarios patógenos presentes en el agua de consumo humano del distrito de Abancay- Apurímac.
- Cuantificar el nivel de contaminación por protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.
- Determinar cuáles son los factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

El agua de consumo humano del distrito de Abancay está contaminada con protozoarios patógenos.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El agua para consumo humano del distrito de Abancay tiene protozoarios patógenos y no reúne las condiciones óptimas de potabilización.
- El conocimiento del nivel de contaminación del agua de consumo humano permite prevenir las infecciones con protozoarios patógenos.
- Los factores involucrados determinan la presencia de protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El distrito de Abancay está ubicado al sureste del Perú, capital de la provincia del mismo nombre y pertenece al departamento de Apurímac. La ciudad se encuentra situada a 2.377 m.s.n.m. en la vertiente oriental andina, al norte del valle del río Pachachaca, a las faldas del nevado Ampay. Abarca los distritos de Abancay y Tamburco. Es la segunda ciudad más poblada del departamento con 110 520 habitantes, urbana 79 657 y rural 30 863 (INEI, 2017).

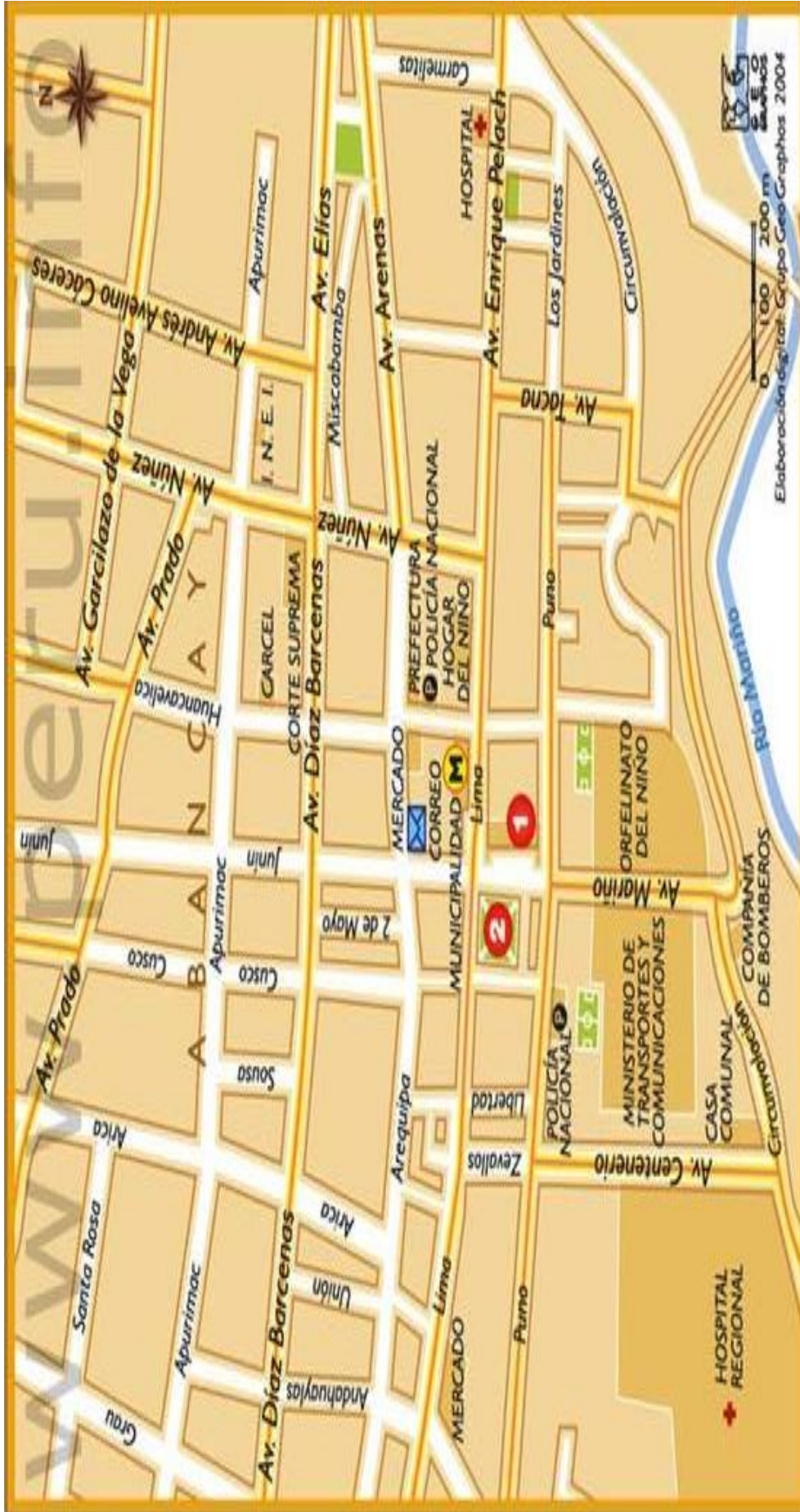


Figura 5. Plano de Abancay y zonas de muestreo de agua de distribución. Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) y unidades familiares. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.
Fuente: (EMUSAP, 2013).

3.1.1 Lugares para muestreo del agua en cuencas hidrográficas y distribución para consumo humano del distrito de Abancay - Apurímac

El ámbito de responsabilidad de prestación de servicios de EMUSAP ABANCAY S.A.C, comprende la localidad de Abancay (Área urbana y rural) del Distrito de Abancay. (SUNASS, 2010) (Figura 5) (EMUSAP Abancay, 2013). Agua de captación y distribución para consumo humano.

3.1.1.1 Aguas de captación para consumo humano. Distrito de Abancay.

El abastecimiento de agua para la zona urbana del distrito de Abancay, cuenta con 06 fuentes de captación, 5 manantes subterráneas y una superficial (laguna Rontoccocha), cada uno con sus respectivas características señaladas (tabla 6)

Tabla 6

Descripción, tipo de fuente, volumen mensual (m³), volumen anual (m³), rendimiento (lt/seg), rendimiento promedio (lt/seg), en aguas de captación. Distrito de Abancay - Apurímac 2018

Descripción	Tipo de fuente	Volumen mensual (m ³)	Volumen anual (m ³)	Tipo de captación	Rendimiento promedio (lt/seg)	Rendimiento promedio (lt/seg)
Marcamarca	subterránea	168,182	2,018,840	Manantial de ladera	60 – 75	64.72
Amaruyoc	subterránea	63,411	760,737	Manantial de Ladera-Fondo	20 -27	24.46
Chinchichaca	subterránea	39,826	477,907	Galería filtrante	14-18	15-37
Marcahuasi	subterránea	19,130	229,561	Manantial de Ladera	6.5– 8	7.38
Manzanales	subterránea	2,635	31,622	Manantial de Ladera	1-2	1.02
Laguna de Rontoccocha	superficial	98,288	1,179,453	Presa de Concreto	20 – 70	37.72
Total rendimiento promedio de las fuentes						150.67

Fuente: EMUSAP (2013) (SUNASS, 2014)

Para ello se eligieron tres lugares de muestreo de captación de agua, Marcamarca, Chinchichaca y Rontoccocha todas estas aguas llegan al reservorio Prado y a su vez se dividen en dos reservorios Prado 1 y Prado 2, este último abastece la zona centro del distrito. Ámbito de investigación.

El agua de distribución se realiza a través de las líneas de conducción; Marcamarca, tiene 5.4 km tuberías, con diámetros de 6 ‖ (6 pulgadas) y 8 ‖ (8 pulgadas) (78%). El 43% tiene una antigüedad mayor a 35 años, un estado físico malo y en ciertos tramos es crítico y es tipo PVC E/C y PVC UF; Chinchichaca tiene 0.22 km de tubería de 6 ‖ (6 pulgadas), su construcción data de 35 años de antigüedad, un estado físico malo. Es la única línea de material de tipo Asbesto Cemento (en adelante AC) y Rontoccocha, con de 22.6km de tuberías con tramos de 6 ‖ (6 pulgadas) y 8 ‖ (8 pulgadas) (40% del tramo total), 10 ‖ (10 pulgadas) y 12 ‖ (12 pulgadas) (51% del tramo total) de diámetro, con una antigüedad de 17 años y un estado físico de regular, de tipo PVC UF. Esta línea va al reservorio Víctor Acosta en épocas de lluvia abastece también la zona de Abancay centro (EMUSAP, 2013; SUNASS, 2010) (tabla 7).

En lluvias el agua de distribución se presenta de color turbia o marrón, lo que motivó el presente trabajo de investigación fue investigar que estaría pasando con el agua en lluvias y después de estas, saber además la presencia de enfermedades diarreicas en personas

Hasta la culminación de esta investigación, la Ciudad de Abancay, no cuenta con una planta de tratamiento para el agua potable. De las 6 fuentes de captación (4 manantiales, 1 galería filtrante y 1 laguna), los manantiales y la galería de acuerdo a los exámenes de calidad físico-químicas y bacteriológicas muestran resultados dentro de los límites máximos permisibles, por lo que, de acuerdo a la Ley General de Aguas, sólo requieren desinfección simple. Cabe mencionar que en el caso de la fuente de Rontoccocha, en los últimos 5 años, debido a que es una fuente superficial (laguna a 4, 200 m.s.n.m.) y presenta durante el año variabilidad en los resultados de turbiedad, color y coliformes totales (de setiembre a diciembre), es necesario el tratamiento de esta agua por medio de una planta de tratamiento que considere la filtración del agua. Se agrega la fauna silvestre y animales domésticos como causantes de contaminación de la laguna, que no puede ser consumida en forma directa, indicado por SUNASS (2010).

3.1.1.2 Aguas de distribución para consumo humano, distrito de Abancay.

El Anexo 3, muestra las zonas de distribución de agua y lugares consideradas para el muestreo en colegios primarios - secundarios (10) y unidades familiares (20). Ubicados en el perímetro central del distrito de Abancay; los colegios cuentan con turnos mañana y tarde, siendo el primer turno el nivel primario y el segundo el secundario, se consideró como ámbito de estudio considero 10 colegios 9 públicos y 1 particular. (Área de investigación propuesta)

Las calles de recorrido para el muestreo de UF, integraron restaurantes, oficinas, cubicherías, viviendas unifamiliares y multifamiliares. Las calles involucradas fueron Av. Arenas, Av. Núñez, Jirón Díaz Bárcena, Jr. Lima, Jr. Junín, Jr. Arequipa, parque Ocampo (Zona de venta de comidas y feria de dulcerías preparados en casa).

La EPS EMUSAP ABANCAY SAC, cuenta con 8 reservorios apoyados, con volumen total de 4.17 mil m³ de capacidad. Dos de ellos (Prado de 1,000 m³ y el Arco de 300 m³), en mal estado, por lo que según indica el interés de elaborar un Proyecto Integral SNIP 90700 para su renovación, de los cuales 4 reservorios no cuentan con el cerco perimétrico. El agua es desinfectada a través de 4 casetas de cloración en un estado regular de operación por el grado de antigüedad (El Arco, Prado, Villa Gloria y CRP 36). (SUNASS, 2014). Reservorio Prado. Agua de distribución para la zona centro, lugar de investigación. distrito de Abancay (tabla 7)

Tabla 7
Unidades de almacenamiento de aguas de captación. Distrito de Abancay - Apurímac 2018

Reservorio	Volumen (m ³)	Antigüedad (Años)	Estado físico
Prado 1	1000	58	Malo
El arco	300	30	Malo
Prado 2	600	22	Regular
Villa Gloria – Condebamba	200	20	Regular
Chinchichaca – Sahuanay	550	16	Regular
Díaz Bárcenas	1350	16	Bueno
Víctor Acosta	150	16	Regular
Eduardo S. Arenas	20	7	Regular

Fuente: PMO (plan maestro optimizado) de EMUSAP ABANCAY S.A.C

Evidenciamos que los reservorios de almacenamiento tienen antigüedades que van desde 58 años, siendo la de menor antigüedad 7 años, accediendo a 23 años en promedio; lo que permite asegurar la existencia de conexiones con roturas en algunos tramos, otros quizá cercanos a desagües o en su defecto el deterioro de estos.

Así mismo los reservorios Prado 1 y Prado 2 se encuentran en estados de malo a regular, los mismos que reciben el cloro como único desinfectante.

3.1.2 Transporte y recepción de la muestra de agua.

3.1.2.1 Recepción del agua.

El agua de captación y distribución, se recolectó en baldes de 20 litros, para cada muestreo se utilizaron dos baldes con la finalidad de lograrse sedimento (250 ml) de volumen.

3.1.3 Lugar del análisis, estudio e identificación parasitológica.

Se realizaron en la ciudad de Lima. Laboratorio referencial acreditado por DIGESA. *Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.*

3.2 Población

Población 01: Agua de captación para el distrito de Abancay- Apurímac, febrero – mayo del 2018, recolectadas en dos periodos climatológicos. Temporada de lluvias y de estiaje:

- a. **Marcamarca.** Zona de captación para suministro de la ciudad centro. Agua subterránea. Condición, canalizada y entubada.
- b. **Rontoccocha.** Zona de captación para suministro de la ciudad centro. Condición, laguna.
- c. **Chinchichaca.** Zona de captación para suministro de la ciudad centro. Agua subterránea. Condición, canalizada y entubada.

Se recolectaron 20 litros de agua por cada cuerpo de agua, en dos repeticiones cada uno. Siguiendo lo indicado por DIGESA-MINSA, 2017.

Población 02: Agua en la red de distribución de agua potable de la Planta de Tratamiento del agua “El Prado” para el consumo humano en el distrito de Abancay - Apurímac. Febrero - mayo de 2018, tendremos un total de 400 tomas muestrales de 100 ml de agua potable: 240 muestras tomadas de los grifos según casas y 160 grifos de los colegios. Mensualmente se realizaron 100 tomas muestrales de los grifos que son el total de 30 muestras tomadas de las casas y 20 de los colegios, con dos repeticiones.

3.3 Muestra

Para estudiar el impacto del parasitismo del agua potable en la ciudad de Abancay en la fuente de captación y de distribución; se utilizó la técnica estadística probabilística del “Muestreo Aleatorio Simple”, para poblaciones infinitas en su aplicación bietápica dando como resultado un tamaño muestral mínimo y óptimo de los caños de las casas y colegios del Distrito de Abancay. El muestreo del agua estuvo delimitado en pozas de tratamiento de EMUSAP, de la fuente de captación Marcamarca, con un caudal de 100 lps, es compartida para el uso agrícola y poblacional, destinado para el agua potable un promedio de 70 lps, en época lluviosa llega a captar hasta 75 lps y en estiaje 60 lps. Por su estabilidad es una de las principales fuentes de captación para la ciudad y de la fuente de distribución que provee el reservorio de “El Prado”, Chinchichaca con 15.37 lps, fluctuando entre 14 a 18 lps y la Laguna Rontoccocha con 37.72lps, fluctuando entre 20 lps en la temporada de estiaje y de 70 lps en época lluviosa. (EMUSAP, 2013)

Universo: Aproximadamente 16000 caños de 125 manzanas del distrito de Abancay. Así, la estimación del tamaño de la muestra mínima y óptima está dada por la siguiente expresión del Muestreo probabilístico Aleatorio Simple.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{e^2}$$

Dónde:

Z = 1.96 es el valor de la distribución normal para niveles de confianza del 95%

P = Proporción de la presencia de protozoarios en agua potable = 0.5

e = error de confiabilidad máximo permitido = 0.05

De donde el tamaño muestral mínimo y óptimo resultante fue de al menos $n = 384$ tomas muestrales de 100 ml de agua. Según protocolo de muestreo de la calidad de los recursos hídricos establecido por DIGESA. Perú. Con dos estudios de toma de muestras independientes para las aguas de captación y las aguas de distribución, se establecieron por las 384 muestras divididas en 8 repeticiones, tomadas de febrero a mayo 2018, que implica la época de lluvia como la época de estiaje.

Adicionalmente se consideró un análisis microbiológico de las especies: lechuga y espinaca, se obtuvo un tamaño muestral conformado por 103 muestras divididas en dos grupos: mesa (52 muestras) y piso (51 muestras). Obtenidas por afijación proporcional según las dimensiones de los mercados, Las Américas, Progreso y Central. Dicho tamaño muestral aleatorio se determinó a través del Muestreo Aleatorio Simple para poblaciones finitas, con nivel de confianza del 95% (tablas de afijación proporcional)

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde:

N = Población (140 hortalizas: lechuga y espinaca)

Z = Nivel de confianza del 95% (1.96)

d = precisión o error máximo permisible (0.05)

p = probabilidad de éxito (0.5), por ende, $q = 1 - p = 0.5$

Tabla 8

Afijación proporcional: Mesa

Mercado	Mesa: Lechuga	Mesa: espinaca
Américas	12	12
Progreso	9	9
Central	5	5
n = 52	26	26

Tabla 9

Afijación proporcional: Piso

Mercado	Piso: Lechuga	Piso: espinaca
Américas	12	11
Progreso	9	9
Central	5	5
n = 51	26	25

Esta investigación trabajo según la metodología propuesta por (Aurazo, 1993) (Suresh, Smith y Tan, 2005) (DIGESA-MINSA, 2011). Aguas de captación y distribución de igual forma para muestras de lechuga y espinaca.

a) Descripción de la toma de muestra del agua captación.

Se siguió la metodologías indicadas por American Public Health Association (1992; OMS (1993) cuidando el recipiente, volumen y etiquetado, recipientes limpios, estériles de boca ancha, de manera rápida y cuidadosa. En volumen mínimo de 20 litros/ muestra, con todos los datos para el transporte. Se debe dejar siempre un espacio de aire para facilitar la agitación de la muestra y es importante evitar el contacto de la misma con el exterior o con las manos de la persona que lleva a cabo la recolección. Se consideró los factores físicos (intrínsecos), temperatura y pH, de cada muestra tomadas *in situ*.

Se trabajó en horarios de 08:00 -12:00 pm y 13:00 - 06:00 pm, desde el lugar de muestreo hasta la ciudad.

- ✓ **Para el agua de captación de Marcamarca y Chinchichaca** de distrito de Abancay - Apurímac. El estudio se inició de febrero a mayo de 2018., considerando dos meses de lluvia y dos meses de estiaje, tendremos un total de al menos 384 tomas muéstrales de 20 litros de agua, las que se dejaron reposar por 48 horas y extraer 200-250 ml de sedimento, y mensualmente se realizaron 96 tomas muéstrales según mes que es el total de 48 muestras con dos repeticiones (Anexo)

- ✓ **En la laguna Rontoccocha.** El estudio consideró, como lugares de muestreo los mismos seleccionados al inicio, con la finalidad de tener una visión clara del comportamiento de las aguas desde la entrada de estas hasta la salida. También mensualmente se realizarán 96 tomas muestrales de 20 litros de agua, que es el total de 48 muestras con dos repeticiones. Se realizaron análisis dentro de las lagunas tomando únicamente lo que son lodos, aguas estancadas y en semi corriente de la laguna facultativa, considerando la altura de cada muestra con agua disuelta de todo el sistema en profundidades promedio entre 0.50 cm y 110 cm. (figura 6 y figura 7)
- Entrada de laguna primaria o canaleta entubada.
 - Salida de laguna primaria (facultativa o anaeróbica)
 - Salida de laguna de maduración.

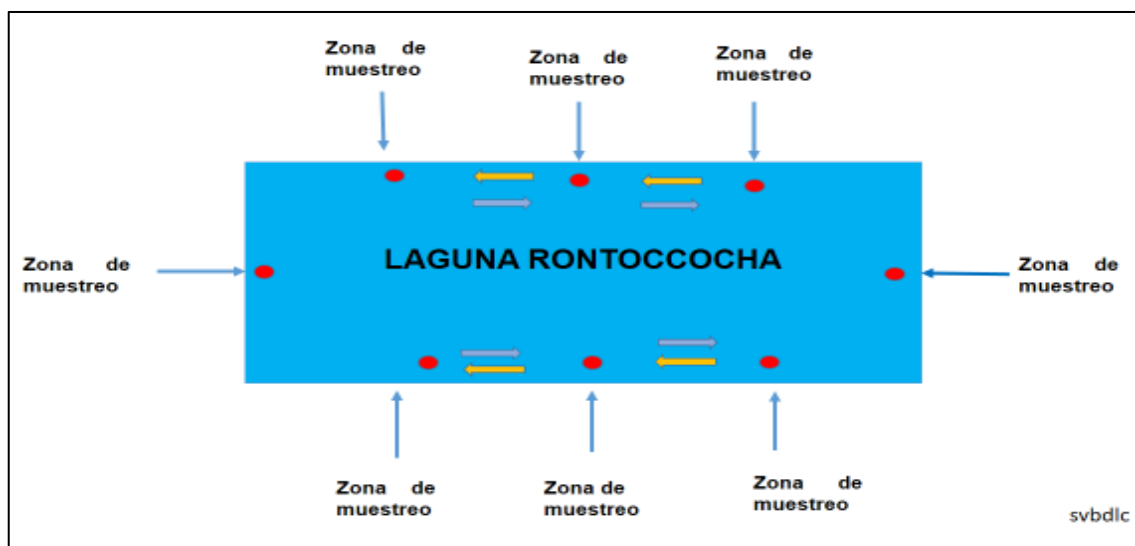


Figura 6. Ubicación de puntos de movimiento del agua de laguna Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

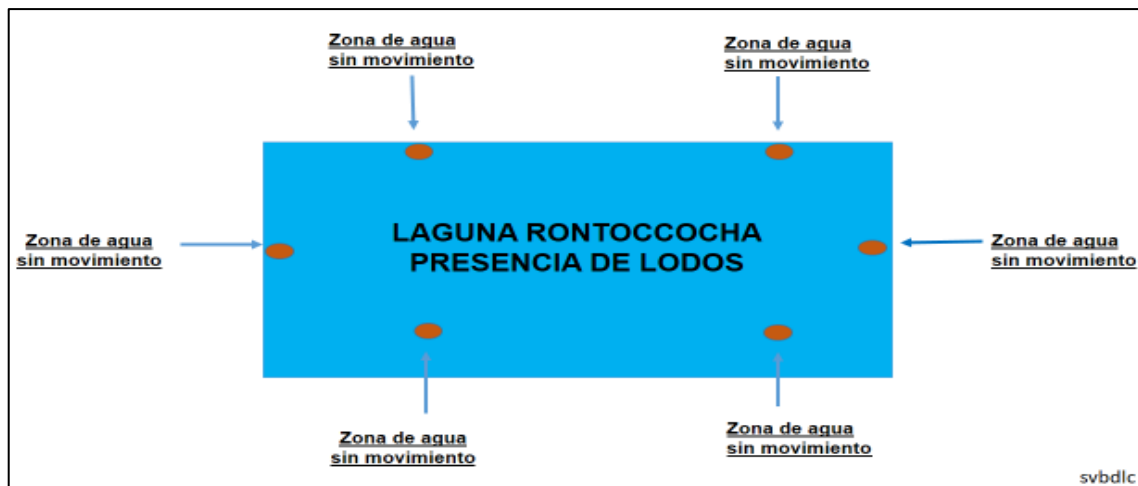


Figura 7. Ubicación de puntos de muestreo de laguna Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

b) Descripción de la toma de muestra del agua de distribución, en instituciones educativas y unidades familiares de grifo o caño.

Se limpió previamente con algodón y alcohol al 70% el caño o grifo. El procedimiento requiere de abrir la llave del grifo dejando correr el agua durante dos o tres minutos; luego se abre el recipiente recolector hasta tres cuartas partes de su capacidad. Se cierra el frasco y se envía al laboratorio entre las 6 y 8 horas de recolección. Si se sospecha que el agua contiene cloro es necesario inactivarlo previamente mediante la adición de tiosulfato de sodio al 10% (Geldreich, 1996).

3.4 Método de investigación

La investigación fue pre experimental, los parámetros parasitológicos del agua de captación y de distribución recolectadas fueron sometidas a pruebas, mediante procedimientos parasitológicos, técnicas de comparación con los límites tolerantes de los estándares de calidad del agua. Los resultados obtenidos, se presentan de forma ordenada y sistemática concordantes con las consideraciones del Estándar de Calidad ambiental del agua, y del agua potable para consumo humano, establecidas por (DIGESA-MINSA, 2011; MINAM, 2015; MINAM, 2017).

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.

A Comprobar los protozoarios patógenos presentes en el agua de consumo humano del distrito de Abancay- Apurímac.

3.5.1 Diseño del experimento

Los resultados de las muestras de agua de captación y distribución se organizaron según el método de Centrifugación – Flotación con una solución de NaCl, aplicado a muestras frescas y refrigeradas y el método Kinyoun/Ziehl Neelsen aplicado a cada muestra solución de formol al 10%, ver detalles en las tablas adjuntas (anexo 4) (tabla 8). Que facilitaron la identificación de microorganismos de vida acuática encontrados en agua de consumo humano, del Distrito de Abancay. Febrero – mayo 2018, se aplicó la estadística descriptiva para comprobar la presencia de protozoarios patógenos y microorganismos. Proceso de identificación de microorganismos en agua de captación y distribución:

3.5.1.1 Proceso para la identificación de protozoarios

Para la identificación de protozoarios y microorganismos se siguió el procedimiento para detección de protozoos y helmintos parásitos en agua de bebida. Laboratorio de Control Ambiental DIGESA-MINSA. Código: DIGESA-AG-PE-01. 01/06/2017. Según indica:

a) Filtración.

- ✓ Con ayuda de una pinza punta plana, colocar el filtro de membrana en el embudo del equipo de filtración
- ✓ Homogenizar la muestra antes de filtrar,
- ✓ Filtrar la muestra (20 litros). Este se realizó por duplicado cumpliendo 40 litros, (lograr un buen sedimento).

b) Lavado y sedimentación.

- ✓ Dejar sedimentar por 04 horas (si esta sin preservar a 4°C).
- ✓ Recolectar todo el material re suspendido en frascos de vidrio herméticos graduados, hasta un volumen máximo de 250 mL, cerrar la tapa.
- ✓ Al sedimento se agregó solución de formalina al 10% para su envío al laboratorio referencial,
- ✓ En el laboratorio referencial, se trabajó con los sedimentos, se colocaron en tubos de centrifuga hasta 10 mL por tubo.

c) Centrifugación - Sedimentación con solución acética formulada:

Método preferentemente para concentrar quistes de protozoarios, mediante el uso de soluciones salinas de baja densidad. Ambas se fundamentan en que, al encontrarse irregularmente dispersos en las aguas residuales, es necesario concentrar los elementos parasitarios. Para el estudio de pueden hacer modificaciones dado que las muestras contendrán gran cantidad de sedimentos.

Cualquiera sea el método de concentración utilizado, la identificación de los agentes se logra por el análisis de sus características morfológicas, observado en microscopio (100X y 400x) todo el material fresco concentrado (Aurazo, 1993) y el uso de la cámara Mac Master para el conteo.

d) Identificación de protozoarios y microorganismos presentes en agua de captación y de distribución.

Método aplicado Ziehl - Neelsen modificado y/ o Kinyoun. Aplicado por ser específico para el diagnóstico de nuestro objetivo de investigación. Anexo 4 y tabla 8. Tablas de trabajo agua de captación y distribución:

Tabla 10
Tablas de trabajo. Materiales y métodos. Distrito de Abancay - Apurímac 2018

IDENTIFICACIÓN DE PROTOZOARIOS PATÓGENOS EN AGUA DE DISTRIBUCIÓN: FEBRERO –MAYO 2018		Muestreo de Lechugas y espinaca Mercados en mesa y piso		Determinación de factores de contaminación del agua para consumo humano	
08 muestras por lugar de Distribución (N° 16 TOTAL)	Toma de muestra (Repeticiones, Domicilios y colegios)	Centrifugación - NaCl (Muestras frescas y refrigeradas)	Flotación con Método Kinyoun/ Ziehl (Muestras con formol al 10%)	Con formaldehído y acetato de etiló y coloreada con el Método Kinyoun / Ziehl Neelsen. Análisis de hortalizas (opscional)	
	CO DO	CO: colegios DO: domicilios	CO DO	Con lluvias y estiaje	
1	CO ₁ DO ₁				
2	CO ₂ DO ₂				
3	CO ₃ DO ₃				
4	CO ₄ DO ₄				
5	CO ₅ DO ₅				
6	CO ₆ DO ₆				
7	CO ₇ DO ₇				
8	CO ₈ DO ₈				
IDENTIFICACIÓN DE PROTOZOARIOS PATÓGENOS EN AGUA DE CAPTACIÓN					
Febrero – Mayo 2018					
Número Muestras (N° 24 TOTAL)	Toma de muestra (Repeticiones)	Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas)	Método Kinyoun / Ziehl Neelsen (Muestras con formol al 10%)	Muestreo de heces de animales visitantes de la laguna Rontoccocha La muestra fue tratada con formaldehído y acetato de etilo y coloreada con el Método Kinyoun / Ziehl Neelsen Coproanálisis (Opscional)	Determinación de factores involucrados en la contaminación del agua para consumo humano. Con lluvia y estiaje
08 muestras	R M CH	R M CH	R M CH		
1	R ₁ M ₁ CH ₁				
2	R ₂ M ₂ CH ₂				
3	R ₃ M ₃ CH ₃				
4	R ₄ M ₄ CH ₄				
5	R ₅ M ₅ CH ₅				
6	R ₆ M ₆ CH ₆				
7	R ₇ M ₇ CH ₇				
8	R ₈ M ₈ CH ₈				

e) Esquema del diseño.

Corresponde a un diseño pre experimental, de medición de protozoarios patógenos en dos grupos: Agua de captación y agua de distribución; cuyo diseño gráfico es:

$$8 \text{ RG1: } - X - C1$$

$$8 \text{ RG2: } - X - C2$$

Donde:

8 =Número de repeticiones totales

RG1 =Grupo de muestras de agua de tomadas en forma aleatoria de las aguas de distribución

RG2 =Grupo de muestras de agua de tomadas en forma aleatoria de las aguas de captación

X =Método de Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas) aplicado a las aguas de captación y distribución y Método Kinyoun (Muestras con formol al 10%) aplicado a las aguas de captación y distribución

C1 =Cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de captación.

C2 =Cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de distribución.

3.5.1.2 Uso de materiales equipos e insumos

El material de estudio son los resultados de las muestras de aguas de captación y de distribución analizadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Según Laboratorio de Control Ambiental DIGESA-MINSA. Código: DIGESA-AG-PE-01. 01/06/2017.

a) Equipos.

- **Equipo de filtración.** Para filtro de cartucho con medidor de volumen general.
- **Microscopio compuesto binocular.** Equipo para producir una imagen ampliada de una muestra de algo, por medio de sistemas ópticos. 10X, 20X, 40X, 100X.
- **Microscopio de Florescencia.** Para observar objetos iluminados con rayos de una determinada longitud de onda y dejar pasar la emisión secundaria deseada. Se usan filtros apropiados debajo del condensador y encima del objetivo.
- **Centrífuga.** (opcional) para acelerar la decantación o la sedimentación.
- **Depósito con aza de caucho estéril.** Para extraer muestras de agua pozo de captación.
- **Soguilla de lino.** De 8 metros para atar los depósitos de muestreo
- **Botella para esterilización ISO de 250 ml.** Marca Deltalab, modelo 402001. Para transporte de agua al lugar de análisis. Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.
- **Gradillas.** Para trasportar y soporte de tubos con muestras liquidas problemas.
- **Flexómetro o cinta métrica flexible y enrollable.** Permite medir la longitud de una determinada línea, profundidad del lugar de muestreo.
- **Placas Petri.** Instrumento de vidrio que permite aislar materiales biológicos en estudio, aunque no de forma hermética.
- **Cintas para toma de pH.** Cintas para determinar acidez o alcalinidad del agua.
- **Termómetro de vidrio.** Para medir agua al momento de muestreo.
- **Termómetro ambiental.** Instrumento para medir la temperatura del aire en un entorno concreto.
- **Probeta milimetrada de 500 ml.** Cilindro graduado de vidrio común para contener líquidos y medir volúmenes de forma exacta.
- **Tubos Falcón de 15 y 50 ml.** Para sostener y almacenar muestras como sedimento.
- **Pipeta Pasteur.** Para hacer transferencia de pequeñas cantidades de líquidos.
- **Láminas porta y cubre objeto.** Para observar muestras al microscopio.

- **Baldes de 20 litros de polipropileno graduado y transparentes.** Recolección transporte del agua desde el lugar del muestreo y extraer el sedimento después de 24 horas de reposo.
 - **Reactivos.** Ziehl - Neelsen modificado y/ o Kinyoun. Coloración tricrómica.
 - **Formalina al 10%.** Preservar y transporte de muestras.
 - **Lugol parasitológico.** Para identificar polisacáridos como almidones, glucógeno y ciertas dextrinas.
 - **Aceite de inmersión.** Para aumentar la resolución con alto índice de refracción.
- b) **Otros**
- **Agua destilada.** Lavado de láminas y material de vidrio.

3.5.1.3 Variables que se analizaron.

En el primer propósito se tiene las siguientes variables de estudio:

a) Variable independiente (X)

Son los métodos de identificación de microorganismos en el agua: X1: Método de Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas) y X2: Método Kinyoun (Muestras con formol al 10%), aplicados a las aguas de captación y distribución.

X :Método de Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas) aplicado a las aguas de captación y distribución y Método Kinyoun (Muestras con formol al 10%) aplicado a las aguas de captación y distribución

b) Variable dependiente (Y)

Está definida por la cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de captación y de distribución.

C1 :Cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de captación.

C2 :Cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de distribución.

3.5.1.4 Aplicación estadística.

La estructura del primer objetivo específico es de naturaleza descriptiva que consiste en contabilizar el número de protozoarios patógenos que contienen las muestras de agua de consumo del distrito de Abancay – Apurímac, por tanto, para establecer si el proceso de potabilización del agua es adecuado, se toma como referencia de comparación la cantidad de protozoarios patógenos observados en el agua de captación. El desarrollo del objetivo en cuestión se logra con los criterios de la estadística descriptiva que a través de sus tablas de distribución de frecuencias y figuras estadísticas permiten comparar el número de protozoarios patógenos observados en la distribución de frecuencias de las aguas de captación comparadas con la distribución de frecuencias de las aguas de distribución, los resultados son obtenidos del menú del Software SPSS versión 25.

Tabla 11
Distribución de frecuencias para los protozoarios patógenos en aguas de captación. Distrito de Abancay - Apurímac 2018

Numero de protozoarios patógenos en aguas de captación y_i	Frecuencias absolutas: Numero de muestras n_i	Frecuencias relativas: Porcentaje de muestras $h_i\%$
y_1	n_1	$h_1\%$
y_2	n_2	$h_2\%$
.	.	.
.	.	.
y_m	n_m	$h_m\%$
Total	n	100%

Tabla 12
Distribución de frecuencias para los protozoarios patógenos en aguas de distribución. Distrito de Abancay - Apurímac 2018

Numero de protozoarios patógenos en aguas de distribución y_i	Frecuencias absolutas: Numero de muestras n_i	Frecuencias relativas: Porcentaje de muestras $h_i\%$
y_1	n_1	$h_1\%$
y_2	n_2	$h_2\%$
.	.	.
.	.	.
y_m	n_m	$h_m\%$
Total	n	100%

B Cuantificar el nivel de contaminación por protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.

3.5.2 Diseño del experimento

El diseño de experimento para desarrollar el segundo objetivo específico requiere de organizar de forma apropiada los datos de las aguas de captación y de las aguas de distribución, para establecer la diferencia entre el nivel de contaminación de las aguas de captación y de distribución, este proceso se adecua al diseño pre experimental mencionado en primer objetivo, pero su procedimiento de cálculo de los estadígrafos pertenecen a la estadística inferencial y los resultados se comparan con la norma de calidad de agua. Los datos que se toman como base del anexo 4 y los que se presentan en la siguiente tabla para la prueba de hipótesis del N° *sp* cuyas muestras son grandes.

3.5.2.1 Proceso para la identificación de protozoarios.

Se utilizó el mismo experimento detallado en el primer objetivo

3.5.2.2 Uso de materiales, equipos e insumos.

Se utilizó el mismo experimento detallado en el primer objetivo.

3.5.2.3 Variables que se analizaron.

Variable independiente (X).

Son los métodos que se aplicaron para identificar los protozoarios patógenos.

Variable dependiente (Y).

Está definida por la cantidad o proporción de protozoarios patógenos identificados en las aguas de captación y de distribución.

C1 : Cuantificar el nivel de contaminación a través de los diferentes tipos de protozoarios patógenos identificados en las aguas de captación.

C2 : Cuantificar el nivel de contaminación a través de los diferentes tipos de protozoarios patógenos identificados en las aguas de distribución.

3.5.2.4 Aplicación estadística.

El desarrollo del segundo objetivo específico tiene como insumo los datos de las tablas del anexo 4.1 y 4.2, que son procesados con la estadística inferencial correspondiente a:

La prueba de hipótesis T – Student para muestras independientes para determinar el número o proporción de microorganismos observados en el agua de captación y de distribución.

Tabla 13
Prueba t Student para igualdad de medias. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Estadígrafos	T	gl	Sig. (bilateral)	$\bar{u} \neq \bar{u}$	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Número de agentes observados en las muestras	T_0	gl	$P(T > T_0)$	$\bar{u}_1 \neq \bar{u}_2$	$S_{\bar{u}_1 - \bar{u}_2}$	Li	Ls
						$S_{\bar{u}_1 - \bar{u}_2}$	Ls

Fuente: Proceso de muestras de agua de captación y distribución. Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Tabla para el análisis de varianza para determinar si existe variabilidad significativa entre el número de protozoarios en el agua de captación y de distribución, que es otra forma de confirmar los resultados de la prueba T – Student, los resultados son obtenidos del menú del Software SPSS versión 25.

Tabla 14
Análisis de varianza para determinar significativa entre el número de protozoarios

Fuente de variación	de Suma de cuadrados	de Grados de libertad	de Cuadrado medio	F ₀ : Estadístico de contraste	Valor - p
Presencia de protozoarios en aguas de captación y de distribución	SSR	k	CMR = SSR/k	F ₀ = CMR/CME	P(F > F ₀)
Error	SSE	n-k-1	CME = SSE/(n-k-1)		
Total	SST	n-1			

FUENTE: Muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Tabla para evaluar la prueba de hipótesis para la igualdad o diferencia de proporciones de la distribución normal Z para muestras grandes, los resultados son obtenidos en Excel, pero en el Software SPSS no está implementada la prueba de hipótesis de la distribución normal, solo la distribución T – Student, que aplica la convergencia de la T – Student a la Distribución normal Z para muestras grandes

Tabla 15
Evaluar la prueba de hipótesis para la igualdad o diferencia de proporciones

Protozoarios y microorganismos	UF	Diferencia de proporción de protozoarios y microorganismos	Prueba de hipótesis estadística (α = 0.05)		
			Ho: P1=P2	P-valor	Decisión
Protozoarios	UF ₁	D _{P-A}	Z _{P-A}	P(Z > Z ₀)	Decisión

El estadístico de contraste de la distribución normal es:

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_1} + \frac{p(1-p)}{n_2}}}$$

Donde:

$$Z = \frac{n_1 p_1 - n_2 p_2}{n_1 + n_2}$$

Considerando la hipótesis nula de igualdad cero, se rechazará si el P valor es menor de 0.05.

Para la presente investigación nuestra hipótesis fue:

Ho: La proporción de protozoarios patógenos en ambos grupos es estadísticamente la misma (Agua de captación y distribución).

Estadísticamente se representa:

Ho: Protozoarios patógenos de agua de captación – Protozoarios patógenos de agua de distribución = 0

C Determinar cuáles son los factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay

3.5.3 Diseño del experimento

En el desarrollo del tercer objetivo específico se realizó un análisis de los datos de los factores intrínsecos y extrínsecos ocurridos durante el proceso de muestreo en agua de captación y distribución. También se tomó en cuenta factores físicos, como temperatura del agua y ambiental, pH, color, olor y propiedades encontradas al momento del muestreo. Además, encuestas aplicadas a los estudiantes de las Instituciones Educativas y padres de familia de Unidades Familiares. Así mismo el monitoreo de las principales hortalizas de consumo crudo como Lechuga (*Lactuca sativa*) y espinaca (*Spinacia oleracea*), de expendio en mercados de la zona centro de la ciudad, hábitos de consumo de agua de personas adultas, hombres y mujeres de 35 - 70 años de edad y la Frecuencia de limpieza de tanques de almacenamiento de agua de distribución en unidades familiares, como factores intrínsecos y extrínsecos.

El diseño utilizado fue describir a través de lo observado en los diferentes escenarios descritos el párrafo anterior. Se aplica el razonamiento y la lógica para establecer inferencias con los resultados que permitan contrastar la hipótesis.

3.5.3.1 Proceso para la identificación de protozoarios

Se utilizó el mismo experimento detallado en el primer objetivo

3.5.3.2 Uso de materiales, equipos e insumos

Se utilizó el mismo experimento detallado en el primer objetivo

3.5.3.3 Variables que se analizaron.

3.5.4 Variable independiente (X)

3.5.4.1 Agua de consumo Humano.

- Aguas de captación de tres cuerpos. Marcamarca y Chinchichaca (subterránea) y Rontoccocha agua superficial (laguna).
- Aguas para distribución de Instituciones educativas (colegios primarios – secundarios) y de unidades familiares.

3.5.5 Variable dependiente (Y)

3.5.5.1 Protozoarios patógenos.

- *Cryptosporidium sp*
- *Cytoisospora sp (antes Isospora belli)*
- *Entamoeba sp*
- *Giardia sp*
- *Balantidium coli*

3.5.6 Aplicación estadística

Para el tercer objetivo, se conjuga la estadística descriptiva para el análisis de las encuestas, los resultados de laboratorio son analizados según los parámetros de calidad de aguas, así como, los resultados de laboratorio de las hortalizas. Todos estos resultados son razonados y analizados aplicando las reglas de la lógica.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Protozoarios patógenos presentes en el agua de consumo humano. Distrito de Abancay – Apurímac.

4.1.1 Características del agua de captación.

Se procesaron 48 muestras con dos repeticiones cada una, de los cuales el 66.67% resultaron positivas a la presencia de protozoarios y microorganismos (protozoarios ciliados, algas verdes, pardas y diatomeas). Considerados como benéficos; mientras que el 33.33% contenía (rotíferos, braquiópodos, nematodos de vida acuática y alga azul), cuya presencia señala contaminación del medio (tabla 16).

Tabla 16

Distribución de frecuencias del material microbiológico contenido en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Material microbiológico	N° muestras	%
Algas, Nematodo, Ciliados, tecameba, diatomeas, <i>Stentor sp</i> , <i>Volvox aureus</i> (alga verde). <i>Monhystera similis</i> (nematodo). Rotíferos, Diatomeas, <i>Ulotrix zonata</i> (alga parda), <i>Cyclidium citrullus</i> (Protozoo ciliado), <i>Colpidium colpoda</i> (Protozoo ciliado)	6	12.50
Algas, <i>Tobelaria flocculosa</i> , <i>Ulotrix zonata</i> (alga verde), Diatomeas, <i>Asterococcus superbis</i> (alga conyugada), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda), <i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado)	8	16.67
<i>Cylindrosystis zonata</i> (alga conyugada), <i>Ultrix zonata</i> (alga verde), <i>Phormidium inundatum</i> (alga azul), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado),	1	2.08
Diatomeas, <i>Tabellaria flocculosa</i> , <i>Netrium digitus</i> , <i>Nebela callaris</i> , <i>Chlorella</i> , Branquiopodo.	2	4.17
<i>Netrium digitus</i> , (alga conyugada) <i>Gloeocystis vesiculosa</i> (alga verde), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado).	4	8.33
<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus superbis</i> (alga verde), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda). <i>Philodina roséola</i> o Ehrenberg (Rhotífero). <i>Tetraedrom trigonum</i> (alga verde),	5	10.42
Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium Stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> . <i>Alonella exigua</i> (Branquiopodo).	6	12.50
Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> , <i>Chroella sp</i> (alga verde), <i>Netrium digitus</i> (alga conyugada). Algas verdes, rotíferos, <i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado).	2	4.17
Rizópodos, <i>tecamebas sp</i> , <i>Netrium digitus</i> , protozoários de vida libre. Rizópodos, <i>Tecamebas</i> , <i>Netrium digitus</i> , Rotíferos	3	6.25
Rotífero: <i>Philodina roséola</i> , <i>Tetraedron trigonum</i> (alga verde), <i>Stentor</i>	4	8.33
<i>Ultrix zonata</i> (alga verde), <i>Phormidium inundatum</i> (alga azul), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado), diversos protozoos de vida libre. <i>Cylindrosystis crassa</i> (alga conyugada). <i>Tecameba sp</i> , <i>Stentor</i> (Protozoo ciliado). <i>Gloeocystis vesiculosa</i> .	7	14.58
TOTAL	48	100.00

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Los resultados contrastados con los estadígrafos no distan de la verdad, se registró diferencia en las proporciones y densidad de microorganismos, mediante la estadística descriptiva que permitió contabilizar los microorganismos según distribución, y frecuencias en los tres cuerpos de agua; estudiados. En época lluviosa y estiaje.

Sobre el particular, Bing *et al.* (2001), la presencia de microorganismos de vida acuática es normal, por tener un hábitat común, en aguas subterráneas y superficiales como en las humedades formando parte de su cadena alimenticia para otros seres

vivos acuáticos Mora *et al.* (2010) estudiaron aguas superficiales para consumo humano, encontrando protozoarios de vida libre y patógenos, en muestras de agua que representan el 46.63% y 39,49%, afirmaciones sustentadas por Streble y Krauter (1987) que indican son comensales de la cadena trófica acuática. En consecuencia, los porcentajes en forma acumulativa; el 12.5% de muestras de agua de captación tienen un Nivel Bajo con uno o dos especies de microorganismos, como algas pardas y verdes, el 64.6% un Nivel Moderado con tres o cuatro especies; 3 especies se repiten en 19 muestras, 4 en 12 y 5 en 4 respectivamente. En contraste, el 22.9% un Nivel Alto, con cinco a siete especies; cuyas frecuencias fluctúan entre 3 – 4 especies encontradas (tabla 17).

Tabla 17

Distribución de frecuencias porcentuales del número de microorganismos observados en el material microbiológico contenido en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Número de microorganismos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	1	2,1	2,1
2	5	10,4	12,5
3	19	39,6	52,1
4	12	25,0	77,1
5	4	8,3	85,4
6	3	6,3	91,7
7	4	8,3	100,0
Total	48	100,0	

Fuente: Tabla 16. Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Se aplicó también la estadística descriptiva para evaluar la diversidad de microorganismos respecto a las frecuencias del número de microorganismos.

La elevada densidad determina, presencia de materia orgánica (Nebel y Wright, 1999) en la laguna Rontoccocha y el agua subterránea de Chinchichaca; hay contaminación, esto se explica porque sus aguas discurren por zona rural hasta llegar al área poblada de almacenamiento el Arco, llevando en su trayecto contaminantes, por la dinámica del suelo, actividad ganadera, pozos ciegos, sucesos similares ocurren con el de laguna Rontoccocha afectada por la actividad humana y animal (Vilaseca, 2001). Denominada contaminación antropogénica (Núñez *et al.*, 2009; Rawat *et al.*, 2011).

Respecto al impacto en la salud de las personas el agua de captación, presento el 27.1% con impacto Leve o Bajo para la salud de las personas de ser ingeridas,

asimismo 14.6% con impacto Moderado o Regular y el 58.3% impacto Alto o Malo (tabla 18).

Tabla 18

Distribución de frecuencias del impacto en la salud de los consumidores del agua de captación. Distrito de Abancay- Apurímac, 2018.

Impacto del agua en la salud	Frecuencia	Porcentaje
0,5 : LEVE O BAJA	13	27,1
0,8 : MODERADO	7	14,6
1,0 : ALTO	28	58,3
Total	48	100,0

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Los indicadores estadísticos, sobre el impacto en la salud, revelan que el 66.7% de agua de captación contienen protozoarios de vida libre en una proporción de 0.50% o 0.50% de algas identificadas.

El contenido de microorganismos está relacionado con el probable efecto en la salud de las personas que consumen esta agua ha permitido clasificar el nivel de riesgo de las aguas de captación, siendo el más frecuente el riesgo alto, porque se identificó que el conjunto de microorganismos se encontraban agentes microbianos nocivos para la salud de las personas. Aunque la OMS realiza el reporte de enfermedades de transmisión hídrica, dentro de las que incluyen las causadas por agentes tóxicos, o aquellos en las que los organismos causantes cumplen alguna parte de su ciclo de vida la lista la encabezan las causadas por microorganismos, virus y parásitos de transmisión hídrica (OMS, 2011).

Por otro lado, se identificaron protozoarios de vida libre, nematodos y microorganismos que infiere con diagnóstico negativo el 47.9%, dado por factores ambientales y antropogénicos, propios de la población aledaña. En tanto que, la presencia mayormente de algas verdes, pardas, conyugadas infiere un diagnóstico positivo de 52.1% (figura 8).

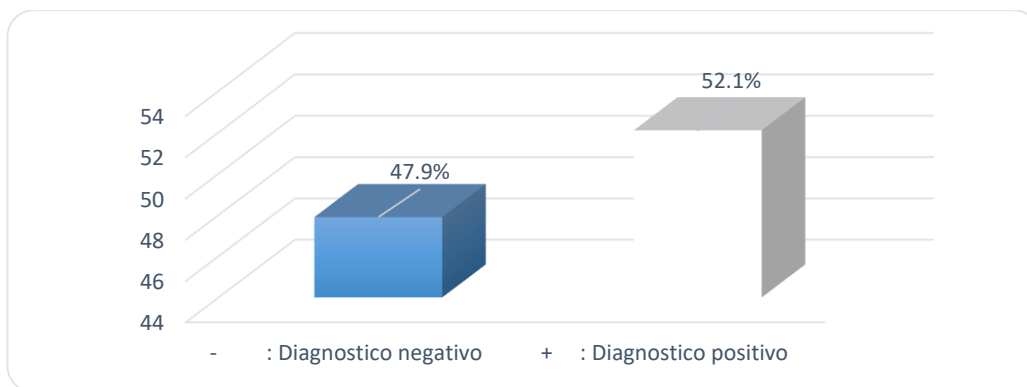


Figura 8. Distribución de frecuencias para el diagnóstico de contaminación microbiológicas, agua de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Las estadísticas se llevaron mediante la descripción de las influencias físico químico y factores bióticos condicionantes en el propio nicho comparando la influencia de las condiciones físico químico y factores bióticos condicionantes de su propio nicho, indicadores de aguas corrientes y de lagos, aguas frías, rocas húmedas. Propias de aguas subterráneas, presencia de rotíferos y diatomeas, considerados por Hirata (2002) como indicadores de calidad del agua. En contraste, el encuentro de algas azules como *Phormidium sp*, indican descomposición del medio (OMS, 2006)

4.1.2 Características del agua de distribución.

Los resultados de aguas de distribución, reportan el 46.9% con predominio de Algas benéficas; así mismo el 15.6% protozoarios de vida libre similares y otro porcentaje de rotíferos y cianobacterias; de las muestras observadas el 3.1% larvas de nematodos de agua dulce, y otros tipos de microorganismos en porcentajes mínimos. Otro grupo con 15.6% contienen protozoarios ciliados, gastrótricos, protozoarios de peces, rotíferos y cianobacterias, estas últimas el 6.3% son bacterias fotosintéticas. La fauna microbiana encontrada es benéfica. Sin embargo, resalta al protozoario patógeno *Cyclospora cayetanensis* (3.1%).

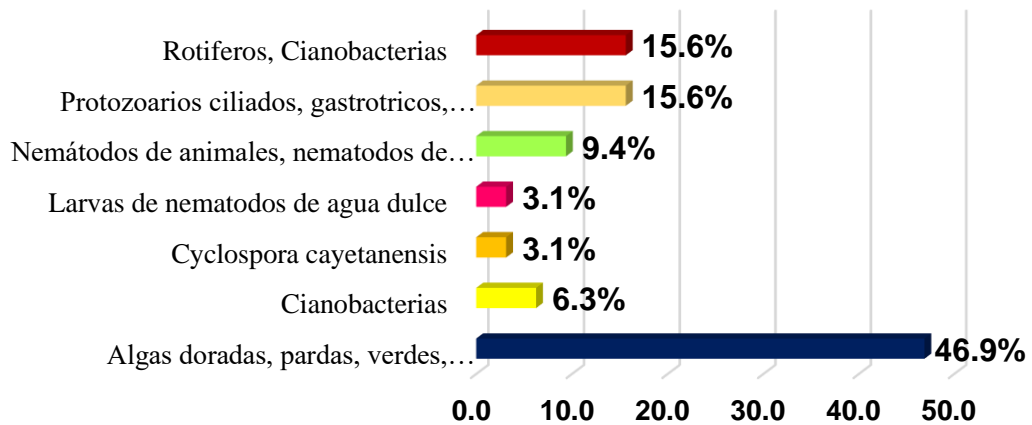


Figura 9. Distribución de frecuencias porcentuales del material microbiológico en agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Los resultados determinaron el predominio del 65.6% de un solo tipo de microorganismo, pudiendo ser protozoario o alga, siendo la mayor probabilidad encontrar un alga, indicadores descritos en la tabla 19 y figura 9; análogamente se tiene, el 21.9% de las muestras de agua contiene dos microorganismos y en el 12.5% de las muestras tres microorganismos.

Tabla 19

Distribución de frecuencias del número de microorganismos observados en el material microbiológico contenido en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Número de Microorganismos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	21	65,6	65,6
2	7	21,9	87,5
3	4	12,5	100,0
Total	32	100,0	

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Los indicadores estadísticos determinan que el agua de distribución a pesar de su tratamiento, contienen microorganismos cuyo rango de variación es de uno a tres agentes contaminantes, pero en número menor que aguas de captación, con rango de variación de uno a siete microorganismos (tabla 19 y tabla 20), lo que se infiere que ambos tipos de agua evaluadas no cumplen con el estándar de calidad formulados por la OMS (2006), OMS (2011) y DIGESA-MINSA (2011).

Se resalta que el 53.1% de las muestras no se encontró protozoarios, pero si alta probabilidad de algas; del total de microorganismos el 3.1% de las muestras con

protozoarios en proporciones del 0.50 y del 43.8%; la proporción de protozoarios fue uno, lo que indica que, por lo menos una de estas muestras contiene tres tipos de protozoarios. Incidiendo que el 87.5% de las aguas de distribución no tienen impacto nocivo en la salud de los pobladores de Abancay que consumen dicha agua porque los microorganismos encontrados no afectarían en gran medida a la población (tabla 20).

Tabla 20

Distribución de frecuencias de la proporción de protozoarios observados en el contenido de aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Proporción de protozoarios	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
0,00	17	53,1	53,1
0,50	1	3,1	56,3
1,00	14	43,8	100,0
Total	32	100,0	

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Los mayores riesgos microbiológicos se asocian a la ingestión de agua contaminada con heces humanas o de animales (incluidas de aves). Son fuentes de agentes patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos OMS (2011); en tanto que, en un 12.5% de las muestras contienen algún tipo de microorganismo.

Tabla 21

Distribución de frecuencias del impacto en la salud de los consumidores del agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Impacto del agua en la salud	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
0,5 : Leve impacto	4	12,5	12,5
1,0 : Sin impacto	28	87,5	100,0
Total	32	100,0	

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Se evidencia existencia microbiana en el sistema de distribución, los que evolucionan durante su paso por todo el sistema de canalización; como consecuencia, las superficies expuestas pueden ser colonizadas por microorganismos, formándose películas de ellos (Ritgway y Olson, 1981; Knobelsdorf y Mujeriego, 1997), pudiendo ocasionar cambios en la calidad del agua que a menudo causan mal sabor,

olor y cambian el color. Cuando la potabilización es deficiente (MINAM, 2012; MINAM, 2017).

En contraste, se evidencia el 56.3% de negatividad de contaminación del agua, pero si la presencia de protozoarios ciliados de vida libre, rotíferos; formando parte de su alimentación, protozoos y el 43.8% de positividad (tabla 22).

Tabla 22

Distribución de frecuencias para el diagnóstico de contaminación del agua de distribución, con agentes microbianos generados por factores antropogénicos o naturales. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Diagnóstico del agua de distribución	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
- : Diagnóstico negativo	18	56,3	56,3
+ : Diagnostico positivo	14	43,8	100,0
Total	32	100,0	

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Análogamente al desarrollo del primer objetivo específico, se procede con el segundo objetivo específico que combina criterios de la estadística descriptiva e inferencial a través del test de análisis de varianza que compara números promedios entre microorganismos en aguas de captación y de distribución; asimismo, los resultados del análisis de varianza también comprueban con el test T-Student (tabla 26) para la diferencia del número de microorganismos en los dos tipos de aguas. Entonces la hipótesis planteada es válida.

La presencia de algas verdes o Chlorophytas, algas doradas y las diatomeas, componentes de fitoplancton de agua dulce, son benéficos para el medio (Nabors, 2006).

Es conocido que la ciudad de Abancay no cuenta con una planta de tratamiento para potabilizar el agua de consumo; en este sentido (Shapiro, 1990), menciona que el crecimiento de las algas se deben a factores como intensidad de luz, temperatura, características hídricas del cuerpo de agua, estabilidad de la columna de agua, pH, macro y micronutrientes y factores antropogénicos sin descartar los factores ambientales y biológicos. Además, por su capacidad de vida libre tiene éxito de transportarse y desarrollarse a nivel de las tuberías de distribución y en los pozos de almacenamiento (Vilaseca, 2001).

4.2 Cuantificar la contaminación por protozoarios patógenos del agua de consumo humano del distrito de Abancay.

Los resultados evidencian, frecuencias comparativas entre agua de captación y distribución, encontrándose mayores proporciones microbiológicas en agua de captación; con un rango de variación en el número de protozoarios de 0 a 4 tipos (ciliados, de vida libre y patógenos en peces, tecamebas, rotíferos), en tanto que, aguas de distribución; el rango de variación fue de 0 a 2 tipos de protozoarios (ciliados de vida libre, de peces y tecamebas); y del total de las 80 muestras de agua evaluadas; el 60% para agua de captación y 40% para agua de distribución; en este escenario, se determina que la mayor densidad de protozoarios de vida libre encontrados fue del 17.5% en aguas de captación y el 12.5% para aguas de distribución, que contiene un tipo de protozoario patógeno; en tanto que el 21.3% para aguas de captación y el 6.3% de las aguas de distribución contienen dos tipos de protozoarios en cada muestra del presente estudio (figura 10).

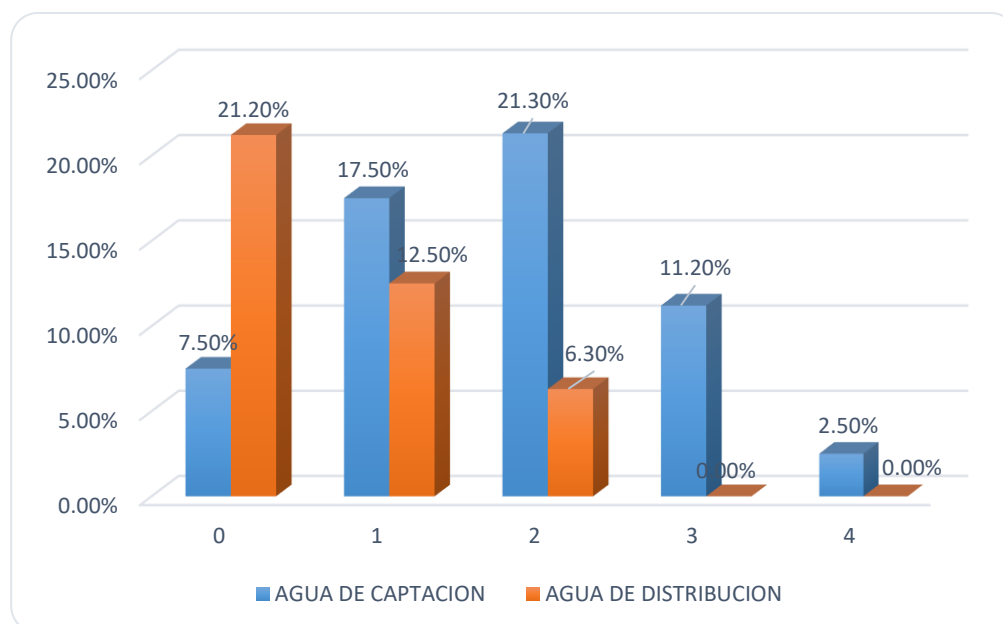


Figura 10. Distribución de frecuencias del número de protozoarios en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente: tabla 20 de las muestras de agua de captación y distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Podemos afirmar que no existen diferencias entre microorganismos encontrados en Aguas de captación y Distribución. Sin embargo, Aurazo (2004; OMS, 2011) el agua para ser apta para consumo humano no debe contener ningún tipo de microorganismos, considerados algas, virus, bacterias, sin embargo, las densidades de microbiológicas encontrados en los cuerpos de agua en estudio sobrepasan los parámetros permisibles de agua de calidad.

Acciones que estarían causando problemas entéricos para quienes lo consumen. Podemos afirmar que el agua de captación presentó mayor densidad poblacional de microorganismos ($P > 0.05$)

Tabla 23
Distribución de frecuencias absolutas del número de protozoarios de vida libre y patógenos asociados al número de algas en agua de captación y distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Tipo de agua			Número de algas en el agua					Total
			0	1	2	3	4	
Agua de captación	0	ni	0	0	1	4	1	6
		%	0,0%	0,0%	2,1%	8,3%	2,1%	12,5%
	1	ni	1	3	7	3	0	14
		%	2,1%	6,3%	14,6%	6,3%	0,0%	29,2%
	2	ni	1	7	7	1	1	17
		%	2,1%	14,6%	14,6%	2,1%	2,1%	35,4%
	3	ni	1	1	3	2	2	9
		%	2,1%	2,1%	6,3%	4,2%	4,2%	18,8%
	4	ni	0	0	0	2	0	2
		%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	4,2%
Total		ni	3	11	18	12	4	48
		%	6,3%	22,9%	37,5%	25,0%	8,3%	100,0%
Agua de distribución	0	ni	0	12	1	4		17
		%	0,0%	37,5%	3,1%	12,5%		53,1%
	1	ni	9	1	0	0		10
		%	28,1%	3,1%	0,0%	0,0%		31,3%
	2	ni	5	0	0	0		5
		%	15,6%	0,0%	0,0%	0,0%		15,6%
	Total		ni	14	13	1	4	
		%	43,8%	40,6%	3,1%	12,5%		100,0%

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Otros resultados reportan que algunos descriptores estadísticos evaluados, en agua de captación y distribución, encontrándose un promedio de 3.79 ± 1.443 microorganismos por muestra de agua ($M = 3.79 \approx 4$, $DT = 1.443$) y un intervalo de confianza al 95% (3.37; 4.21) que se desarrolla en un rango entre 1 a 7 tipos de microorganismos; análogamente, en 32 muestras de agua de distribución se encontró un promedio de 1.47 ± 0.718 microorganismos por muestra de agua ($M = 1.47 \approx 2$, $DT = 0.718$) y un intervalo de confianza al 95% (1.21; 1.73), contenido en un rango entre 1 a 3 tipos de microorganismos (tabla 23 y figura 10).

Estos indicadores especifican que la tendencia de protozoarios de vida libre son en mayor número que los protozoarios patógenos en agua de captación, de igual forma Mamani (2012), estudio 48 sistemas de abastecimiento en Moquegua, encontrando protozoarios y helmintos en 17 de estos y 35.42% de prevalencia, que asegura un mayor riesgo para la

salud de las personas que la ingieren. Manteniéndose constantes los factores de contaminación naturales o por factores antropogénicos (López y Altamirano, 2011).

Por la presencia de agentes influyentes, esta investigación, consideró su inclusión de algas y protozoarios de vida libre, dada la importancia relativa de acuerdo con la región geográfica de los cuerpos de agua, nivel socioeconómico y demográfico de la población, documentado que el agua es un elemento de trasmisión de agentes microbianos (OMS, 2007). Muchos investigadores indican que el mantenimiento y presencia de la densidad microbiana en aguas, ocurre por el manejo inadecuado del agua al momento de su distribución (Gould, 1999), hábitos de limpieza, canalización de agua domiciliaria (UNICEF, 1999). No es nuestro caso (tabla 24).

Tabla 24

Estadígrafos del número de microorganismos en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Tipo de agua	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Agua de Captación	48	3,79	1,443	,208	3,37	4,21	1	7
Agua de distribución	32	1,47	,718	,127	1,21	1,73	1	3
Total	80	2,86	1,659	,186	2,49	3,23	1	7

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Las estadísticas infieren, en 80 muestras de aguas se encontró un promedio 2.86 ± 1.659 microorganismos por muestra ($M = 2.86. \approx 3, DT = 1.659$) y un intervalo de confianza al 95% (2.49; 3.23) de microorganismos circunscrito entre 1 a 7 tipos de protozoarios de vida libre, que probablemente estarían afectando la salud de las personas que ingieren estos tipos de agua; por descuido o desconocimiento.

El Test de Levene indica que la varianza del número de microorganismos de las aguas de captación fue significativamente mayor que la varianza del número de microorganismos de las aguas de distribución, que revela varianzas diferentes con un 95% de confianza, puesto que, $[F(1,78) = 8.962, p = 0.004 < \alpha = 0.05]$, que indica aceptación de la hipótesis alterna ($H_0: \sigma_{Ncap}^2 = \sigma_{Ndist}^2$ & $H_A: \sigma_{Ncap}^2 \neq \sigma_{Ndist}^2$). Frente a estos resultados el Software SPSS calcula la prueba t – Student bajo el supuesto de varianzas iguales y también si son diferentes, permitiendo determinar si conducen a decisiones iguales o diferentes (tabla 25).

Tabla 25

Prueba de Levene para el número de microorganismos en muestras independientes tomadas de aguas de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Estadígrafos		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Número de microorganismos observados en la muestra	Se asumen varianzas iguales	8,962	,004

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

El consumo de agua puede traer consecuencias negativas; como el *Cryptosporidium sp* en un 83% en aguas de manantiales donde no existe actividad humana (Rose,1989; Le Chevalier y Norton,1995). Es un factor de riesgo la relación directa con la calidad del agua del acueducto comparada con el agua obtenida a partir de tanques individuales (Lora – Surez *et al.*, 2002). Que presentan patógenos (virus, bacterias, protozoarios diversos y algún tipo de alga), causantes de gastroenteritis y el 50% se deban al consumo de agua contaminada por heces de humano como de animales, atribuidos a microorganismos específicos o toxinas generadas por ellos (Service, 1996; OMS, 2011; Aurazo, 1993).

Tabla 26

Prueba T – Student para muestras independientes para el número de microorganismos observados en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Estadígrafos		Prueba t de Student para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilatera l)	$\bar{u} \neq \bar{u}$	Diferenci a de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferio r	Superio r
Número de agentes observados en las muestras	Se asumen varianzas iguales	8,424	78	,000	2,323	,276	1,774	2,872
	No se asumen varianzas iguales	9,523	73,086	,000	2,323	,244	1,837	2,809

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

La prueba T-Student para la diferencia de medias del número de microorganismos observados en muestras de agua de captación y de distribución, por un lado, bajo el supuesto que se cumple la igualdad de varianzas, existe diferencia significativa entre el número promedio de microorganismos observados en las muestras de agua de captación y

las muestras de agua de distribución [$t(78) = 8.424, p = 0.000, (M_1 = 3.79, M_2 = 1.47)$], análogamente, se confirma la decisión para el supuesto de varianzas diferentes [$t(73.086) = 9.523, p = 0.000 < \alpha = 0.05, (M_1 = 3.79, M_2 = 1.47)$] (tabla 26).

Los intervalos de confianza para la diferencia de medias del número de microorganismos observados en las aguas de captación y de distribución, presentan pequeñas diferencias en los límites de tolerancia al 95% de confianza (1.774; 2.872) bajo el supuesto de varianzas iguales y para el otro caso con 95% de confianza (1.837; 2.809) con el supuesto de varianzas diferentes, estos estadígrafos determinan que la diferencia de medias de las muestras de agua son positivas porque la media es mayor para las aguas de distribución, por lo que se infiere que, este tipo de agua contiene mayor densidad poblacional de microorganismos que las aguas de distribución (tabla 27).

Tabla 27

Estadígrafos del número de protozoarios en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuentes de variación	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Agua de captación	48	1,73	1,047	,151	1,43	2,03	0	4
Agua de distribución	32	,63	,751	,133	,35	,90	0	2
Total	80	1,29	1,081	,121	1,05	1,53	0	4

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Reforzando la realidad del análisis realizado, Según la OMS (2011), Aurazo (1993), mencionan que la sola presencia de un agente parasitario, microbiano, algas y otros en el agua de consumo puede causar serios problemas digestivos; siendo además los protozoarios patógenos como *Cyclospora cayetanensis*, *Isospora belli*, *Chilomatrix mesnili*, *Blastocystis hominis*, protozoarios causantes de diarreas en la población y los grupos sensibles como los niños de 5 años y el adulto mayor 70 años, con mortalidad entre 3% y 5% en los enfermos que requieran hospitalización (Service, 1996).

Los descriptores estadísticos sobre la media del número de protozoarios observados en 48 muestras de agua de captación y 32 muestras de aguas de distribución. Encontrándose que, el agua de captación obtuvo como promedio de 1.73 ± 1.047 microorganismos por muestra de agua ($M=1.73 \approx 2 DT = 1.047$) y un intervalo de confianza al 95% (1.43; 2.03) tipos de protozoarios diferentes, sobre un rango que oscila de 0 a 4 tipos de protozoarios

diferentes; análogamente, en las muestras de agua de distribución se encontró en promedio 0.63 ± 0.751 microorganismos por muestra de agua ($M= 0.63 \approx 1 DT = 0.751$) y un intervalo de confianza al 95% ($0.35; 0.90$), sobre un rango de 0 a 2 tipo de protozoarios.

Así mismo, vinculando algunos indicadores descritos en el objetivo 01, se determina que en el agua de captación se encontraron protozoarios de vida libre, rotíferos, braquiópodos, tecamebas, algas diversas, estos se encuentran distribuidos en la naturaleza, con predilección por sitios húmedos, temperaturas que oscilan entre los 20°C y 40°C, son fácilmente recuperados en aguas (Thiriart *et al.*, 1998). El agua de unidades familiares presentó mayor número de contaminación, participando los protozoarios de vida libre y patógenas como *Cyclospora cayetanensis*, a diferencia de las instituciones educativas que no se encontraron protozoarios patógenos, variables con diferencias significativas ($p < 0.05$).

Otros resultados determinan que en las 48 muestras de agua de captación la proporción del número de protozoarios diferentes observados es de $0.01679 \approx 0.017$ en cada muestra, con una desviación estándar de $\pm 0.010161 \approx 0.010$; en tanto que, en las 32 muestras de agua de distribución la proporción del número de protozoarios es de $0.00607 \approx 0.006$ en cada muestra de agua, con una desviación estándar de $\pm 0.007295 \approx 0.007$. Los cálculos evidencian que en ambas muestras existen protozoarios, siendo en las aguas de captación con mayor presencia de protozoarios, que en a las aguas de distribución (tabla 28).

Tabla 28

Estadígrafos de la proporción del número de protozoarios diferentes determinados en las muestras de agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

	Tipo de agua	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Proporción de protozoarios en la muestra de agua	Agua de captación	48	,01679	,010161	,001467
	Agua de distribución	32	,00607	,007295	,001290

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Además, la prueba T-Student para la diferencia de proporciones del número de protozoarios encontrados en las muestras de agua de captación y de distribución, por un lado, frente al supuesto de igualdad de varianzas, existe diferencia significativa entre la proporción del número de protozoarios observados en las muestras de agua de captación y

las muestras de agua de distribución [$t(78) = 5.145, p = 0.000 < \alpha = 0.05, (M_1 = 0.01679, M_2 = 0.00607)$], análogamente, se confirma la decisión para el supuesto de varianzas diferentes [$t(77.518) = 5.489, p = 0.000 < \alpha = 0.05, (M_1 = 3.79, M_2 = 1.47)$] (tabla 29).

Tabla 29

Prueba T-Student para muestras independientes la proporción del número de protozoarios y microorganismos observados en el agua de captación y de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Estadígrafos		t	gl	Prueba t para la igualdad de medias			95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Proporción de protozoarios en las muestras de agua	Se asumen varianzas iguales	5,145	78	,000	,01072	,002084	,006572	,014868
	No se asumen varianzas iguales	5,489	77,518	,000	,01072	,001953	,006832	,014608

Fuente: Resultados de las muestras de agua de captación y de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

Según las estadísticas realizadas para el cumplimiento del primer objetivo específico de comparación con el nivel de proporción del número de protozoarios identificados, se infiere que, si el agua de captación es ingerida podría causar disturbios en la salud de las personas, en tanto que, en las muestras de agua de distribución se encontró Protozoarios ciliados, gastrotricos, protozoarios de peces, rotíferos, cianobacterias y *Cyclospora cayetanensis*, catalogadas como microorganismos frecuentes que también tienen efecto en la salud de las personas (Castaño –Gonzales, 2006).

Además, los cálculos confirman que, tanto aguas de captación y de distribución, son no aptas para el consumo de la población de Abancay, asimismo, se deduce que, saber la existencia de microorganismos en las aguas en estudio, permiten aplicar algunas medidas de prevención en la población de consumidores de dichas aguas; frente a estos argumentos se colige que la Hipótesis específica 2 propuesta: indica que el conocer el nivel de contaminación del agua para consumo humano, permiten prevenir la infección con protozoarios patógenos.

4.2.1 Identificación de protozoarios en agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

4.2.1.2 Protozoarios y microorganismos presentes en agua de captación Marcamarca, Chinchichaca y Rontoccocha. Distrito de Abancay – Apurímac, 2018.

Podemos observar que el cuerpo de agua de Chinchichaca presenta mayor frecuencia de microorganismos, en siete muestras de agua 11422 algas verdes en época de lluvia y estiaje, seguida de ocho muestras de agua donde se encontró Rotíferos 6930; ocho muestras 2354 o 2340 de algas entre pardas y conjugadas y en menor proporción 864 protozoarios rizópodos en ocho muestras (figura 11). En lluvia y estiaje.

Análogamente, el cuerpo de agua de Marcamarca presento microorganismos en cinco muestras de 3840, seguida de ocho muestras de 3310 algas verdes observadas con o sin lluvia, en el mismo orden de tendencia descendente, se tiene a 1925 Rotíferos en cinco muestras en época de lluvia, y con menor incidencia se identificó 1254 Algas pardas en cinco muestras en época de lluvia.

Se observa que en Rontoccocha, hay predominio de 51096 Algas verdes en siete muestras con o sin lluvia; seguida de 50824 Protozoarios ciliados en ochos muestras en lluvia, seguida de 42070, Algas azules en ocho 9922 Algas conjugadas en ocho muestras con lluvia y estiaje seguido de 9890 (tabla 30).

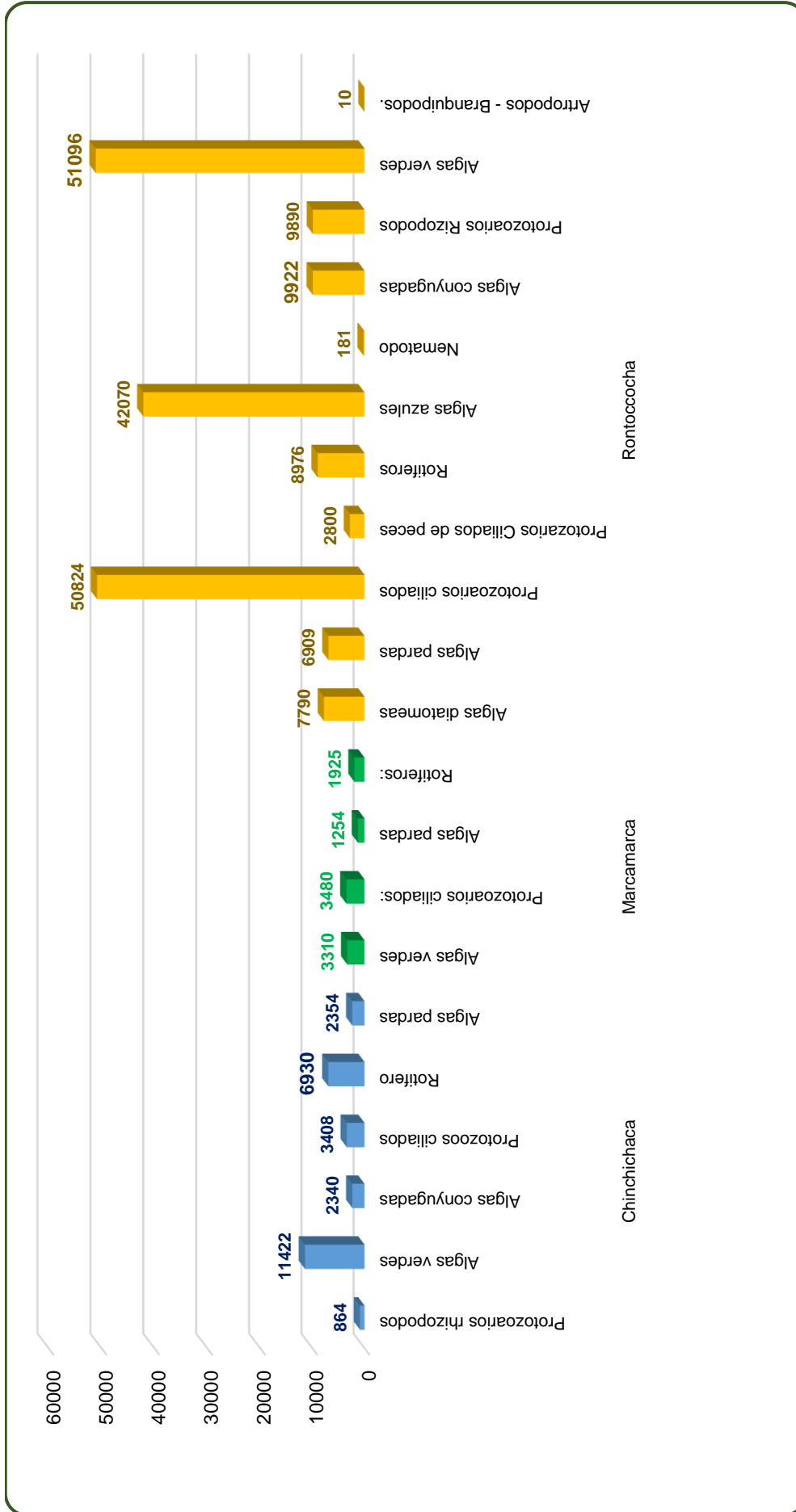


Figura 11. Distribución de frecuencias absolutas de la cantidad de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente: Tabla 26 de aguas de captación según zonas y número de *sp* de microorganismos encontrado

Tabla 30

Distribución de tipos de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Lugar	Agentes	Especie predominante	N° sp	Con lluvia/estiaje	N° Muestra
C H I N C H I C H A C A	Protozoarios rizópodos	<i>Tecamebas sp, Pinnularia sp;</i>	864	Lluvia/estiaje	1,2,3,6,7 y 8
		<i>Gloeocystis vesiculosa,</i>			
	Algas verdes	<i>Netrium digitus,</i> <i>Ulotrix zonata.</i>	11422	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,6, 7 y 8
	Algas conjugadas	<i>Cylindrocystis crassa</i>	2340	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6, 7 y 8
	Protozoos ciliados	<i>Epaexella mirabilis; Pilodina roséola o Eheremberg roseóla</i>	3408	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Rotífero	<i>Eheremberg roseóla,</i>	6930	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Algas pardas	<i>Pleurocladia lacustria,</i> <i>Lithoderma fluviatile</i>	2354	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
		<i>Tetraedron trigonum,</i>			
	Algas verdes	<i>Pinnularia sp, Asterococcus superbus</i>	3310	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7,8
	Protozoarios ciliados:	<i>Frontania acumulata</i>	3480	Con lluvia	1,2,3,4 y 5
	Algas pardas	<i>Centropyxis sp</i>	1254	Con lluvia	1,2,3,4 y 5
	Rotíferos:	<i>Pilodina roséola o Eheremberg roseóla</i>	1925	Con lluvia	1,2,3,4 y 5
	Algas diatomeas	<i>Tobelaria flocculosa (a); Ditatomea coconema.</i>	7790	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Algas pardas:	<i>Ulotrix zonata (c)</i>	6909	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Protozoarios ciliados	<i>Stentor sp, Colpidium colpoda, Cyclidium citrullus</i>	50824	Con lluvia	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Protozoarios Ciliados de peces	<i>Ichthyophthirius multifiliis ,</i>	2800	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
		<i>Asplanchna sieboldi,</i> <i>Eheremberg roseóla, L.</i>	8976	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Rotíferos	<i>ungulata, B. urceolaris</i>			
	Algas azules	<i>Phormidium sp (a)</i>	42070	Con lluvia	1,2,3,4,5,6,7 y 8
		Larvas de <i>Monhystera</i>			
	Nematodo	<i>Similis</i> (nematodo de agua dulce).	87		7 y 8
		Huevos de nematodos de animales	94	Lluvia/estiaje	
	Algas conjugadas	<i>Netrium digitus, Staurostrum dejectum o Leptocladum dejectum</i>	9922	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Protozoarios Rizópodos	Tecameba. <i>Nebella callaris.</i>	9890	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6,7 y 8
	Algas verdes	<i>Chlorella sp, Volvox aureus, Chloranquium stenforinum.</i>	51096	Lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,7 y 8
	Artrópodos Branquiópodos	<i>Alonella exigua.</i>	10	Estiaje	4,5,6,7 y 8

Fuente: Resultados de muestras de agua de captación procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C. Marcamarca, Rontoccocha y Chinchichaca. Distrito de Abancay.

La investigación no determinó con precisión cuales especies podrían utilizarse como bioindicadores de la calidad del agua de captación, es probable que estas especies encontradas sean las indicadas. Se suman a estas bondades acuícolas, los nematodos de vida libre, como predadores de bacterias dispersas y protozoos, pueden aparecer formas saprozoicas capaces de alimentarse de la materia orgánica disuelta, incluso de la materia de los flóculos de aguas en proceso de potabilización (Vilaseca, 2001).

Para la OMS (2011); DIGESA-MINSA (2011), toda agua destinada para consumo humano debe estar exenta de virus, huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos. Bacterias coliformes totales, termotolerantes *Escherichia coli* y para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Según nuestros resultados y por los contenidos microbiológicos y los picos con mayor número de microorganismos en Rontoccocha con 51096, seguido de Chinchichaca 11422 y Marcamarca con 3480, son cuerpos de agua no aptos para el consumo humano.

El agua subterránea Marcamarca, se encontró predominio de protozoarios ciliados 0.290% y algas verdes 0.276 %, y en menor porcentaje 0.105% algas pardas y 0.160% de Rotíferos, elevados en época lluviosa por el crecimiento de fitoplancton y zooplancton por conformar interacciones biológicas; la presencia elevada de protozoarios ciliados y algas verdes designan que el agua no está contaminada y los rotíferos, son microorganismos reguladores de contaminantes (tabla 31).

Tabla 31

Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación subterránea Marcamarca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Marcamarca: protozoarios y otros agentes	% / 201 de agua	Con lluvia	Estiaje
Algas verdes	0.27583	X	X
Protozoarios ciliados	0.29000	X	
Algas pardas	0.10450	X	
Rotíferos	0.16042	X	

Fuente: tabla 30 de aguas de captación subterránea Marcamarca. Distrito de Abancay y número de especies.

Así mismo sirven de alimento a los peces jóvenes, crustáceos y consumidores secundarios (Neumann y Souza, 1987). La presencia de estos microorganismos en agua subterránea, clasificaría en la categoría AI, de los estándares de calidad del agua en el Perú (MINAM – VMGL, 2015).

Análogamente el agua subterránea Chinchichaca, predominó de 0.072% de Protozoarios rizópodos; 0.952%. La presencia de Algas verdes y Rotíferos que se aproximan al 1% mientras que, en porcentajes inferiores al 0.30% Protozoarios ciliados, Algas pardas, Algas conyugadas y Protozoarios rizópodos. Uno de los grupos más abundantes en estación lluviosa (febrero y marzo), y de estiaje (abril y mayo) (tabla 32).

Tabla 32

Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de captación subterránea Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Chinchichaca protozoarios y microorganismos	%	Con lluvia	Estiaje
Protozoarios rizópodos	0.07200	X	X
Algas verdes	0.95183	X	X
Algas conyugadas	0.19500	X	X
Protozoarios ciliados	0.28400	X	X
Rotíferos	0.57750	X	X
Algas pardas	0.19617	X	X

Fuente: tabla 30 de aguas de captación subterránea Chinchichaca. Distrito de Abancay y número de especies

Es importante resaltar el predominio de algas Chlorophyta, por ser extremadamente sensibles a variaciones de temperatura y contaminantes

(Arcos *et al.*, 2015). Características que determinan la calidad del cuerpo de agua.

Estas aguas son adecuadas para la obtención de agua potable, el mundo animal y vegetal es muy rico y variado, la auto depuración termina en este nivel y es el que se busca con el saneamiento de los ríos (Streble y Krauter, 1987). Además los rotíferos son importantes indicadores de los cambios en la calidad del agua, y recomiendan incluir el inventario de los rotíferos en los estudios de impacto ambiental (Zoppi y Pardo, 2013).

Liebmann citado por Streble y Krauter; el agua de Chinchichaca clasificaría como de tipo II, por la abundancia de oxígeno, presencia variada de organismos agua turbia, algas verdes, pardas, amebas, rizópodos, y rotíferos. Organismos sensibles a procesos de descomposición y disminución de oxígeno y cambios del pH (Oliveira, Silva, y Terra, 2005), a pesar que sus aguas derivadas de laderas del Ampay (Zona protegida) y discurre por zonas urbanas el Arco.

Tabla 33

Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de captación Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Rontoccocha: protozoarios y otros agentes	%	Con lluvia	Estiaje
Algas diatomeas	0.64917	X	X
Algas pardas	0.57575	X	X
Protozoarios ciliados	4.23533	X	
Protozoarios ciliados de peces	0.23333	X	
Rotíferos	0.74800	X	X
Algas azules	3.50583	X	
Nematodos de agua dulce	0.00725	X	X
Huevos de nematodos de animales	0.00783	X	X
Algas conyugadas	0.82683	X	X
Protozoarios rizópodos	0.82417	X	X
Algas verdes	0.42550	X	X
Artrópodos braquiópodos	0.00083		X

Fuente: tabla 30 de aguas de captación de Rontoccocha. Distrito de Abancay y número de *sp.*

La tabla 33 y figura 12, describe los resultados del agua superficial, laguna Rontoccocha, destacando en su mayoría microorganismos propios de humedades, cuya distribución específica fue 0.649% de Algas diatomeas; y en menor cantidad 0.001% de Artrópodos braquiópodos.

Los porcentajes encontrados revelan que el agua de captación colectada de Rontoccocha presentó mayor densidad de Protozoarios ciliados y Algas azules, próximos al 4%; en tanto que, en menor porcentaje inferior al 1%, se identificó Algas conyugadas, Protozoarios rizópodos, Rotíferos, Algas diatomeas, Algas pardas.

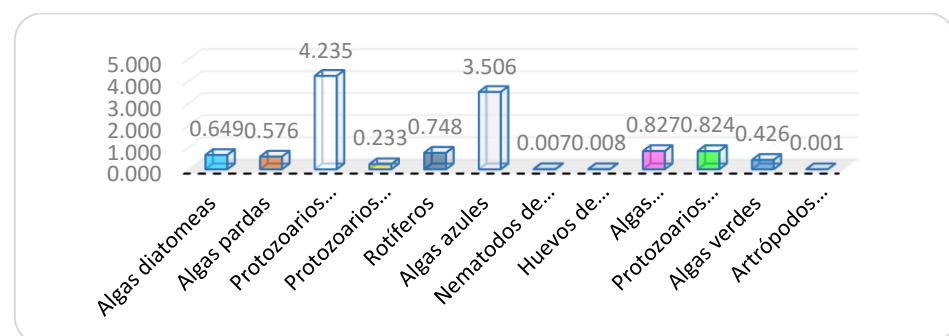


Figura 12. Distribución de frecuencias porcentuales de protozoarios y microorganismos / (mL) en agua superficial de captación Rontoccocha. Abancay, 2018. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente: tabla 30 de aguas de captación de Rontoccocha. Distrito de Abancay.

Según la estadística, la parte inferencial determina diferencias entre los cuerpos de agua Marcamarca y Chinchichaca siendo estadísticamente significativas, ya que demuestra que el cuerpo de agua de Chinchichaca es la más contaminada por la presencia de rotíferos y algas conyugadas, ya que su presencia indica la existencia de bacterias, detritus, protozoarios y micro algas, población que se incrementa a medida que existe alimento, así como sensibles a los procesos de descomposición y cambios en el pH del medio.

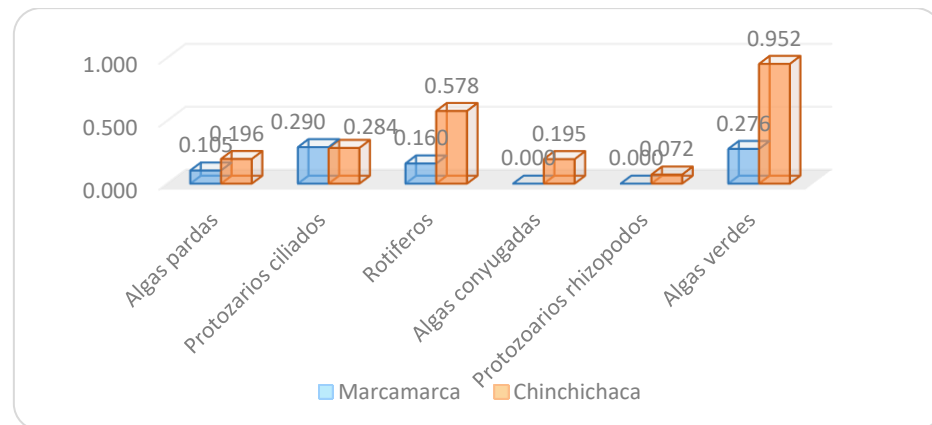


Figura 13. Distribución del porcentaje comparativo de protozoarios y microorganismos / (mL) en agua de captación subterráneas de Marcamarca y Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente. Tabla 30 de aguas de captación subterráneas de Marcamarca y Chinchichaca. Distrito de Abancay.

Al comparar el agua de captación Chinchichaca y Marcamarca, revelan que Chinchichaca presentó mayor proporción de microorganismos, encontrándose algas verdes (0.952% > 0.276%); Rotíferos (0.578% > 0.160%); Algas pardas (0.196% > 0.105%); y una mínima diferencia de Protozoarios ciliados entre ambos cuerpos de agua (0.290% > 0.284%); en tanto, solo se observó Algas conyugadas (0.195%) y protozoarios rizópodos (0.072%), en Chinchichaca (figura 13).

La existencia de una variedad de microorganismos en el agua, determina un alto riesgo a enfermar, si se consume (Aurazo, 2004; OMS, 2011). El predominio de protozoarios ciliados demuestra del incremento de poblaciones algales, que actúan como bioindicador de las condiciones ecológicas de un medio acuático, estas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir de dióxido de carbono y de sustancias inorgánicas disueltas en el agua, así como suministro alimenticio de peces y animales marinos (Fukushima *et al.*, 1982; Streble y Kraunter, 1987; Rawat *et al.*, 2011).

Por la presencia de contaminantes orgánicos naturales o artificiales (Goitia, 2011). Como las algas azules, que generan toxinas y al ser ingeridas pueden producir gastroenteritis, y las hepatotoxinas pueden ocasionar la muerte por shock (Solarte *et al.*, 2006; OMS, 2006; 2007; 2011). En flamencos, se da el proceso de biomagnificación (acumulación

en altas concentraciones de toxinas), organismos que son depredados por otros y morir por acumulación de toxina (Alonso *et al.*, 2002). Las especies encontradas en nuestra investigación no son patógenas, salvo otros estudios (tabla 34).

Tabla 34

Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de captación subterránea Marcamarca y Chinchichaca. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

% Protozoarios y otros agentes según agua de captación subterránea	Captación Subterránea		Prueba de Hipótesis Estadística ($\alpha = 0.05$)		
	Marcamarca	Chinchichaca	Ho: P1 = P2	P-valor	Decisión
Algas pardas	0.10450	0.19617	Z = 1.8724	0.0573	Iguales
Protozoarios ciliados	0.29000	0.28400	Z = 0.4255	0.13228	Iguales
Rotíferos	0.16042	0.57750	Z = 2.8798	0.0265	Diferentes
Algas conjugadas	0.00000	0.19500	*	*	Existe solo Chinchichaca
Protozoarios rizópodos	0.00000	0.07200	*	*	Existe solo Chinchichaca
			Z = 4.0067	0.0001	Diferentes
Algas verdes	0.27583	0.95183			

Fuente: tabla 30 de % comparativo de protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de captación subterránea. Distrito de Abancay.

Existe igualdad de presentación de protozoarios y microorganismos en Marcamarca y Chinchichaca (tabla 31 y tabla 32), frente a la hipótesis que la proporción o el porcentaje de protozoarios y microorganismos en Marcamarca, son diferentes. El Test de hipótesis con la distribución normal evaluado con 95% de confianza y 5% de significancia para Algas pardas, revela que no existe diferencia significativa estadística entre la proporción de Algas pardas observada en Marcamarca y Chinchichaca (Ho: P1 = P2, Z = 1.8724, p = 0.0573); análogamente, se tiene el Test para Protozoarios ciliados que indica que no existe diferencia significativa estadística entre las proporciones de Protozoarios ciliados en Marcamarca y Chinchichaca (Ho: P1 = P2, Z = 0.4255, p = 0.13228); en tanto, para Rotíferos, si existe diferencia significativa entre ellas (H_A: P1 ≠ P2, Z =

2.8798, $p = 0.0265$); similar sucede entre proporciones de algas pardas de Marcamarca y Chinchichaca ($H_A: P1 \neq P2$, $Z = 4.0067$, $p = 0.0001$).

Tabla 35

Distribución porcentual comparativa de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de captación subterránea y superficial para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Información % de la presencia de protozoarios y otros agentes, en agua de captación	Aguas de captación		
	Rontoccocha	Marcamarca	Chinchichaca
Algas diatomeas	0.64917	0.00000	0.00000
Algas pardas	0.57575	0.10450	0.19617
Protozoarios ciliados	4.23533	0.29000	0.28400
Protozoarios ciliados de peces	0.23333	0.00000	0.00000
Rotíferos	0.74800	0.16042	0.57750
Algas azules	3.50583	0.00000	0.00000
Nematodos de agua dulce	0.00725	0.00000	0.00000
Huevos de nematodos de animales	0.00783	0.00000	0.00000
Algas conyugadas	0.82683	0.00000	0.19500
Protozoarios rizópodos	0.82417	0.00000	0.07200
Algas verdes	0.42550	0.27583	0.95183
Artrópodos braquiópodos	0.00083	0.00000	0.00000

Fuente: tabla 30. Agentes encontrados en aguas de captación Marcamarca, Chinchichaca y Rontoccocha.

La presencia de Algas conyugadas y Protozoarios rizópodos, solo se evidencia en el agua de Chinchichaca; encuentros que ratifican una contaminación mayor. Las conyugadas o conjugadas determinan la contaminación de un cuerpo de agua y los protozoarios rizópodos el proceso de eutrofización del ecosistema, ambos se presentan cuando hay presencia de nutrientes, que se ven reflejados directamente en el entorno, y por consiguiente en el recurso hídrico (Vargas, 2004; Arcos *et al.*, 2015). Las principales actividades que favorecen la contaminación de las aguas son las agropecuarias con movilización de animales, cultivos, abonos orgánicos mal procesados y disposición inadecuada de aguas residuales que afectan la calidad microbiológica de las fuentes de agua (Nuñez *et al.*, 2009) (tabla 35).

Los resultados indican el estudio porcentual de microorganismos en agua subterránea y superficial, en época de lluvia y estiaje; revelan mayores porcentajes en muestras de agua superficial Rontoccocha, seguida de agua subterránea Chinchichaca y menor contaminación en muestras de agua Marcamarca; Protozoarios ciliados con mayor proporción en Rontoccocha, seguida de Marcamarca y ligeramente menor para Chinchichaca ($4.235\% > 0.290\% > 0.284\%$); análogamente, se tiene la presencia de Algas azules en Rontoccocha y Algas conyugadas, Protozoarios rizópodos, Rotíferos, Algas pardas y Algas diatomeas, estos microorganismos se observaron en porcentajes inferiores al 0.30% en Marcamarca y Chinchichaca, a excepción de los Rotíferos que se encontró en Chinchichaca 0.578% (tabla 36).

Tabla 36

Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de captación subterránea de Marcamarca, Chinchichaca y superficial Rontoccocha. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

% Protozoarios y micro, según agua de captación	Captación Subterránea		Captación Superficial	Prueba de Hipótesis Estadística ($\alpha = 0.05$)		
	Marcamarca	Chinchichaca	Rontoccocha	Ho: P1=P2=P3	P-valor	Decisión
Algas Diatomeas	0.000	0.000	0.649	*	*	Existe solo Rontoccocha
Algas Pardas	0.105	0.196	0.576	Z = 10.723	0.0000	Diferente Rontoccocha
Protozoarios Ciliados	0.290	0.284	4.235	Z = 4.0652	0.00002	Diferente Rontoccocha
Protozoarios Ciliados en peces	0.000	0.000	0.233	*	*	Existe solo Rontoccocha
Rotíferos	0.160	0.578	0.748	Z = 2.9108	0.0018	Diferente Rontoccocha
Algas Azules	0.000	0.000	3.506	*	*	Existe solo Rontoccocha
Nematodos de Agua dulce	0.000	0.000	0.007	*	*	Existe solo Rontoccocha
Huevos Nematodos Animales	0.000	0.000	0.008	*	*	Existe solo Rontoccocha
Algas Conyugadas	0.000	0.195	0.827	Z = 22.0035	0.00000	Diferente Rontoccocha
Protozoarios Rizópodos	0.000	0.072	0.824	Z = 24.1751	0.00000	Diferente Rontoccocha
Algas Verdes	0.276	0.952	0.426	Z = 18.0652	0.00000	Diferente Chinchichaca
Artrópodos Braquiópodos	0.000	0.000	0.001	*	*	Existe solo Rontoccocha

Fuente: tabla 30. Porcentaje comparativo de protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de captación subterránea y superficial. Distrito de Abancay.

Estos resultados revelan los niveles de riesgo para la salud de las personas que consumen, es más alto para Rontoccocha, seguida de Chinchichaca y Marcamarca por el mínimo porcentaje de microorganismos indicadores de materia orgánica, dicha inferencia se comprueba con la prueba de hipótesis que compara las proporciones de Protozoarios y otros microorganismos de los tres cuerpos de agua de captación en estudio. Afirmaciones sustentadas por (Vilaseca, 2001; Núñez *et al.*, 2009; Zoppi y Pardo, 2013).

Para el sustento de la información, la tabla 36, presenta resultados de la prueba de hipótesis que postula; la proporción o porcentaje de protozoarios simbióticos y agregados microbiológicos, en agua de captación, encontrándose igualdad en los tres cuerpos de agua Marcamarca, Chinchichaca y Rontoccocha, frente a la hipótesis alterna, que afirma que al menos una de las proporciones de Protozoarios y otros agentes en las muestras de agua de captación es diferente de las otras; estas hipótesis se evalúan con la distribución normal, con un 95% de confianza y 5% de significancia.

4.2.1.3 Protozoarios y microorganismos presentes en agua de distribución. Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) y unidades familiares. Distrito de Abancay - Apurímac, 2018.

En instituciones educativas se encontró 7 tipos de microorganismos y 1 nematelminto, siendo el grupo de mayor presencia las algas 0.104% y 0.00042 % Nematodos de animales (adultos, huevos y larvas) (tabla 38, tabla 39 y figura 14).

Los estadígrafos de contraste para cada tipo de microorganismos indican que existe diferencia significativa en la mayoría de casos expuestos en esta tabla y que por la inspección de los porcentajes se evidencia que hay mayor proporción de protozoarios de vida libre y agregados de microorganismos en las muestras de agua de Rontoccocha, que en Marcamarca y Chinchichaca; concordantes con la tabla 36.

Tabla 37

Distribución de los tipos de Protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución. Distrito de Abancay – Apurímac, 2018.

Centros educativos/ unidades familiares	Protozoos	Especie predominante	N° sp	Con lluvia/estiaje	N° Muestra
Santa Rosa, La victoria, Ynés Tejada, San Pablo, Francisco Bolognesi, Majesa F.B, Fray Armando Bonifaz, Esther Roberti Gamero, Jose Maria Arguedas, Pedro Paulet, Americas (Total 10). 01 colegio particular y 09 nacionales.	Algas verdes:	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> , <i>Tabellaria flacculosa</i> ,	1250	Con lluvia	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Algas diatomeas:	<i>Siphonodisvus hantzschii</i> , <i>Cyclotella Kuzingiana</i> .	860	Con lluvia	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Nemátodo de agua dulce:	<i>Tubilex tubilex</i> .	05	Estiaje	8
	Rotífero	<i>Synchaeta stylada</i> ; <i>Furuncularia Fortícula</i> .	1080	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Protozoarios ciliados:	<i>Discomorpha pectinata</i> ,	980	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Protozoario Ciliado de peces	<i>Ichthyophthirus multifilis</i> ,	760	Estiaje	6,7,8
	Nemátodos	Larvas y huevos	05	Con lluvia/estiaje	1,2 y 3
	Protozoarios patógenos.	<i>Cyclospora cayetanienses</i>	02	Estiaje	4 y 7
	Algas azules o Cyanophyta	<i>Phormidium sp (a)</i>	1020	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Cianobacterias				
--- Domicilios, Restaurantes, Oficinas administrativas, Cevicherías, Edificios	Protozoarios ciliados:	<i>Strombilingium gyrans (a)</i> , <i>Holophrya nigricans</i> , <i>Stylonychia sp</i> , <i>Politomella sp</i> , <i>Paramecium putricum</i>	2450	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6 7 y 8
	Protozoarios Gastrotricos:	<i>Ichthyidium sp</i>	5120	Con lluvia/estiaje	4,5,6,7 y 8
	Algas doradas: Chrysophytas	<i>Centropyxis sp</i>	28	Con lluvia/estiaje	1,2,3, 6,7 y 8
	Nematodos/ anélidos	Huevo de anélido de agua dulce; Anelido o helminto larva.	03	Con lluvia	1,2,5 y 6
AV Arenas	Alga parda	<i>Colpidium sp</i> , <i>Arcella sp</i> , <i>Distigma sp</i> .	1982	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6, 7 y 8
Jr. Apurimac	Rotífero	<i>Distila ohioensis</i> .	3320	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5 y 8
Jr. Junin	Algas verdes	<i>Sphaerocystis Schroeteri (b)</i> ,	1398	Sin lluvia	5,6, 7 y 8
Jr. Diaz Bárcenas		<i>Cladophora glomerata (a)</i>			
Jr. Lima	Algas Chrysophytas	<i>Diatomeas sp</i>	221	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4,5,6 y,8
Jr. Arequipa	Diatomeas	<i>Chromulina rosanolri (a)</i>			
(Zona centro)	Nematodos animales	Huevos	02	Estiaje	5,6,7 y 8
	Nematodos plantas	Fitonematodes (larvas)	21	Con lluvia/estiaje	1,2,3,4 y 8

Fuente: Resultados de las muestras de agua de distribución procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C.

No se encontraron patógenos indicadores de calidad del agua normados por OMS, DIGESA, OPS, CEPIS, y otras; reflejando que el agua de captación para consumo humano de la población del distrito de Abancay contiene contaminantes biológicos.

Un saneamiento adecuado para el abastecimiento de agua, son las principales medidas de seguridad contra los riesgos de patógenos elaborado según normas, que eviten la aparición estos agentes (figura 14).

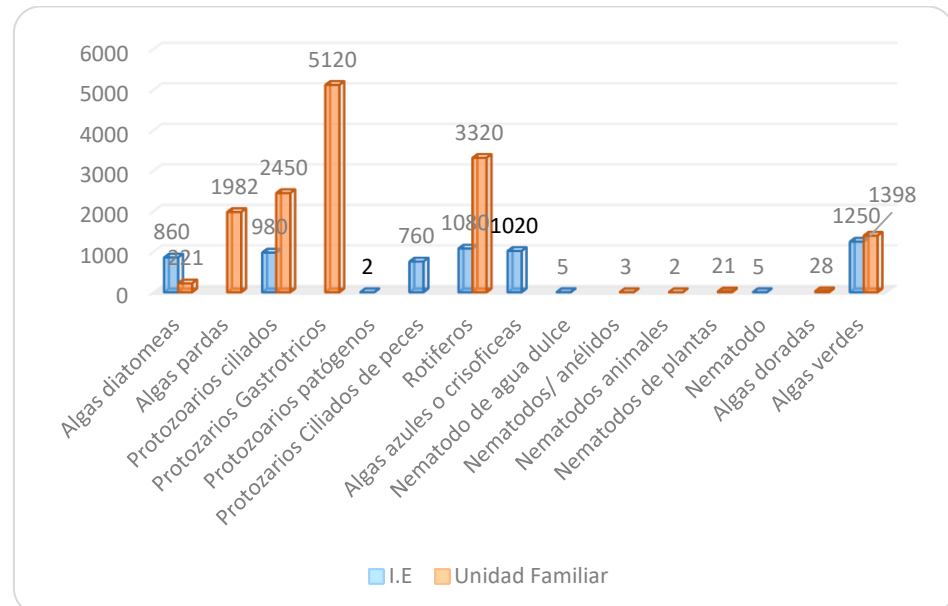


Figura 14. Distribución de frecuencias absolutas comparativas de la cantidad de Protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente: tabla 33 de aguas de distribución según zonas de muestreo y número de especies.

Se utilizó la estadística inferencial, la descripción está en el párrafo siguiente.

Es preocupante los resultados encontrados y debo señalar que los cuerpos de agua estudiados no son aptos para el consumo y recreación de sus habitantes, en vista de ello es necesario e imprescindible el control sanitario de cada cuerpo de agua, para garantizar una mejor calidad de vida, así como también la realización de campañas de desparasitación a los individuos de los poblados aledaños a los afluentes y de educación dirigida a la prevención de las fuentes de aguas.

DIGESA -MINSA (2004). El protozooario patógeno encontrado en agua de Unidades familiares fue *Cyclospora cayetanensis*; protozooario de importancia médica, lo que agrava la situación ambiental en la zona de estudio, unido a otros microorganismos, como protozoarios de vida libre, algas, diatomeas, rotíferos y gastrotricos, son de riesgo para los usuarios;

aun cuando en este estudio no se planteó la cuantificación de estos microorganismos, se considera que la sola observación de una especie en las aguas de consumo humano permite informar sobre el peligro de consumo, dada la variación en sus porcentajes de aparición; sin embargo, no se pudo establecer la magnitud de la contaminación en alguno de ellos, debido a que es necesario realizar otras técnicas que permitan cuantificar, la presencia y también la viabilidad de los microorganismos. Indicando que el agua juega un papel fundamental en la transmisión de los protozoarios, cuando a la misma no se le aplica un tratamiento adecuado (OMS, 2011; Aurazo, 2004).

Para Arndt (1993) en agua contaminada es lógico la presentación de diatomeas y cuando se encuentran en grandes cantidades suelen ser perjudiciales, más que benéficas debido al contenido de sílice acelerando el taponamiento del filtro, al adherirse al material filtrante. Asimismo, las algas azules, ocasionan los principales problemas tanto en la salud humana, obstruyen y taponan los filtros provocando reducción del proceso de potabilización y por ende deterioro en la calidad del agua (Bálsamo *et al.* 2009).

La evaluación porcentual de protozoarios de vida libre y otros microorganismos en muestras en agua de Instituciones Educativas evaluadas en época de lluvia y estiaje, encontró mayor porcentaje de Algas verdes 0.104%; Rotíferos 0.090%; demostrando que el agua proviene de condiciones de humedad heterogénea por sus condiciones tróficas, factores físicos y de intervención antrópica que afectan todo el sistema, no depuradas con olor, putrefactas; además presencia de Protozoarios ciliados 0.082%, diatomeas 0.072 % indicadores de eutrofización (Arcos *et al.*, 2015), causados por la actividad humana. Un 0.063% de protozoarios ciliados de peces, nematodos de agua dulce, de animales (adultos, huevos y larvas); porcentajes inferiores al 0.11%, de gran importancia OMS (2011); DIGESA – MINSA (2011), significando un riesgo sanitario en escolares que la consumen y por ende el peligro de contraer una enfermedad entérica (tabla 38 y figura 15)

Tabla 38

Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución de instituciones educativas primarios – secundarios. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Instituciones educativas (colegios primarios-secundarios). Protozoarios y microorganismos.	%	Con lluvia	Estiaje
Algas verdes	0.10417	X	
Algas diatomeas	0.07167	X	
Nematodos de agua dulce (larvas)	0.00042		X
Rotíferos	0.09000	X	X
Protozooario ciliado	0.08167	X	X
Protozooario ciliado de peces	0.06333		X
Nematodos de animales (adultos, huevos y larvas)	0.00042	X	X

Fuente: tabla 37, protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de distribución del Distrito de Abancay.

Así mismo, los resultados demuestran que los gastrotricos 0.427 % son de mayor porcentaje, seguido de los rotíferos 0.277%; microorganismos de significancia importante, encontrados en época lluviosa y estiaje (tabla 39).

Tabla 39

Distribución del porcentaje de protozoarios y microorganismos encontrados en agua de distribución en unidades familiares, Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Unidades familiares: protozoarios y microorganismos	%	Con lluvia	Estiaje
Protozoarios patógenos	0.00017	X	x
Algas azules	0.08500		X
Protozoarios ciliados	0.20417	X	X
Gastrotricos	0.42667	X	X
Algas doradas	0.00233	X	X
Nemátodos de agua dulce (huevos y larvas)	0.00025	X	
Algas pardas	0.16517	X	X
Rotíferos	0.27667	X	X
Algas verdes	0.11650		X
Algas diatomeas	0.01842	X	X
Nemátodos de animales (huevos)	0.00017		X
Nemátodos de vegetales	0.00175	X	X

Fuente: tabla 37, protozoarios y microorganismos encontrados en aguas de distribución del Distrito de Abancay.

Se utilizó la estadística descriptiva, indicada en el párrafo siguiente

La presencia de bacterias en el medio, encontrados en charcas, ríos, lagos con aguas residuales o sin tratamiento, también forman parte de la cadena



trófica y sirven de alimento de peces (Streble y Krauter, 1987; Pinilla, 2009), además contribuyen en la clarificación del efluente; protozoarios ciliados con 0.204%; algunas especies son utilizados como indicadores o bioindicadores de contaminación (Streble y Krauter, 1987). Su supervivencia está relacionada por condiciones de oxígeno en el agua o vivir completamente en condiciones anaerobias, propios de aguas subterráneas, su presencia despide un olor a pescado (Pinilla, 2009). Algas pardas 0.165% y algas doradas, no forman parte de la flora de algas malignas, Algas verdes un 0.117%. Seguramente su presencia se debió por la temperatura, intensidad luminosa y nutrientes (Fukushima *et al.*, 1982; Vilaseca, 2001). En forma complementaria, la presencia de Algas azules en 0.085% y las diatomeas, con presencia mínima, es uno de los más importantes, por razones ya mencionadas.

Los Fito nematodos y de agua dulce contribuyen a la clarificación del efluente, también pueden aparecer como formas saprozoicas capaces de alimentarse de la materia orgánica disuelta e incluso de la materia de los flóculos (Vilaseca, 2001).

En contraste con instituciones educativas, el agua muestreada de unidades familiares presento mayor porcentaje de protozoarios de vida libre, algas y microorganismos, probablemente al ser consumida por los pobladores pusieron en riesgo su salud.

Tabla 40

Prueba de hipótesis de igualdad de proporciones entre protozoarios y microorganismos en agua de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018

Protozoarios y microorganismos	UF	Colegios	Prueba de hipótesis estadística ($\alpha = 0.05$)		
			Ho: P1=P2	P-valor	Decisión
Protozoarios patógenos	0.0002	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar
Algas azules	0.0850	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar
Protozoarios ciliados	0.2042	0.0817	Z = 11.877	0.00000	Son diferentes estadísticamente
Protozoario ciliado de peces	0.0000	0.0633	*	*	Existe solo Colegios
Gastrotricos	0.4267	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar
Algas doradas	0.0023	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar
Nematodos de agua dulce	0.0003	0.0004	Z = 0.9133	0.36801	Son Iguales estadísticamente
Algas pardas	0.1652	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar
Rotíferos	0.2767	0.0900	Z = 19.322	0.00000	Son diferentes estadísticamente
Algas verdes	0.1165	0.1042	Z = 24.1751	0.00000	Son Iguales estadísticamente
Algas diatomeas	0.0184	0.0717	Z = 9.0777	0.00000	Son diferentes estadísticamente
Nematodos de animales	0.0002	0.0004	Z = 1.6366	0.10171	Son Iguales estadísticamente
Nematodos de vegetales	0.0018	0.0000	*	*	Existe solo Unidad Familiar

Fuente: tabla 37, % comparativo de protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de distribución de Unidades Familiares y Colegios. Distrito de Abancay.

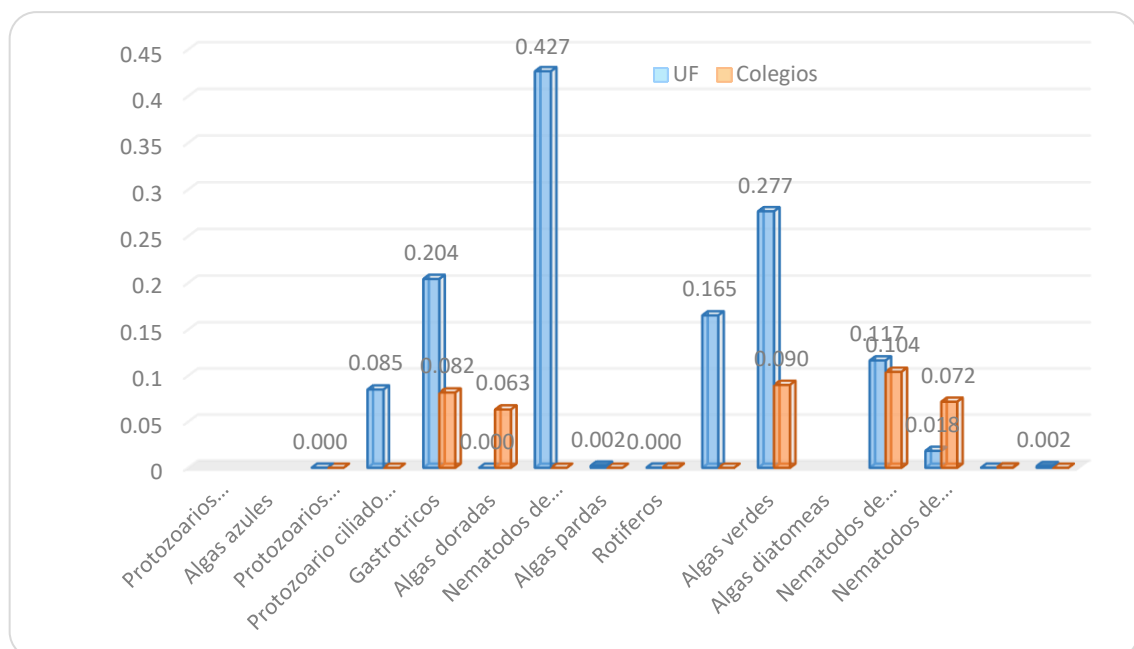


Figura 15. Distribución de frecuencias de la proporción de protozoarios y otros agentes en aguas de distribución. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Fuente: tabla 37. % comparativo de protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de distribución de Unidades Familiares y Colegios. Distrito de Abancay.

La prueba de hipótesis sobre la distribución normal, que postula el par de hipótesis, por un lado, afirma que la proporción o porcentaje de Protozoarios patógenos, de vida libre y otros microorganismos en las muestras de agua colectadas de instituciones educativas y de Unidades (tabla 40 y figura 15),

En Unidades Familiares son iguales; frente a la hipótesis estadística, que afirma diferencia de proporción o porcentajes; para ello, se realizaron seis pruebas específicas para cada tipo microorganismo por cada muestra de agua, las mismas que fueron evaluadas con un 95% de confianza y 5% de significancia; pues, para Protozoarios ciliados si existe diferencia estadísticamente significativa entre Unidades Familiares y las instituciones educativas ($H_A: P1 \neq P2$, $Z = 11.877$, $p = 0.00000$), este procedimiento se realizó en forma similar para Rotíferos, Algas verdes y Algas diatomeas, cuyo resultado reporta también que existe diferencia estadísticamente significativa; en tanto que, la prueba de hipótesis para Nematodos de agua dulce y Nematodos de animales, reporta que la proporción de estos microorganismos es igual para muestras de agua de Unidades Familiares con muestras de instituciones educativas ($H_0: P1 = P2$, $Z = 0.9133$, $p = 0.36801$ y $H_0: P1 = P2$, $Z = 1.6366$, $p = 0.10171$); en los demás tipos de microorganismos solo tienen presencia en muestras de agua de Unidades Familiares, tales como Protozoarios patógenos *Cyclospora cayetanensis*, Algas azules, Protozoarios gastrótricos, Algas doradas, Algas pardas y Nematodos de vegetales.

Los estadígrafos de las pruebas de hipótesis y lo que se observa en la figura 15, por cada tipo de microorganismo indica que la diferencia estadísticamente significativa favorece o es mayor para la proporción de Protozoarios independientemente de otros microorganismos de muestras de Unidades Familiares, por tanto, se infiere que el nivel de contaminación de las aguas en Unidades Familiares es mayor que de Instituciones educativas y presentó *Cyclospora cayetanensis*.

Cordero (2002) indica que la infección se produce por la ingestión de agua o alimentos contaminados con ooquistes esporulados. Excretados en la

materia fecal al medio ambiente, donde esporulan (Cordero *et al.*, 1999), se sugiere que la transmisión persona a persona es poco probable, siendo el agua y los alimentos las fuentes más frecuentes de infección (Bern *et al.*, 2002). Aunque también se han encontrado otras especies de Cyclospora en animales como monos, roedores, reptiles e insectos, los ooquistes de estas especies son ovoides, de mayor tamaño que las identificadas en humanos y no se ha podido demostrar el potencial zoonóticos (Chacín-Bonilla *et al.*, 2010), sin embargo, la presencia de estos agentes de vida libre, denominados patógeno transmitido por el agua, también contribuyen en los problemas de salud mundial (Vargas *et al.*, 1996; Vargas *et al.*, 2004). Así mismo la presencia de protozoarios patógenos y no patógenos en aguas superficiales demuestra la contaminación fecal de los afluentes o cuerpos de aguas evaluados, por lo que representa un foco de infección permanente para los individuos que viven en las cercanías de estas aguas, esto refleja por la observación de los mismos agentes en ambas muestras.

4.2.2 Nivel de contaminación por protozoarios en agua de captación y de distribución para consumo humano. Distrito de Abancay –Apurímac, 2018.

4.2.2.2 Niveles porcentuales comparativos de contaminación por protozoarios del agua de captación y distribución de consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Los protozoarios se presentan como los mayores porcentajes en aguas de captación en Rontoccocha (22 %), seguido de Chinchichaca (3.2 %), Marcamarca (1.3%) y de distribución mayor fue en las unidades familiares (2.203%), en colegios (0.65%). De similares características de abundancia de algas Rontoccocha (9.8%) y Chinchichaca (1.3%) (tabla 41).

Tabla 41

Distribución de los niveles porcentuales comparativos de contaminación del agua por protozoarios y microorganismos para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Lugares de muestreo de aguas de captación y distribución	Protozoarios de vida libre y algas	
	Algas %	Protozoarios %
Chinchichaca	1.343	3.210
Marcamarca	0.380	1.281
Rontoccocha	9.816	21.897
Colegios	0.176	0.646
Unidad Familiares	0.387	2.203 *

Fuente: tabla 30 y tabla 37, de Protozoarios y otros agentes encontrados en aguas de captación y distribución. Distrito de Abancay.

La prueba de T -Student determino diferencias significativas entre aguas de captación y distribución ($P < 0.05$), entre los tres cuerpos de agua ($P < 0.05$), entre aguas subterráneas y superficiales ($P < 0.05$), siendo estas últimas la de mayor nivel de microorganismos ($P < 0.05$). Así como entre aguas de distribución, cuyos niveles de microorganismos fueron elevados en aguas de unidades familiares ($P < 0.05$).

4.3 Factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

En acápites anteriores se mencionó que las células procariotas, debido a su pequeño tamaño y a su estado de vida individual sufren cambios ambientales. De un modo más directo e inmediato que las células eucariotas (Cordero, 2002). Sometidas a diversas presiones ambientales y han respondido evolutivamente creando numerosos mecanismos de adaptación (Vilaseca, 2001).

Se realizaron los análisis, durante época de lluvia y estiaje, con muestreos promedios por profundidad del lugar, temperatura, pH, que dieron lugar a perfiles muestréales y el análisis estadístico se basó en una matriz de correlación para cada parámetro de estudio, con la finalidad de determinar factores involucrados en las variaciones significativas en la presentación de los protozoarios en estudio.

4.3.1 Factores intrínsecos y extrínsecos

4.3.1.1 Factor intrínseco.

Se inició en la zona sur hasta llegar a la zona norte y laterales; la frecuencia del muestreo fue dos veces al mes en época lluviosa febrero y marzo y estiaje abril y mayo, el horario de inicio a las 10:00 am hasta las 18:00 pm.

En agua de captación en horas de la mañana, tuvo una Temperatura ambiente promedio 11.6°C, en Rontoccocha 9°C, Marcamarca 10.9°C y Chinchichaca 15°C; del agua promedio 0.8°C, Rontoccocha 0.1°C, Marcamarca 1.2°C y Chinchichaca 1.1°C; pH promedio 5.9, con leve o ligera turbidez. Por la tarde 3:00 pm a 6:00 pm, Temperatura ambiente promedio 17°C; Rontoccocha 19.58°C, Chinchichaca con 18.0°C, Marcamarca 14.0°C, del agua promedio 1.23°C, Marcamarca 1.1°C, Rontoccocha con 1.08°C y Chinchichaca con 1.5°C. El pH promedio 5.7, Rontoccocha y Chinchichaca las que presentaron el pH de 5.5 y Marcamarca con pH de 6.0. En general los parámetros físicos intrínsecos evaluados fueron los recomendados por la OMS (2011) (tabla 42).

Tabla 42
Parámetros físicos tomados en agua de captación y distribución para consumo humano. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Nº	Aguas de estudio	T° del lugar (ū)	T° del agua (ū)	pH (ū)	Hora de muestreo	Turbidez	Características ambientales
01	Rontoccocha	09.0° C*	0.1° C	6.0	08:00 am	Leve turbidez en época de lluvia	Nevada, frío, lluvia intensa neblina,
		19.58°C	1.08° C	5.5	3:00 pm 6:00pm	NO	Descampado, sol moderado, cambiado a lluvia moderada a fuerte y presencia de nubes grises.
02	Marcamarca	10.9° C	1.2° C	5.7	10:00 am	NO	Lluvia ligera, frío moderado,
		14.0° C	1.1° C	6.0	5:00 pm		NO
03	Chinchichaca	15.0° C	1.1°C	6.1	11:00 am	NO	Lluvia intensa y ligera,
		18.0° C	1.5° C	5.5	6:00 pm		NO
04	Colegios Primarios - secundarios	20.0° C	1.6° C	6.5	12:30 pm	NO	Lluvia y frío moderado
		23.0° C	1.7° C	6.0	3:45 pm		NO
05	Unidades Familiares	22.4° C	1.6°C	6.0	10:00 am 12:00 pm	NO	Lluvia moderada
		23.0° C	1.8°C	6.0	3:00 pm		NO

Fuente: Datos propios e inéditos obtenidos por la investigadora

Se utilizó la estadística descriptiva, de los resultados obtenidos, párrafo siguiente.

Los tres cuerpos de aguas están separados en zonas de altitud, Rontoccocha, que significa “lago con forma de huevo” en quechua, se encuentra en la cuenca del río Mariño, a 11 km al sureste de la ciudad de Abancay, región de Apurímac. Su altitud oscila entre los 3 900 a 4 635 msnm, área de 3 635.5 ha. Marcamarca fuente subterránea cuya captación de agua se ubica a 5 km al noreste de la ciudad, en el sector denominado Llanucancho. Chinchichaca, fuente subterránea, tipo galerías filtrantes, ubicado cerca al nevado Ampay, ubicado a 1.40 Km (PMO, 2013).

Con los resultados podemos afirmar que las fluctuaciones físicas encontradas en los cuerpos de agua de captación no experimentan

variaciones a lo largo del ciclo (tabla 38); además, se mantienen a niveles normales, según la OMS (2007, 2011). Los cambios de temperatura hasta 3 metros de profundidad permanecen constantes. Solo cambian a partir de los 15 metros (Carpentier *et al.*, 1988).

La temperatura del ambiente 14.3°C y del agua 1.0°C, están relacionadas a la irradiación incidente, existiendo diferencias estacionales durante el periodo de muestreo respectivamente, pero sin diferencias significativas entre las estaciones de muestreo ($P > 0.05$).

El pH tendió a ser ligeramente mayor en las mañanas 5.9 y en las tardes 5.6. El pH en la superficie 7.9, disminuye a los 9 metros y a partir de los 15 metros de profundidad se mantiene a 6.5 constante (Carpentier *et al.*, 1988); indicando que la concentración de nutrientes y actividad fotosintética no afectan las variaciones. Por otro lado, las aguas continentales superficiales tienen un valor de pH entre 5 y 9.5, el rango aceptable para mantener la salud de los peces es de 6.5 a 9. Aguas con valores por debajo de 6.5 y por encima de 9 durante largos periodos pueden afectar el desarrollo y reproducción de los peces (Boyd 1982) por lo que no fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

La medición del pH, en el estudio es valiosa, permite interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos, así como mide la acidez o la alcalinidad del agua. Parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales (Mittchel *et al.*, 1991), similares y concordantes propuestos por DIGESA -MINSA (2011) y la OMS (1993).

El agua de captación, de los tres cuerpos de agua presentaron microorganismos. Estos agentes se encuentran como contaminantes continuos de cuerpos de agua de lagunas y aguas subterráneas. Se encuentran en las regiones de la costa, sierra y selva, varía de 80.7%, 64% (Marcos *et al.*, 2002), 61.50% (Jiménez *et al.*, 2011), 53.26% (Altamirano *et al.*, 2014) y reportan principalmente frecuencias mayores de protozoario que helmintos, similares a nuestra investigación. Así mismo otros autores como (Amaro *et al.*, 2011; Londoño *et al.*, 2009) indican que en países

sub desarrollados de ambientes tropicales y subtropicales, las malas condiciones higiénicas, el difícil acceso a los servicios de salud privadas y del estado, la baja calidad de educación sanitaria de la población, el deficiente saneamiento ambiental y las condiciones socioeconómicas propias de cada región tiene asociación directa con la presentación, mantención y diseminación de enfermedades parasitarias intestinales en la población.

En cambio, el agua de distribución de Instituciones educativas, muestras recolectadas a horas promedio 12:30 pm, temperatura ambiental de 20°C, del agua de 1.6°C, pH 6.5, por la tarde 3:45 pm, temperatura ambiental 23°C, del agua 1.7°C, pH de 6.0. Correlativamente de Unidades familiares, las 12:00 pm, temperatura ambiente 22.4°C, del agua de 1.6°C, pH 6.0; a las 15:00 temperatura ambiente 23.0°C, del agua 8 °C, pH 6.0, bajo condiciones de lluvia, sol y frío moderado. No se encontró variación significativa en esos parámetros. Registros que están dentro de los normales, según lo indica la OMS (2007). Los valores físicos pH (06 -5.6), temperatura del agua (1.6° -1.8°C) y ambiental de (20° -23°C), se encuentran dentro de los índices de aguas potables para el consumo humano (OMS, 2011; DIGESA -MINSAs, 2011) (tabla 42).

El color, olor y sabor de agua no fueron considerados. Tiene gran importancia en aguas potabilizables para distribución, por el rechazo que puede darse en el consumidor al detectar colores, olores o sabores que no asocia con “agua pura” (OMS, 2011; DIGESA – MINSAs, 2011).

La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. Los protozoarios viven en temperaturas óptimas entre 16 y 24° C, la máxima esta entre 36°C y 40° C (Cordero, 2002).

La actividad de agua es uno de los factores intrínsecos que posibilitan ó dificultan el crecimiento microbiano en los alimentos. Por ello la medición de la actividad de agua es importante para controlar dicho crecimiento.

4.3.1.2 Factor extrínseco

4.3.1.2.1 Estilos de vida

El monitoreo parasitológico de Lechugas (*Lactuca sativa*) y Espinaca (*Espinacia oleracea*) de expendio en mesa y piso de mercados y ferias del distrito de Abancay (tabla 43).

Tabla 43

Protozoarios patógenos y microorganismos encontrados en Lechuga (Lactuca sativa) y espinaca (Spinacia oleracea), de expendio en mercados. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

Nº	Muestras	Protozoarios patógenos	otros
1	Mercado Las Américas. Mesa	(++++)	-----
2	Mercado Las Américas. Piso	Quiste de <i>G. duodenalis</i> , (+++) Quiste de <i>E. coli</i> (++++)	-----
3	Mercado Central Mesa	<i>E. coli</i> (++++)	Rotíferos Cianobacterias
4	Mercado Central Piso	<i>Cyclospora cayetanensis</i> . (++++)	, diatomeas, larvas de nemátode
5	Mercado Progreso Mesa	<i>Cyclospora cayetanensis</i> . (+++)	Cianobacteria s, amebas con teca
6	Feria Mesa	Quiste de <i>G. duodenalis</i> (+++)	-----
7	Feria Piso	--	Huevo de <i>Áscaris lumbricoides</i>

Fuente: Resultados de muestras lechugas y espinaca de mercados, procesadas en el Laboratorio INTERLAB, International Laboratories S.A.C. Densidad parasitaria. Leve: + (2-5 elementos/campo); moderado: ++ (6-10 elementos/campo) y severa: +++ (> a 10 elementos/ campo) 10X -40X. Criterio tomado de (OMS, 2011), (MPR-CNSP-015-INS-2014).

Se encontraron protozoarios Amebas sp, *Cyclospora cayetanensis*, *Giardia duodenalis* o *G. intestinalis*, nematodos etc.

Se trabajó con estadística descriptiva, de la variable cualitativa.

Los hábitos alimentarios en la población de Abancay están determinados, fundamentalmente, por factores socioeconómicos. Este hallazgo coincide con otro estudio realizado en la ciudad de Lima por Tananta (2002), donde los factores económicos condicionan la capacidad de adquirir buenos hábitos alimentarios. También influye el nivel educativo en personas con condiciones económicas deficitarias (Restrepo, 2000). Aunque los factores socioeconómicos pueden ser determinantes de los hábitos alimentarios, la adquisición de conocimientos nutricionales y educativos puede amortiguar o moderar esta influencia (OPS-OMS, 2000). Sin embargo, los hábitos y prácticas alimentarias son rara vez la causa principal, o importante en la presentación de enfermedades entérica, que conlleva a la desnutrición (UNICEF, 1999).

Los quistes y ooquistes de protozoarios patógenos, sobreviven largos periodos de tiempo en los pozos de agua usados para consumo humano (Flores *et al.*, 2011; Gallego *et al.*, 2014; Jacinto, Aponte, & Arrunátegui, 2012) y para riego de cultivos poco tecnificados contaminando los vegetales de consumo crudo como la lechuga (Muñoz. V. & Laura, 2008; Triolo, Álvarez, & Alvizu, 2013)

El consumo de agua clorada, llega a ser un vehículo de contagio para protozoarios patógenos, y de vida libre y resisten la cloración en concentraciones normales (0.3 – 0.5mg/L) (Flores *et al.*, 2011). Se suma la higiene, y el desconocimiento de los mecanismos de transmisión y prevención de las enfermedades parasitarias, como factores favorables para la prevalencia y mantenimiento de estas infecciones. Además el grado de educación de los padres en especial de la madre influye en la educación sanitaria del hogar (Rodríguez & Contreras, 2015; Sánchez, 2000).

Es importante resaltar que los hábitos alimentarios aprendidos en el seno familiar llegan a convertirse en patrones de comportamiento alimentarios, se encuentran influenciados por el factor social y cultural en la familia (García *et al.*, 2008). Los padres son modelos de conductas a seguir, también en la alimentación (Restrepo, 2000).

De 20 unidades familiares entrevistados, con edades entre 35 a más de 70 años, indicaron el consumo de agua hervida algunas veces lo hacen del caño o consumen los tres tipos de agua, aduciendo que no es costumbre, pero en ocasiones (tabla 44) (anexo).

Tabla 44

Hábitos de consumo de agua de personas adultas, hombres y mujeres de 35 - 70 años de edad. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

N°	Tipo de agua de consumo	N°	Amas de casa	Total
1	Hervida	10	35	20
2	Envasada (botella)	10	40	20
3	Directa del caño	06	50	20
4	Hervida + envasada	08	60	20
5	Hervida + envasada + caño	10	70 a mas	20

Fuente. Encuesta aplicada a pobladores

Los resultados indican que la población estudiantil de nivel primario en edades de 6-9 años no tendrían problema de contaminación, por el consumo de agua hervida y envasada, en cambio los niños de 10 -13 años son susceptibles a contaminaciones acuícola por el consumo de agua directa del caño. La población estudiantil con mayores riesgos se encuentra entre 10 -14 o más años (tabla 45).

Tabla 45

Hábitos de consumo de agua por niños y niñas de Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios) de 08 -14 años de edad. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

N°	Tipo de consumo de agua	N°	Edad (años)	Total
1	Hervida	10	06 -07	10
2	Envasada (botella)	10	08-09	10
3	Directa del caño	7	10-11	10
4	Hervida + envasada	8	12-13	10
5	Hervida + envasada + caño	6	14 a mas	10

Fuente. Encuesta aplicada a estudiantes de colegios

Similares estudios de estadística descriptiva, la descripción de variable cualitativa está en el párrafo siguiente.

Este estudio nos indica la existencia de comportamientos inadecuados o existentes en la población de estudio. Siendo la población infantil la más afectada por las patologías en las que tienen intervención el agua y las condiciones sanitarias ambientales, que estarían dentro del grupo con riesgo en la población del distrito de Abancay. Acciones causantes de problemas digestivos en la población mayor (OMS, 2007) (DIGESA- MINSa 2011) (Aurazo, 1993).

Según la UNICEF (1999); OMS (2006); OMS (2007), los hábitos son las acciones que si son repetidas se convierten en rutina, y su repetición formará parte de la vida hasta la adultez. Además, son en su gran mayoría, los niños de comunidades rurales que consumen agua de aguas superficiales (UNICEF, 1999) (Geldreich, 1996). Los padres y los hijos deben contribuir en mejorar y conseguir un estilo de vida saludable en la familia, cuidando aspectos importantes como alimentación equilibrada, y contribuir a tener unas relaciones familiares saludables (OMS, 2007).

Los argumentos descritos permiten establecer la existencia de factores intrínsecos y factores extrínsecos, acciones que contribuyen en los problemas entéricos de la población

vulnerable como el adulto mayor del distrito de Abancay así lo manifiesta la (OMS, 2011),

4.3.1.2.2 Almacenamiento del agua en unidades familiares

Se observa que la mayoría de la población no tiene costumbre de limpieza de sus tanques aproximadamente en 15 años, otro grupo familiar al año, cada dos años etc (figura 16) (anexo)

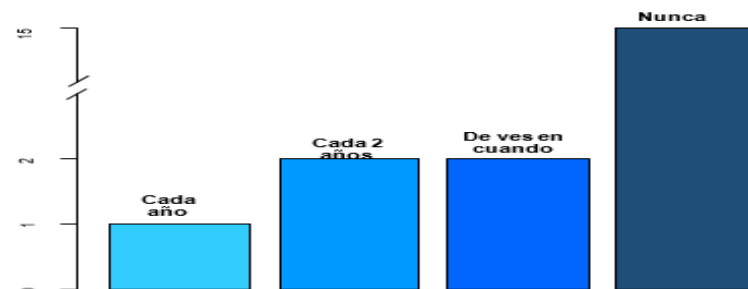


Figura 16. Frecuencia de limpieza de tanques de almacenamiento de agua de distribución en unidades familiares. Distrito de Abancay-Apurímac, 2018.

El estudio fue con estadística descriptiva según variable cualitativa.

La OMS estima que el 24% de las enfermedades están asociadas con factores ambientales entre ellos la calidad del agua, precarias condiciones higiénicas de almacenamiento del agua, lo que constituyen un medio altamente efectivo para que se diseminen las infecciones parasitarias intestinales principalmente a la población infantil, la cual, es bastante susceptible de adquirirla o por costumbres y prácticas familiares que los predisponen.

Así mismo Hernández (2017) indica que la circulación del agua en los estanques produce una estratificación de temperatura o de oxígeno limitada; y los lagos, a menos que sean muy profundos, tienden a estratificarse en determinadas estaciones. Streble, Krauter, y Schneider, (1985) dando lugar al crecimiento de algas. El agua es importante para la vida, pero también puede ser un agente que daña la salud de las poblaciones, cuando está



contaminada con agentes infecciosos o químicos (Gonzales *et al.*, 2014).

Finalmente, la evaluación de riesgos depende del conocimiento existente en el tema, pero su aceptabilidad está influenciada por factores políticos, económicos y sociales. De acuerdo a este concepto, el valor calculado parece constituir un riesgo aceptable y permite afirmar que los valores microbiológicos encontrados, con que se está suministrando el agua potable en esta localidad de Abancay no son seguros; tal como está dispuesto por la normativa peruana a través de su órgano de control DIGESA y de la OMS.



CONCLUSIONES

- Se determinó la presencia del protozoo patógeno *Cyclospora cayetanensis*, en agua de distribución de Unidades familiares del distrito de Abancay. Además, se encontró protozoarios de vida libre, rotíferos, algas, algas azules y otros en agua de captación y de distribución.
- El nivel de contaminación del agua para consumo humano del distrito de Abancay representa el 3.1% de *Cyclospora cayetanensis* en aguas de distribución; protozoarios de vida libre en agua de captación y distribución 26.4%, 2.85% respectivamente. Se debe disponer de metodologías para conseguir agua de calidad, así como protocolos para valorar la efectividad de los tratamientos químicos y biológicos empleados para la potabilización del agua del Distrito de Abancay.
- El factor intrínseco involucrado como la temperatura, pH, evaluados en lluvia y estiaje no determinan la patogenicidad de los protozoarios de vida libre; pero si el factor extrínseco como hábitos de higiene, costumbres alimenticias, almacenamiento del agua y otros, siendo susceptibles los niños entre 12 - 15 años y mayores a 70 años de edad.



RECOMENDACIONES

- Continuar con investigaciones en el agua de consumo a fin de determinar la existencia de otros agentes, que estarían involucrados de la endemicidad de Hepatitis B y enfermedades entéricas en la población del Distrito de Abancay y extrapolar también a otros lugares de la Región Apurimeña.
- A la empresa EMUSAP-SAC Abancay se recomienda realizar monitoreos para evaluar presencia o ausencia de agentes que determinan la calidad del agua de consumo; así mismo gestionar la construcción de una planta de tratamiento para potabilizar el agua.
- A los decisores, realizar eventos de extensión comunitaria mediante capacitaciones y módulos informativos sobre el valor del consumo de agua, enfermedades entéricas, patologías que trae el consumo de agua sin hervir, hábitos de limpieza de los tanques y reservorios de agua de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, N. P., & Szyfres, B. (2003). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales* (3ra ed.; O.P.S, Ed.). Recuperado de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/Acha-Zoonosis-Spa.pdf>
- Alonso, C., García, L., Lopez, V., & Costas, E. (2002). Catastrophic mortality of flamingos in a Spanish national park caused by cyanobacteria. *The Veterinary Record*, 151(23), 706–707. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12503790/>
- Altamirano, F., López, R., & Puray, N. (2014). Enteroparásitos con potencial Zoonótico en Pacientes Pediátricos del Hospital de Andahuaylas – Apurímac. *Salud Tecnol. Vet.*, 2, 14–19. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjltz_EwpfsAhUrrFkKHS3jADkQFjAAegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Frevistas.upch.edu.pe%2Findex.php%2FSTV%2Farticle%2Fview%2F1887%2F1895&usg=AOvVaw3WgaTmgVxZP5-eWtz3ebLp
- Álvarez, A. R. (2006). Los protozoos. Características generales y su rol como agentes patógenos. *Ciencia Veterinaria*, 8(1). Recuperado de <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/revet/n08a06alvarez.pdf>
- Álvarez, Colina, M., & Rodríguez, H. (1981). *Recuperación de formas evolutivas de enteroparásitos en legumbres del mercado Las Pulgas de Maracaibo, Venezuela. (Tesis de grado)*. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Amaro, M., Salcedo, D., Uris, M., Valero, K., Vergara, M., Cárdenas, E., ... Sánchez, J. (2011). Parasitosis intestinales y factores de riesgo en niños: Ambulatorio urbano tipo II Dr. Agustín Zubillaga, Barquisimeto-Lara. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 74(2), 010–016. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492011000200003&lng=es&tlng=es
- Ambientum. (2009). *Agua. Enciclopedia mediambiental –Ambientum*. Recuperado de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/
- American Public Health Association. (1992). *Standard methods for examination of water and wastewater* (18th ed.). Recuperado de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/apha.method.9221.1992.pdf>
- Asociación de Médicos de Sanidad Exterior (AMSE). 2012. OMS. (Twitter:

- @AsocAMSE). Última actualización: miércoles, 26 Octubre 2016 12:18
- Autoridad Nacional del Agua- ANA. (2016). *Resultados del Monitoreo Participativo de la calidad del agua en la cuenca del río Lucre*. Cusco: Autoridad Administrativa del Agua. XII Urubamba- Vilcanota.
- Autoridad Nacional del Agua- ANA. (2017). *Protocolo de Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos*. Recuperado de <http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/865/ANA0000648.pdf.jpg?sequence=4&isAllowed=y>
- Apt, W. L. (2013). *Parasitología Humana*. <https://doi.org/10.1007/BF00025844>
- Arcos, M., Avila, S., Estupiñán, S., & Gómez, A. (2015). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4), 69–79. Recuperado de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/338>
- Armengol R. (2015). Análisis de la calidad microbiológica de los Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de la Argentina. Proyectos de la asignatura Treball Fi de Grau Ciències Ambientals UAB 2014-2015. 135 pp. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/147589/TFG_armengolrepanades.pdf
- Arndt, H. (1993). Rotifers as predators on components of the microbial web (Bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) ± a review. *Hydrobiologia*, 255–256, 231–246. <https://doi.org/10.1007/BF00025844>
- Atias, A. (1991). *Parasitología clínica* (3ra ed.). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/423811418/Parasitologia-Clinica-A-Atias>
- Aurazo, M. (1993). *Manual del programa de mejoramiento de la calidad analítica de los laboratorios de la región. Identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Aurazo, M. (2004). *Tratamiento del agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Aspectos biológicos de la calidad del agua*. OPS/CEPIS. Recuperado de http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf
- American Water Works Association - AWWA. (2012). *Manual de Entrenamiento para Operadores de Sistemas de Distribución de Agua: Aseguramiento de la Calidad del agua en Sistemas de Distribución*. Denver.
- Badenoch, J. (1990). *Cryptosporidium in water supplies*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1747-6593.1990.tb01472.x>

- Basualdo, J., Pezzani, B., De Luca, M., Córdoba, A., & Apezteguía, M. (2000). Screening of the municipal water system of La Plata, Argentina, for human intestinal parasites. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203(177–182). [https://doi.org/10.1078/S1438-4639\(04\)70025-5](https://doi.org/10.1078/S1438-4639(04)70025-5)
- Becerril, M. A. (2014). *Parasitología Médica* (5ta ed.). Recuperado de <https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookID=2754>
- Becerril Flores, M. A. (2011). *Parasitología Médica* (tercera ed.). México: Mcgraw-Hill Interamericana Editores; S.A de CV.
- Beltrán, D. F., Palomino, R. P., Moreno, E. G., Peralta, C. G., & Montesinos, D. B. (2015). Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011. *Revista Peruana de Biología*, 22(3), 335 – 340. <https://doi.org/10.15381/rpb.V22i3.11440>
- Bern, C., Hernández, B., López, M. B., Arrowood, M. J., Álvarez, M., De Mérida, A. M., ... Klein, R. E. (1999). Epidemiologic studies of Cyclospora cayetanensis in Guatemala. *Emerg. Infect. Dis.*, 5, 766–774. <https://doi.org/10.3201/eid0506.990604>
- Bern, C., Ortega, Y. R., Checkley, W., Roberts, J. M., Lescano, A. G., Cabrera, L., ... Gilman, R. H. (2002). Epidemiologic differences between cyclosporiasis and cryptosporidiosis in Peruvian children. *Emerg. Infect. Dis.*, 8, 581–585.
- Berthe, B., Bugssa, G., Bayisa, S., & Alemu, M. (2018). Foodborne intestinal protozoan infection and associated factors among patients with watery diarrhea in Northern Ethiopia ; a cross-sectional study. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 37(5), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s41043-018-0137-1>.
- Berzins, B. (1962). Revision der gattung Anuræopsis Lauterborn (Rotatoria) Kungl. *Fisiogr. Salls Kapets. I Lund Försc*, 32, 33–47.
- Betancourt, W., & Querales, L. (2008). Parásitos protozoarios entéricos en ambientes acuáticos: Métodos de concentración y detección. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 33(6), 418–423. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000600006
- Bing, H., Chipin, H., & Chih. (2001). Analysis for Giardia cysts and Cryptosporidium oocysts in water samples from small water systems in Taiwan. *Parasitol Res*, 87, 163–168. <https://doi.org/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11206115/>
- Botero, D., & Restrepo, M. (2012). *Parasitosis Humanas* (5ta ed.). Recuperado de https://www.academia.edu/39012985/PARASITOSIS_HUMANAS



- Botero, J., Montoya, M. N., Barquil, J. I., & Castaño, A. (2006). An outbreak of *Cyclospora cayetanensis* in Medellín, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 8(3), 258–268. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v8n3/v8n3a11.pdf>.
- Boyd, C. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier. New York, EEUU. 318 pp. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Claudia_Rodriguez25/publication/262479043_Variaciones_estacionales_de_la_calidad_del_agua_del_rio_Chocancharava_rio_Cuarto_Cordoba_Argentina/links/56b0eba908ae795dd5c4bcb0.pdf
- Brandt, H., & Pérez, R. (1970). Pathology of human amebiasis. *Hum Pathology*, 1, 351–585. [https://doi.org/10.1016/s0046-8177\(70\)80072-7](https://doi.org/10.1016/s0046-8177(70)80072-7).
- Cabrera, S. M., Verástegui, M., & Cabrera, R. (2005). Prevalencia de enteroparasitosis en una comunidad altoandina de la provincia de Víctor Fajardo, Ayacucho, Perú. *Revista de gastroenterología del Perú*, XXV(2), 1–9. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1022-51292005000200003
- Cacció, S., Thompson, R. C. A., McLauchlin, J., & Smith, H. V. (2005). Desenmarañar la epidemiología de *Cryptosporidium* y *Giardia*. *Tendencias en Parasitología*, 21, 430–437.
- Cairns, J., & Ruthven, J. A. (1972). A test of the cosmopolitan distribution of fresh-water protozoans. *Hydrobiologia*, (39), 405–427. <https://doi.org/10.1007/BF00046653>
- Carollo, M. C., Amato, V., Braz, L. M., & Dowoong, K. (2001). Pesquisa de oocistos de *Cyclospora* sp., em fezes de cães da Grande São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 34, 597–598. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822001000600017>
- Carpenter, C., Fayer, R., Trout, J., & Beach, M. (1999). Chlorine disinfection of recreative water for *Cryptosporidium parvum*. *Emerging Infectious Diseases*, 5(4), 579–584. <https://doi.org/10.3201/eid0504.990425>
- Cavalier, T. (1993). The Protozoan phylum Opalozoa. *J Euk Microbiol.*, 40(5), 609–615. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1993.tb06117.x>
- Chacín, L., & Cheng, R. (2008). Criptosporidiosis en pacientes con el virus de la inmunodeficiencia humana. *Revista interciencia*, 33(10), 708–716. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33931002.pdf>
- Chacín, Leonor, Barrios, F., & Cheng, R. (2010). *Cyclospora cayetanensis*: Fuentes. *Interciencia*, 35(9), 666–672. Recuperado de

- <https://www.redalyc.org/pdf/339/33931002.pdf>
- Chacón, N., & Jiménez, J. C. (2010). Giardiasis como causa de Diarrea en el Viajero. Universidad Central de Venezuela –Caracas. *Ant e Inf 2010*, 16(1–4), 15–24. Recuperado de <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-andres/parasitologia/apuntes/giardiasis-como-causa-de-diarrea-en-el-viajero/9410708/view>.
- Charpentier, C, Tabash F A, Falla IA, Zumbado JC, Camacho L, Ramírez E. (1988). Variación estacional en el Lago de Rio Cuarto, Provincia de Alajuela, Costa Rica. I. *Limnología Físico - Química*. *Uniciencia* 5 (1-2) pp 77-87.
- Comision Tecnica Multisectorial. (2009). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú* (Autoridad Nacional del Agua, Ed.). Recuperado de http://www.ana.gob.pe/media/532987/politicas_estrategias_rh.pdf
- Cordero del Campillo M. (2002). *Parasitología Veterinaria*. México: Mc Graw-Hill interamericana.
- Cordero del Campillo, M., Rojo, F., Martínez, C., Hernández, S., Navarrete, I. ., Díez, P., & Carvalho, M. (1999). *Parasitología Veterinaria*. Madrid: Mcgraw-Hill-Interamericana de España.
- Cornejo, W., Náquira, C., Espinoza, F., Huiza, A., & Sevilla, ° C. (1999). La paragonimosis en escolares del valle de Condebamba, Cajamarca-Perú. *An. Fac. Med. (Lima)*, 60, 196–198. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-07201998000300008
- Costamagna, S. R., García, S., Gutierrez, M., Visciarelli, E., Torno, O., & Prat, M. I. (1991). Investigación de entero y ectoparásitos en el área periférica de Bahía Blanca (Argentina). *Rev. Asoc. Méd. Bahía Blanca*, 2, 21–27. Recuperado de <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/11/1026414/investigacion.pdf>
- Costamagna, S. R., García, S., Visciarelli, E., & Casas, N. (2002). Epidemiología de las parasitosis en Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires) Argentina, 1994-1999. *Parasitología latinoamericana*, 57(3–4), 103–110. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122002000300004
- Costamagna, S. R., Visciarelli, E., Lucchi, I. D., & Basualdo, J. A. (2005). Parásitos en aguas del arroyo Naposta, aguas de recreación y de consumo en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Parasitología latinoamericana*, 60,

- 122–126. Recuperado de
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122005000200002
- Craun, G. F. (1990). *Waterborne Giardiasis*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- Cruz, W. (2006). *Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por entero patógenos de mayor incidencia en los niños y niñas de centros educativos de educación primaria del distrito de Pichari, La Convención, Cusco-Valle* (Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3031>
- Dawson, D. (2005). Foodborne protozoan parasites. *Int. J. Food Microbiol.*, 103, 207–227.
- De León, L. (2007). *Floraciones algales de agua dulce: Cianobacterias, Cianotoxinas*. Recuperado de http://www.produccionbovina.com.ar/agua_bebida/65-cianobacterias.pdf
- De Luca, M., Pezzani, B., Córdoba, M., & Basualdo, J. (2000). Characterization and quantitation of parasites species in the effluents of Berisso main sewage Chanel, Buenos Aires, Argentina. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, 200, 349–357. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/13645533_Characterization_and_quantitation_of_parasite_species_in_the_effluents_of_the_Berisso_main_sewage_channel_Buenos_Aires_Argentina
- Dirección General de Salud Ambiental. DIGESA-MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Decreto supremo 031-2010-SA*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
- Eberhard, M. L., Nace, E. K., Freeman, A. R., Streit, T. G., Da Silva, A. J., & Lammie, P. J. (1999). *Cyclospora cayetanensis* infections in Haiti: A common occurrence in the absence of watery diarrhea. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 60, 584–586. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1999.60.584>. PMID: 10348232
- El-Karamany, E. M., Zaher, T. I., & El-Bahnasawy, M. M. (2005). Role of water in the transmission of cyclosporiasis in Sharkia Governorate, Egypt. *J. Egypt Soc. Parasitol.*, 35, 953–962. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16333902/>
- Ellsworth, P. M. (1983). Ecological seasonal cycles in a Colorado Mountain Pond. *J.*

- Fresh. Ecol.*, 2(3), 225–237.
- Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alacantarillado de Abancay EMUSAP Abancay. (2004). *Informe de supervisión y fiscalización. (2004). (INFORME N° 170-2004-SUNASS-120 F)*. Abancay.
- Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alacantarillado de Abancay EMUSAP Abancay. (2013). *Plan Maestro Optimizado II Quinquenio*. Abancay.
- Feldman, M. A., Case, L., & Sparks, B. (1992). Effectiveness of a child-care training program for parents at-risk for child neglect. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 24, 14–28. <https://doi.org/10.1037/h0078698>
- Flores, A. D., Peña, Z., Dávila, D., Colmenares, M., & Mendoza, R. V. (2011). Investigación de Blastocystis sp. En agua de consumo humano en una población escolar de la zona rural del estado Mérida-Venezuela. *Kasmera*, 39(2), 123–129. Recuperado de <https://go.gale.com/ps/anonymous?id=GALE%7CA368849742&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00755222&p=IFME&sw=w>
- Florez, R. (2014). Análisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de puno. Situación actual y realidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 16(1), 5–8. <https://doi.org/10.18271/ria.2014.28>
- Forgber, M., Basu, R., Roychoudhury, K., Theinert, S., & Roy, S. (2006). Mapping the antigenicity of the parasites in Leishmania donovani infection by Proteome Serology. *PLoS ONE*, 1(1), e40. Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0000040>
- Foster, S. (1987). *Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proc. Interl Conf. "Vulnerability of soil and groundwater to pollutants" Noordwijk*. Netherlands.
- Foster, S., Hirata, R., & Ventura, M. (1987). *Contaminación de las aguas subterráneas.: un enfoque ejecutivo de la situación en América Latina y el Caribe en relación con el suministro de agua potable*. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-146599>
- Foster, S. R., Hirata, R., Gómez, D., Monica, D., & Paris, M. (2002). *"Protección de la calidad del agua subterránea". Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales*. Washington: Groundwater Management Advisory Team.
- Fox, K. R., & Lytle, D. A. (1996). Milwaukee's Crypto outbreak: investigation and

- recommendations. *JAWWA*, 88, 87–94.
- Fukushima, M., Sifuentes, G., Saldaña, G., Castillo, G., Reyes, J., & Shimokawa, L. (1982). *Métodos limnológicos*. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002
- Gallego, M., Heredia, H., Salazar, J., Hernández, T., Naranjo, M., & Suárez, B. (2014). Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro 84 municipios. Estado Aragua, Venezuela. 2011-2012. *Rev. Cubana Med. Trop.*, 66(2), 164–173. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602014000200002
- Gamazo, C. (2013). *Microbiología basada en la experimentación*. Recuperado de <https://www.casadellibro.com/libro-microbiologia-basada-en-la-experimentacion/9788490220856/2258296>
- García, M., Pardío, J., Arroyo, P., & Fernández, V. (2008). Dinámica familiar y su relación con hábitos alimentarios. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, XIV(27), 9–46. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/316/31602702.pdf>
- Geldreich, E. (1996). *La Amenaza Mundial de los Agentes Patógenos transmitidos por el Agua*. Washington: International Life Sciences Institute.
- Gil, J. A., Vizcaino, C., & Montaña, N. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso estudio: Cuenca del Rio Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales científicos*, (1), 111–119. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi99Oya9pnsAhUNrFkKHffpAn4QFjAAegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Frevistas.lamolina.edu.pe%2Findex.php%2Ffacu%2Farticle%2Fview%2F1146&usg=AOvVaw1gMFQj41iEHV06B-xyMHnn>
- Global Health and Education Foundation. (2008). *Las Academias Nacionales-Asesoras de la Nación en los campos de ciencia, ingeniería y medicina*. Recuperado de www.drinking-water.org/html/es/resources.html
- Goitía, Y. (2011). Análisis preliminar de la metodología para obtener el perfil vertical de parámetros del nivel eutrófico de un embalse. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXII(3), 39–46. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=a9h&AN=111175770&custid=s6224580>.
- Gonzales, G. F., Zevallos, A., Gonzales, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., ...

- Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Rev. Peru Med. Exp. Salud Pública*, 31(3), 547–556. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300021
- Gould, S. J. (1999). *La vida maravillosa*. Barcelona: Crítica.
- Gray, N. F. (1994). *Calidad del agua potable problemas y soluciones* (I. López, Trad.). Zaragoza: Acribia, S.A.
- Grothen, D., Sydney, Z., & Davis, P. H. (2017). Detección de patógenos intestinales en río, costa y agua potable en Lima, Perú. *Journal of Genomics*, 5, 4–11. <https://doi.org/doi:10.7150/jgen.18378>. <https://www.jgenomics.com/v05p0004>
- Guillen, G. K. (2002). *Diversidad protozoológica de los pantanos de Villa, Chorrillos – Lima. (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Habbari, K., Tifnouti, A., Bitton, G., & Mandil, A. (1999). Infecciones helmínticas asociadas al uso de aguas residuales crudas para fines agrícolas en Beni Mellal, Marruecos. *La Revue de Santé de la Méditerranée Orientale*, 5(5), 912–921. Recuperado de https://applications.emro.who.int/emhj/0505/emhj_1999_5_5_912_921.pdf
- Haeckel, E. (1988). *The history of creation*. New York: D. Appleton and Company.
- Harp, J., Fayer, R., Pesch, B., & Jackson, G. (1996). Effect of pasteurization on infectivity of *Cryptosporidium* sp oocysts in water a milk. *Applied and Envirometal Microbiology*, 2866–2868. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8702279/>
- Hernández, C. (2017). *Estimación de la presencia de algas en cuerpos de agua mediante índices de vegetación. (Tesina de especialidad)*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Hirata, R. (2002). Carga contaminante y peligros a las aguas subterráneas. *Revista Latino-Americana de Hidrogeologia*, (2), 81–90. Recuperado de <https://revistas.ufpr.br/hidrogeologia/article/viewFile/2624/2166>
- Hirata, R., & Reboucas, A. (1999). La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos. *Boletín Geólogo Minero*, 110(4), 79–92.
- Honigberg, B. M., Balamuth, W., Bovee, E. C., Corliss, J. O., Gojdics, M., Hall, R. P., ... Wenrich, D. H. (1964). A revised classification of the phylum protozoa. *The Journal of protozoology*, 11, 7–20. <https://doi.org/10.1111/j.1550->

7408.1964.tb01715.x

- Huang, P., Weber, J. T., Sosin, D. M., Griffin, P. M., Long, E. G., Murphy, J. J., ... Kallick, C. (1995). The first reported outbreak of diarrheal illness associated with *Cyclospora* in the United States. *Ann. Intern. Med.*, *123*, 409–414. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/7639439>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática -INEI. (2017). *ensos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima: INEI.
- Institute Water Association - IWA (2011). *Water Quality Guidelines, standards and health*. Editorial Iwa Publishing. Suecia.
- Instituto Nacional de Salud-INS. (2014). Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos intestinales del hombre. *Serie de Normas Técnicas*, (37).
- Jacinto, E., Aponte, E., & Arrunátegui, V. (2012). Prevalencia de parásitos intestinales en niños de diferentes niveles de educación del distrito de San Marcos, Ancash, Perú. *Rev Med Hered.*, *23*(4), 235–239. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2012000400004&script=sci_abstract
- Jauregui, C., Rodríguez, I., Coronel, L., Ramírez, S., & Padilla, R. (2010). Calidad sanitaria del agua potable en San Blas, México. *Revista Ambientalia*, *1*(2009–2010), 108–117. Recuperado de [http://www.ugr.es/~ambientalia/articulos/art_recientes/8_Jauregui_VVAA\(2010\)_Ambientalia_es.pdf](http://www.ugr.es/~ambientalia/articulos/art_recientes/8_Jauregui_VVAA(2010)_Ambientalia_es.pdf)
- Jiménez, J., Vergel, K., Velásquez, M., Vega, F., Uscata, R., Romero, S., ... Náquira, C. (2011). Parasitosis en niños en edad escolar: relación con el grado de nutrición y aprendizaje. *Revista Horizonte Médico*, *11*(2), 65–69. Recuperado de https://medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2011_2/Art1_Vol11_N2.pdf
- Knobelsdorf & Mujeriego (1997). Crecimiento Bacteriano en las Redes de Distribución de Agua Potable: Una Revisión Bibliográfica. *Ingeniería del Agua*. *4*: 17- 28. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/39430488_Crecimiento_bacteriano_en_las_redes_de_distribucion_de_agua_potable_una_revision_bibliografica
- Kucik, C. J., Martin, G. L., & Sortor, B. V. (2004). Parásitos intestinales comunes. *American Family Physician*, *69*, 1161–1168. Recuperado de <https://www.aafp.org/afp/2004/0301/p1161.html>

- Laura, M. C., Beltramino, D., Abramovich, B., Carrera, E., Haye, M. A., & Contini, L. (2002). El agua subterránea como agente transmisor de protozoos intestinales. *Revista chilena de pediatría*, 73(4), 415–424.
- Le Chevalier, M. W., & Norton, W. D. (1995). Giardia and Cryptosporidium in raw and finished drinking water. *JAWWA*, 87, 54–68. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC183629/>
- Llamas, M. R. (1999). *La inserción de las aguas subterráneas en los sistemas de gestión integrada*. Zaragoza: Institución Fernando el católico.
- Llop, A., Valdés, M., & Zuazo, J. L. (2001). *Microbiología y parasitología médicas*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Londoño, A., Mejía, S., & Gómez, J. (2009). Prevalencia y Factores de Riesgo Asociados a Parasitismo Intestinal en Preescolares de Zona Urbana en Calarcá, Colombia. *Rev. Salud pública*, 11(1), 72–81. Recuperado de <https://scielosp.org/pdf/rsap/2009.v11n1/72-81/es>
- Loureiro, K. C., Wilson, W. J., & Abreu, P. C. (2012). Utilização de protozoários, rotíferos e nematódeos como alimento vivo para camarões cultivados no sistema BFT. *Capa*, 34(1), 5–12. Recuperado de <https://periodicos.furg.br/atlantica/article/view/2698>.
- Madigan, M. (2009). *Brock Biología de los microorganismos: Principios de Microbiología*. Madrid: Pearson Educación.
- Mamani, L. V. (2012). *Presencia de protozoarios y helmintos en agua de consumo humano de la región Moquegua. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Mansfield, L. S., & Gajadhar, A. A. (2004). Cyclospora cayetanensis a food-and waterborne coccidian parasite. *Vet. Parasitol.*, 126, 73–90. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15567580/>.
- Marcus, N. H., Lutz, R., Burnett, W., & Cable, P. (1994). Age, viability, and vertical distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin: Evidence of an egg bank. *Limnology and Oceanography*, 39, 154–158. Recuperado de <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.1994.39.1.0154>.
- Menghi, C. I., Iuvaro, F. R., Dellacasa, M. A., & Gatta, C. L. (2007). Investigación de parasitos intestinales en una comunidad aborigen de la Provincia de Salta. *Medicina*, 67(6 II), 705–708. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262655364_Investigacion_de_parasitos_i

- ntestinales_en_una_comunidad_aborigen_de_la_provincia_de_Salta/link/55e049f508aede0b572d0531/download
- Ministerio del Ambiente. MINAM. (2015). *La Estrategia Nacional de Humedales*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/nuestras-lineas-de-intervencion/direccion-de-conservacion-sostenible-de-ecosistemas-y-especies/ecosistemas/>
- Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Gestion Ambiental. MINAM – VMGA. (2012). *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. MINAM. (2017). *Estandares De Calidad Del Agua (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima: El Peruano.
- Mittchel, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). *Manual de campo de proyecto de rio. Una guía para monitorear la calidad del agua en el rio bravo* (2da ed.). México.
- Modini, L., Otero, J. L., Cabrera, E., Zerbato, M., Eliggi, S., & Abramobich, B. (2010). Cryptosporidium spp en ganado bovino: su potencial como contaminante de recursos hídricos. *Revista FAVE - Ciencia Veterinarias*, IX(1), 33–38. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/FAVEveterinaria/article/viewFile>
- Molina, N. (2009). *Epidemiología molecular de Giardia lamblia en comunidades urbanas y rurales de Buenos Aires, Argentina. (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Molina, R. A., Ramis, A., Martín, S., Gómez, H., Ares, E., Cacciò, S. M., ... Darwich, L. (2010). Cryptosporidium baileyi infection associated with an outbreak of ocular and respiratory disease in otus owls (Otus scops) in a rehabilitation centre. *Avian Pathology*, 39, 171–176. <https://doi.org/10.1080/03079451003717589>.
- Mora, L., Martínez, I., Figuera, L., Segura, M., & Del Valle, G. (2010). Protozoarios en aguas superficiales y muestras fecales de individuos de poblaciones rurales del municipio Montes, estado Sucre, Venezuela. *Investigación Clínica*, 51(4), 457–466. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332010000400003
- Muñoz, V., & Laura, N. (2008). Alta contaminación por enteroparásitos de hortalizas comercializadas en los mercados de la ciudad de La Paz, Bolivia. *BIOFARBO*, 16(1), 1–8. Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbfb/v16n1/v16n1a02>
- Nabors, W. (2006). *Introducción a la Botánica*. España.
- NebeL, B., & Wright, R. (1999). *Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sostenible*.

- New York: Prentice Hall.
- Neira, O. P., Barhel, M. E., Wilson, L. G., & Muñoz, S. N. (2010). Infección por Isospora spen pacientes con infección por VIH. Presentacion de dos casos y revisión de literatura. *Revista Chilena de Infectología*, XXVII(3), 219–227. Recuperado de www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182010000300007
- Neumann, S., & Souza, F. B. (1987). Rotíferos planctônicos do açude de Apipucos. Recife-PE (Brasil). *Arq. Biol. Tecnol. (Braz. J. Biol.)*, 30(3), 393–418. Recuperado de <https://scholar.google.com/scholar?cluster=10408410081018280571&hl=en&oi=scholarr>
- Nimri, L. F. (2003). Cyclospora cayetanensis and other intestinal parasites associated with diarrhea in rural area of Jordan. *Int. Microbiol.*, 6, 131–135. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10123-003-0121-4>
- Núñez, N., Ramirez, I., & Lizarazu, J. (2009). Microorganismos patógenos del agua. *Meridies*, (13), 69–76.
- Oliveira, T., Silva, T., & Terra, L. (2005). Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras. *Acta Fish. Aquat. Res.*, 3(1), 65–76. Recuperado de <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/2998/3953>
- Olivos, A., Saavedra, E., Nequiz, A. M., & Pérez, R. (2011). Amibiasis: mecanismos moleculares de la patogenicidad de Entamoeba histolytica. *Rev Fac Med. UNAM*, 54(2). Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=29262>
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (1993). *Guidelines for drinking water quality*. Geneva: World Health Organization, Doc.Tec.
- Organización Mundial de la Salud-OMS. (1996). *Fighting disease, fostering development*. Ginebra.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (3ra ed.). Génova.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2007). *Guía para mejorar la calidad del agua en al ámbito rural y de las pequeñas localidades*. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/guiacalidadaguarural.pdf>
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2011). *Guidelines for drinking-water quality*. Recuperado de

- http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf
- Ongerth, J. E., Hunter, G. D., & DeWalle, F. B. (1995). Watershed use and Giardia cyst presence. *Water Research*, 29, 1295–1299. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(94\)00271-8](https://doi.org/10.1016/0043-1354(94)00271-8)
- Organización Panamericana de la Salud- OPS-OMS. (2004). *Evaluación Global de los Servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Informe Analítico*. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud- OPS. (1978). *Procedimiento simplificado para el examen de aguas*. Washington.
- Organización Panamericana de la Salud- OPS. (2007). *Guía para mejorar la calidad del agua en el ámbito rural y de las pequeñas localidades*. Lima, Perú.
- Ortega, Y. R., Nagle, R., Gilman, R. H., Watanabe, J., Miyagui, J., Quispe, H., ... Sterling, C. R. (1997). Pathologic and clinical findings in patients with cyclosporiasis and a description of intracellular parasite life-cycle stages. *J. Infect. Dis.*, 176, 1584–1589. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9395371/>
- Ortega, Y. R., Sterling, C. R., Gilman, R. H., Cama, V. A., & Díaz, F. (1993). Cyclospora species-a new protozoan pathogen of humans. *N. Engl. J. Med.*, 328, 1308–1312. Recuperado de <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199305063281804>
- Panterburg, B., Dann, S. M., Wang, H., Robinson, P., Castellanos, A., Lewis, D., & White, A. (2008). Immune responses to human *Cryptosporidium* sp infection. *Infection and Immunity*, 1, 23–29. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2223661/>
- Peña García, A. (2007). Una perspectiva social en la problemática del agua. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611, Núm. 62, pp. 125-137. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/26495659_Una_perspectiva_social_de_la_problematika_del_agua
- Pérez, G., Rosales, M., Valdez, R. A., Vargas, F., & Córdova, O. (2008). Detección de Parásitos Intestinales en agua ya alimentos de Trujillo, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 25(1), 144–148. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000100018
- Petersen, C. (1992). Cryptosporidiosis in patients infected with the human immunodeficiency virus. *Clin. Infect. Dis.*, 15, 903–909. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/1457661>

- Pinilla, J. C. (2009). Prevalencia de *Isospora suis* en granjas intensivas ubicadas en el estado de Aragua, Venezuela. *Zootecnia tropical*, XXVII(2), 2005–2013. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200011
- Presidencia de Consejo de Ministros. (2014). *Imagen institucional*. Lima.
- Pumarola, A., Rodriguez, A., Garcia, J. A., & Piedrola, G. (2004). *Microbiología y Parasitología Médica* (2da ed.). España: Savat Editores S. A.
- Quevedo, F., Michanie, S., & González, S. (1990). *Actualización de enfermedades transmitidas por alimentos*. Washington: OPS.
- Ramsar. (2008). Convention on Wetlands, The 10th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands, Changwon, Republic of Korea. *The Changwon Declaration on Human Well-Being and Wetlands*. Recuperado de https://medwet.org/wp-content/uploads/2012/10/COP10_key_res_x_03_Changwon_Declaration_2008.pdf
- Rawat, I., Ranjith-Kumar, R., Mutanda, T., & Bux, F. (2011). Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy*, 88, 3411–3424. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.025>
- Reinthal, F. F. (1989). Epidemiology of Cryptosporidiosis in children in tropical countries. *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol.*, 33, 505–513. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/2634071>
- Restrepo, M. (2000). *Estado nutricional y crecimiento físico*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ritchie, L. (1948). An ether sedimentation technique for routine stool examination. *Bull US Army Med Dept*, 8, 326–327. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18911509/>
- Ritgway, H. F., & Olson, B. F. (1981). Scanning electron microscope evidence for bacterial colonization of a drinking –water distribution system. *Appl. Environ. Microbiol.*, 41, 274–287. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC243677/>

- Rodriguez, E. G. (2013). *Parasitología médica*. Recuperado de <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo/article/view/816/436>
- Rodríguez, J. C., & Contreras, M. (2015). Factores sociales e incidencia de *Enterobius vermicularis* en instituciones educativas de nivel inicial del distrito de Cascas. *Crescendo. Institucional*, 6(1), 21–32.
- Salazar, J. (2011). *La ecologización de la regulación económica de los servicios de agua potable y saneamiento en el Perú. Lecciones aprendidas de la implementación de un esquema de pago por servicios ambientales. Caso EPS Moyobamba*. Recuperado de http://www.un.org/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/session_7_lac_cases_peru.pdf
- Salud, O. M. de la. (2011). Constitución de la OMS. Recuperado de <https://www.who.int/es/about/who-we-are/constitution>
- Sánchez, C. (2000). Origen y evolución del parasitismo. Discurso de ingreso. Academia de Ciencias de Zaragoza. En *Discurso de ingreso. Academia de Ciencias de Zaragoza*. Recuperado de <http://www.raczar.es/webracz/ImageServlet?mod=publicaciones&subMod=discursos&archivo=Caridad.pdf>
- Sánchez, K. (2013). *Identificación de balantidium coli en personas dedicadas a la porcicultura en el cantón Balsas durante septiembre 2012 a febrero 2013. (Tesis de grado)* (Universidad Nacional de Loja). Recuperado de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/4034>.
- Sánchez, Ó., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R., & Zambrano, L. (2007). *Perspectiva sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. México.
- Saredi, N. (2002). *Manual práctico de parasitología médica*. Recuperado de <https://www.docsity.com/pt/manual-de-parasitologia-2/4707306/>
- Sasahara, T., Maruyama, H., Aoki, M., Kikuno, R., Sekiguchi, T., Takahashi, A., ... M., I. (2003). Apoptosis of intestinal crypt epithelium after *Cryptosporidium parvum* infection. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 9, 278–281. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1341321X0471137X>
- Sauch, J. F. (1989). Use of immunofluorescence and phase-contrast microscopy for

- detection and identification of Giardia cysts in water samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 50, 1434–1438. <https://doi.org/10.1128/AEM.50.6.1434-1438.1985>
- Schmoll, O., Howard, G. C., Hilton, J., & Chorus, I. (2006). *Protecting Groundwater for Health: managing the quality of drinking-water sources*. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43186/9241546689_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Schmoll, O., Howard, G., CHilton, J., & Chorus, I. (2006). *Protecting Groundwater for Health: managing the quality of drinking-water sources*. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43186/9241546689_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Schuster, F., & Ramirez, L. (2008). Estado mundial actual del Balantidium coli. *Clinical Microbiology Reviews*, 21(4), 626–638. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18854484/>
- Service PHL. (1996). Cryptosporidiosis in England and Wales. *CDR Wkly*, 6(171).
- Shapiro, J. (1990). Current beliefs regarding dominance by blue-greens: The case for the importance of CO₂ and pH. *Verh. Intern.Verein. Limnol.*, 24, 38–54. <https://doi.org/10.1080/03680770.1989.11898689>
- Sherchand, J. B., & Cross, J. H. (2001). Emerging pathogen Cyclospora cayetanensis infection in Nepal. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 32(Supl 2), 143–150. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/12041579>
- Shields, J. M., & Olson, B. H. (2003). Cyclospora cayetanensis: a review of an emerging parasitic coccidian. *Int. J. Parasitol.*, 33, 371–391. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12705931/>
- Smith, H. V., Paton, C. A., Girdwood, R. W., & Mtambo, M. M. (1996). Cyclospora in non-human primates in Gombe, Tanzania. *Vet. Rec.*, 138(21), 528. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8761983/>
- Solarte, Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colomb Med.*, 37(1), 74–82. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/283/28337111.pdf>
- Soriano, S. V., Manacorda, A. M., Pierangeli, N. B., Navarro, M. C., Giayetto, A. L.,

- Barbieri, L. M., ... Basualdo, J. A. (2005). Parasitosis intestinales y su relación con factores socioeconómicos y condiciones de hábitat en niños de Neuquén, Patagonia, Argentina. *Parasitología latinoamericana*, 60, 154–161. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122005000200009
- Soulsby, E. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos* (7ma ed.). Madrid: Nueva Editorial. España.
- Sterling, C. R., & Ortega, Y. R. (1999). Cyclospora: An enigma worth unraveling. *Emerg. Infect. Dis.*, 5, 48–53. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2627696/>
- Streble, H., & Krauter, D. (1987). *Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Streble, H., Krauter, D., & Schneider, H. (1985). *Atlas de los microorganismos de agua dulce*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Sturbaum, G. D., Ortega, Y. R., Gilman, R. H., Cabrera, C., & Klein, D. A. (1998). Detection of Cyclospora cayetanensis in wastewater. *Appl. Env. Microbiol.*, 64, 2284–2286. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC106316/>
- Sun, T., Ilardi, C. F., Asnis, D., Bresciani, A. R., Goldenberg, S., Roberts, B., & Teichberg, S. (1996). Light and electron microscopic identification of Cyclospora species in the small intestine. Evidence of the presence of asexual life cycle in human host. *Am. J. Clin. Pathol.*, 105, 216–220. <https://doi.org/10.1093/ajcp/105.2.216>
- Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento - SUNASS. (2010). *Estudio tarifario determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Abancay EMUSAP Abancay S.A.C. Gerencia de regulación tarifaria*. Lima.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS. (2014). *Estudio tarifario determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y*



- Alcantarillado de Abancay EMUSAP Abancay S.A.C. Gerencia de regulación tarifaria.* Consultado. 10 de febrero 2018.
- Suresh, K. G., Smith, H. V., & Tan, T. C. (2005). Viable Blastocystis hominis cysts in Scottish and Malaysian sewage samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71, 5619–5620. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1214661/>
- Suzanne, M., & Graizbord, C. (2002). *Los ríos urbanos de Tecate y Tijuana: Estrategias para ciudades sustentables.* California: , Institute for Regional Studies of the Californias, San Diego State University.
- Tananta, I. V. (2002). *Presencia de enteroparásitos en lechuga (Lactuca sativa) en establecimientos de consumo público de alimentos del distrito de Cercado de Lima. (Tesis de grado).* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Tay, J., Velasco, O., Lara, R., & Gutiérrez, M. (2002). *Parasitología Médica* (7ma ed.). México: Méndez editores, S.A.
- Terashima, A., Marcos, L., Maco, V., Canales, M., & Samalvides, F. (2009). Spontaneous sedimentation in tube technique (SSTT) for diagnosis of intestinal parasites. *Rev. Gastroenterol. Perú*, 29(4), 305–310. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiaqea0kprsAhUCrVkkHbVcDlkQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F40908541_Spontaneous_sedimentation_in_tube_technique_SSTT_for_diagnosis_of_intestinal_parasites&usg=AOvVaw2tZ4_JeTL6tHuuNHEBcdZY
- Thomasson, K. (1956). Reflections on Arctic and Alpine lakes. *Oikos*, 7, 117–143. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/3564988?seq=1>
- Torno, O., García, S., Prat, M. I., & Santamaría, B. (1996). Enteroparásitos del perro en un sector de Bahía Blanca, Argentina. *Parasitol al Día*, 20, 144–146.
- Torno, O., Visciarelli, E., & Costa, S. R. (1991). *Estudio de la contaminación parasitaria de verduras en huertas de la zona suburbana de Bahía Blanca (Prov. Buenos Aires, Argentina).* *Iras Jornadas Municipales sobre Medio Ambiente. Bahía Blanca.*
- Traviezo, L. E., Salas, A., Lozada, C., Cárdenas, E., Martín, J., & Agobian, G. (2013).

- Detección de enteroparásitos en lechugas que se comercializan en el estado de Lara, Venezuela. *Rev Méd-Cient "Luz Vida"*, (4), 7–11. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3250/325029251002.pdf>
- Triolo, M., Álvarez, E., & Alvizu, O. (2013). Enteroparasitos en lechugas. Comparación de dos técnicas diagnósticas. Estado Carabobo, Venezuela. *Revista Venezolana de Salud Pública*, 1(2), 15–20. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6570487>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia - UNICEF. (1999). *El estado de salud infantil: Una emergencia silenciosa*. Recuperado de [https://www.unicef.org/spanish/sowc/archive/SPANISH/Estado Mundial de la Infancia 1999.pdf](https://www.unicef.org/spanish/sowc/archive/SPANISH/Estado_Mundial_de_la_Infancia_1999.pdf)
- Uribarren, T. (2017). *Protozoos generalidades*. https://www.academia.edu/37276985/PROTOZOOS_GENERALIDADES
- Vargas, C., Rojas, R., & Joseli, J. (1996). *Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano. Textos completos*. Recuperado de <http://www.disaster-info.net/infovolcanes/pdf/spa/doc14581/doc14581.pdf>
- Vargas, L. (2004). *Tratamiento de Agua para Consumo Humano Plantas de Filtración Rápida: Calidad del Agua*. Recuperado de http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf
- Vásquez, O., & Campos, T. (2009). Giardiasis. La parasitosis más frecuente a nivel mundial. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 8(31), 75–90. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/342/34211305006.pdf>
- Vignau, M. L., Venturini, L. M., Romero, J. R., Eiras, D. F. W., & Basso, U. (2005). *Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. Recuperado de <http://meran.fcv.unlp.edu.ar/meran/opac-detail.pl?id1=1632>
- Vilaseca, M. M. (2001). *Observación microscópica de fangos activados en los tratamientos de depuración biológica. Universidad Politécnica de Catalunya, en el Laboratorio de Control de Contaminación Ambiental del INTEXTER (U.P.C.)*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1726/TREBALL8.pdf>



- Vilca, R. (1998). *Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano de la Población de los Distritos de la Provincia de Huamanga – Ayacucho 1997. (Tesis de grado)*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Villée, C. (1999). *Biología*. Recuperado de <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/biologia/autor/villee-claude-a/>
- Wetzel, R. G. (1981). *Limnología* (M. Chinchilla & M. Comellas, Trads.). Recuperado de <http://www.ediciones-omega.es/ecologia/60-limnologia-978-84-282-0601-3.html>
- Yaeger, R. G. (1989). Protozoa: structure, classification, growth, and development. *Tropical Medicine and Parasitology*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8325/>
- Yoder, J. S., Harral, C., Beach, M. J., & Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2010). Giardiasis surveillance - United States, 2006-2008. *Morbidity and mortality weekly report. Surveillance summaries (Washington, D.C. : 2002)*, 59(6), 15—25. Recuperado de <http://europepmc.org/abstract/MED/20535095>
- Zerpa, R., Náquira, C., & Espinoza, Y. (2007). Una nueva visión de Entamoeba histolytica. *Revista Peruana de Medicina Experimental en Salud Pública*, XXIV(2), 190–192. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2007.242.1105>
- Zoppi, E., & Pardo, M. J. (2013). Rotíferos. Instituto de Zoología Tropical. *Fundación Empresas Polar. Biología. Universidad Central de Venezuela*, 13, 242–253. Recuperado de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_abv/article/view/9262/9086



ANEXOS

Anexo 1. Protozoarios y algas en aguas de distribución del Distrito de Abancay.

Según Streble *et al.* (1985) (Streble y Krauter, 1987).

1.1 Aguas de distribución del Distrito de Abancay.

1.1.1 Instituciones educativas (colegios primarios y secundarios)

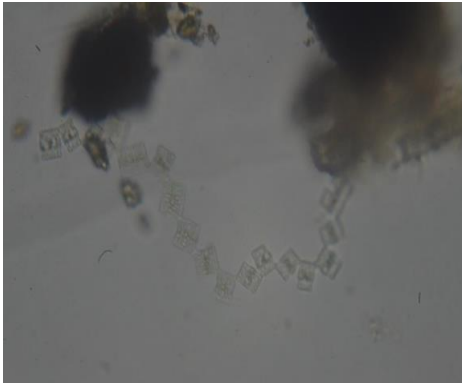


Figura 17. Diatomea *Tabeliaria flacculosa*

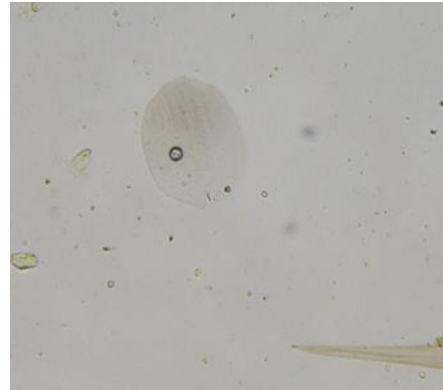


Figura 20. Protozooario ciliado De peces. *I. multifiliis*.



Figura 18. Anelido o helminto *Tubilex tubilex*

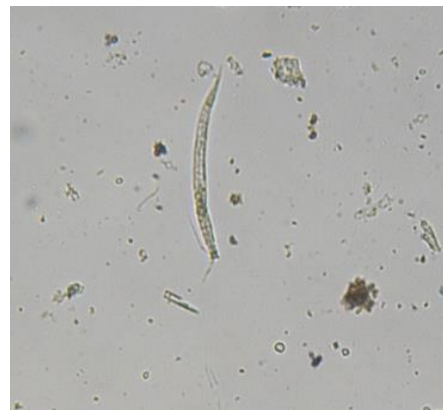


Figura 21. Rotífero *Furcularia forticula*



Figura 19. Rotífero. *Synchaeta stylada*

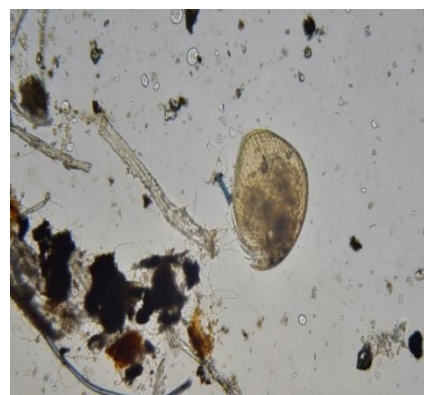


Figura 22. Protozooario ciliado sp

1.1.2 Unidades Familiares.

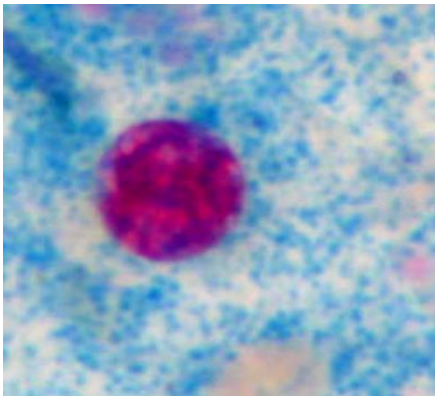


Figura 23. *C. cayetanensis*



Figura 25. Nematodo (Larva).



Figura 24. Protozario ciliado
Holophrya nigricans

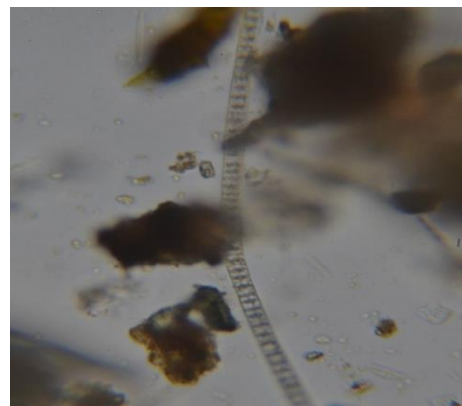


Figura 26. Alga azul. Cianobacteria
Phormidium sp (a)

a. Forman asociaciones características de aguas estancadas



Figura 27. Gastrotricos *Ichthydium podura*



Figura 28. Protozario ciliado
Stylonychia sp



Figura 29. Nematodo. Larva

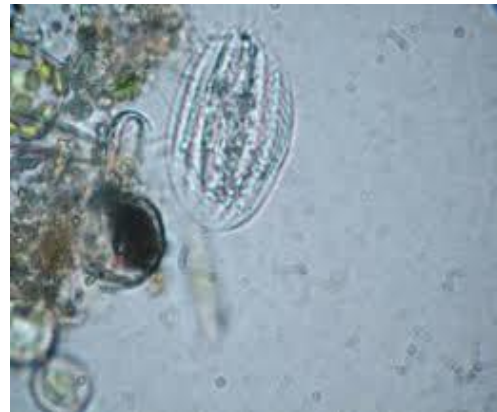


Figura 30. Braquiópodo. *Alonella exigua*

1.2 Aguas de captación

1.2.1 Chinchichaca.

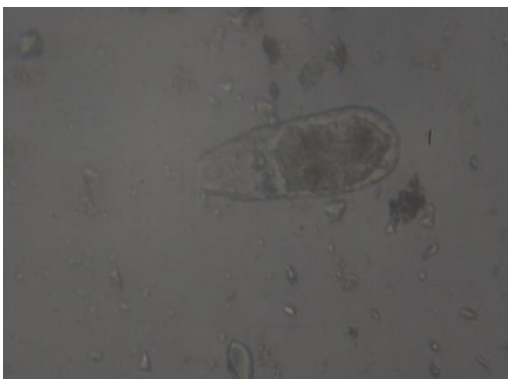


Figura 31. Rizopodos. Tecamebas (*Ameba tecada*). *Trinema enchelys*.

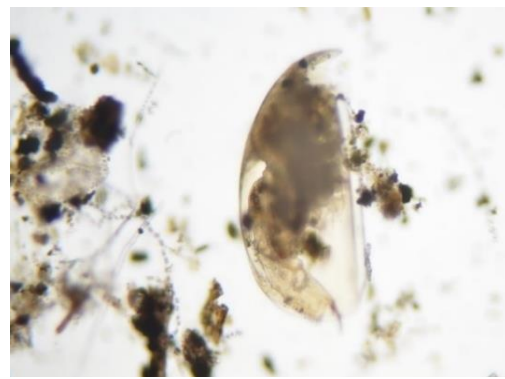


Figura 32. Protozario ciliado *Epalxella mirabilis*

1.2.2 Marcamarca.

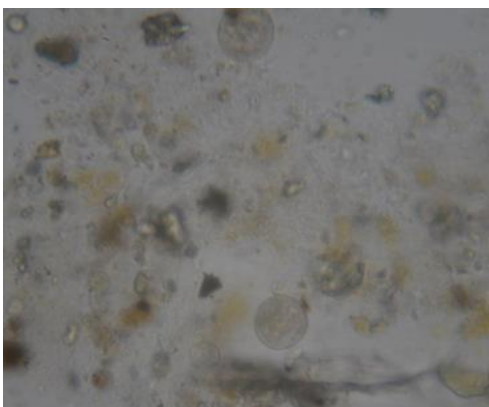


Figura 33. Protozario ciliado. *Frontania acumulata*



Figura 34. Rotífero *Philodina roséola* Ehrenberg

1.2.3 Rontoccocha.

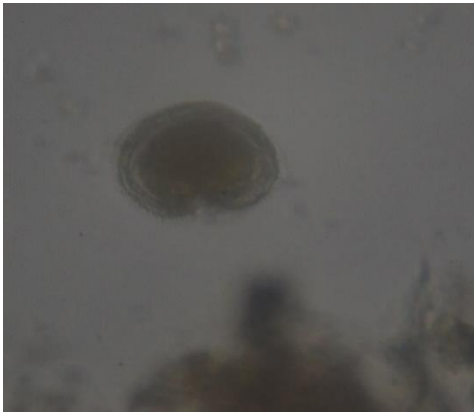


Figura 35. Protozario ciliado
Colpidium colpoda

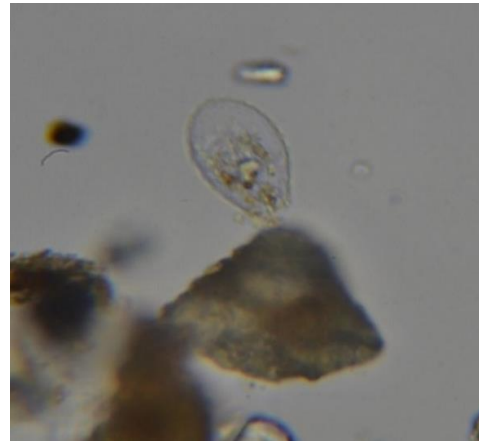


Figura 38. Rizopodo tecameba. *Nebela collaris*

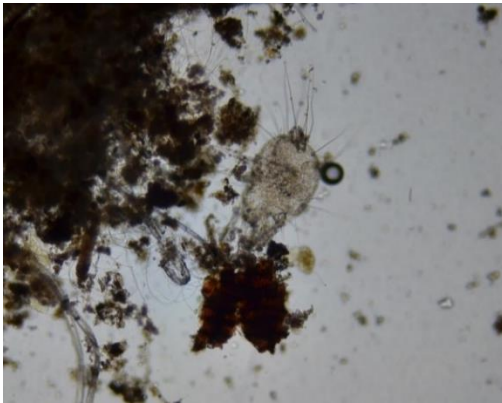


Figura 36. Protozario ciliado.
Cyclidium citrullus

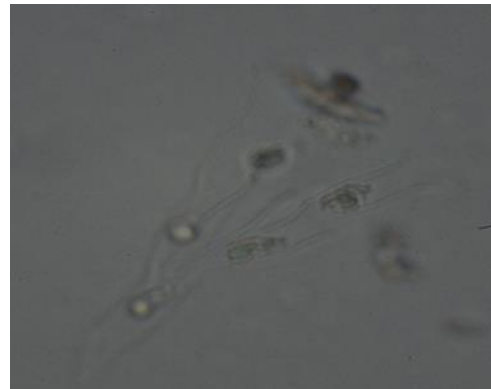


Figura 39. Protozario ciliado
Stentor sp



Figura 37. Nematodo. *Monhystra similis*

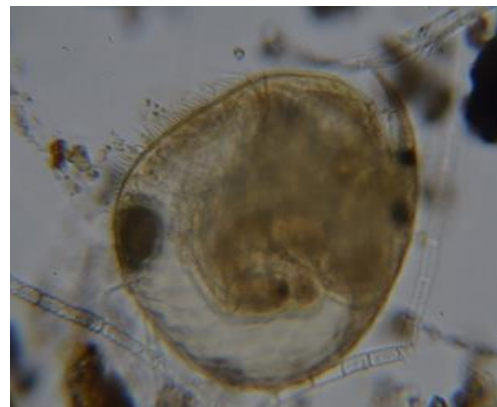


Figura 40. Artrópodo. Braquiópodo
Alonella exigua

Anexo 2. Muestreo de aguas de captación

2.1 Marcamarca



Figura 41. Muestreo de agua



Figura 43. Toma de pH, T° ambiente del



Figura 42. Diseño de reservorios



Figura 44. Pozas de agua de captación.
agua de la muestra

2.2. Chinchichaca



Figura 45. Toma de muestra pozas
Chinchichaca



Figura 46. Pozas de agua de
Chinchichaca



Figura 47. Toma de medida de profundidad de pozas para muestreo



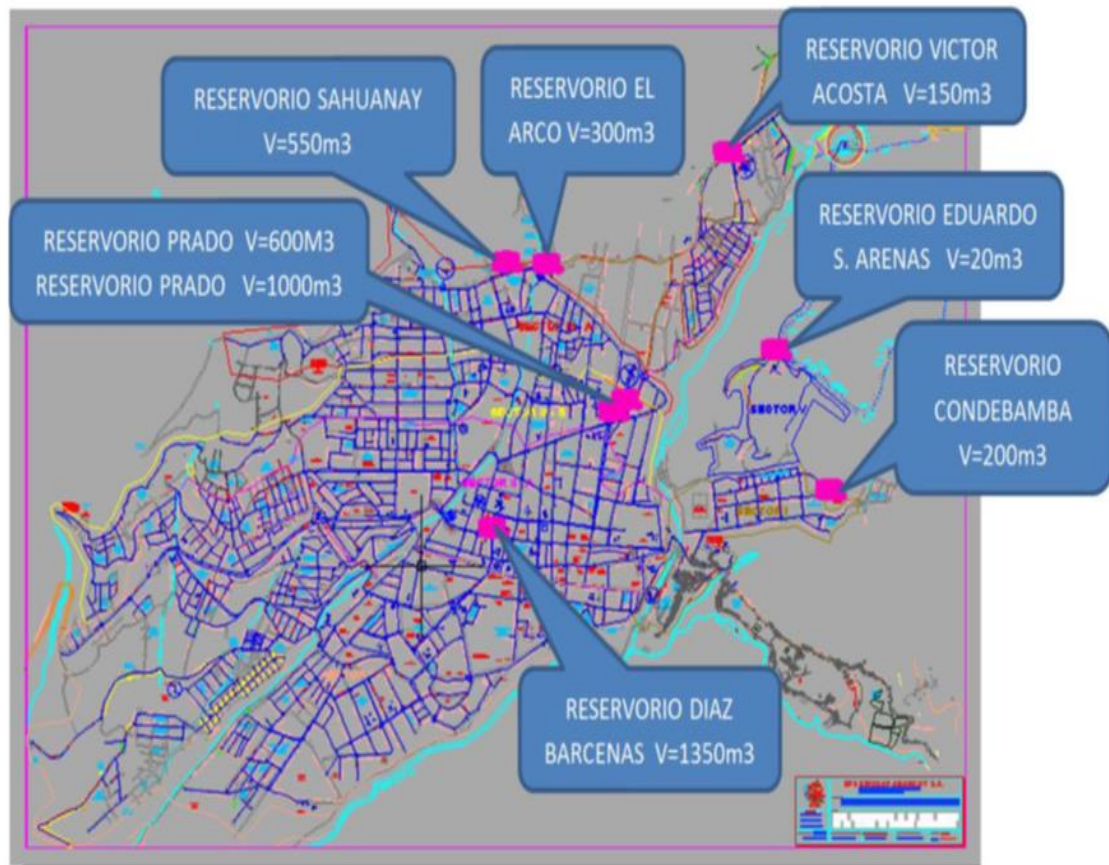
Figura 48. Toma de temperatura y pH de las muestras

2.3 Rontoccocha.



Figura 49. Toma de profundidad del lugar de muestreo

Anexo 3. Croquis del reservorio Prado. Agua de distribución. Zona centro, lugar de investigación. Distrito de Abancay. 2018



Fuente: EPS EMUSAP Abancay S.A.C, 2013

Anexo 4. Identificación de microorganismos de vida acuática por objetivos específicos: Agua de captación. Laguna Rontoccocha, Marcamarca y Chinchihaca para consumo humano. Distrito de Abancay. febrero – mayo 2018.

IDENTIFICACIÓN DE PROTOZOARIOS PATÓGENOS EN AGUA NO TRATADA DE CAPTACIÓN										
Febrero – mayo 2018										
Número Muestras (N° 24 TOTAL)	Toma de muestra (Repeticiones)			Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas)			Método Kinyoun / Ziehl Neelsen (Muestras con formol al 10%)			Determinación de factores involucrados en la contaminación del agua para consumo humano.
	R	M	CH	R	M	CH	R	M	CH	
08 muestras										
1	R ₁	M ₁	CH ₁	Algas: <i>Tobellaria flocculosa</i> , <i>Ulothrix</i> , Diatomeas	<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda)	Rizópodos, Tecamebas, <i>Netrium digitus</i>	Algas. <i>Tobellaria flocculosa</i> , algas <i>Ulothrix zonata</i> , diatomeas	<i>Asterococcus superbus</i> , (alga conyugada), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda) <i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado),	<i>Rizópodos</i> , <i>tecamebas sp</i> <i>Netrium digitus</i> , protozoários de vida libre	Iluviosa
2	R ₂	M ₂	CH ₂	Algas: Diatomea, Tecameba sp, <i>Colpidium colpoda</i> (Protozoo ciliado)	<i>Tetraedrom trigonum</i> (alga verde), <i>Philodina roséola</i> o Ehrenberg (Rotífero)	<i>Netrium digitus</i> , (alga conyugada), <i>Gloeocystis vesiculosa</i> (alga verde), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado)	Algas. <i>Tobellaria flocculosa</i> , algas <i>Ulothrix zonata</i> , <i>Diatomeas sp</i>	<i>Asterococcus superbus</i> , (alga conyugada), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda)	<i>Netrium digitus</i> , (alga conyugada) <i>gloeocystis vesiculosa</i> (alga verde), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado)	Iluviosa

3	R ₃	M ₃	CH ₃	Algas: Ciliados rotíferos Diatomeas <i>Ulothrix zonata</i> (alga parda), <i>Monhystera</i> <i>similis</i> (nematodo) <i>Cyclidium</i> <i>citrullus</i> (Protozoo ciliado)	Protozoo de libre, Rotíferos	<i>Netrium</i> <i>digitus</i> , (alga conjugada) <i>gloeocystis</i> <i>vesiculosa</i> (alga verde), <i>Epaexella</i> <i>mirabilis</i> (Protozoo ciliado)	Algas. <i>Tobelaria</i> <i>floculosa</i> , algas <i>Ulothrix</i> , diatomeas	Rotífero: <i>Philodina roséola</i> , <i>Tetraedron trigonum</i> (alga verde)	<i>Netrium</i> <i>digitus</i> , (alga conjugada) <i>gloeocystis</i> <i>vesiculosa</i> (alga verde), <i>Epaexella</i> <i>mirabilis</i> (Protozoo ciliado)	Iluviosa
4	R ₄	M ₄	CH ₄	Diatomeas, <i>Tobelaria</i> <i>floculosa</i> , <i>Netrium digitus</i> , <i>Nebela callaris</i> , <i>Chlorella</i> , Branquiopodo,	<i>Pinnularia</i> sp (Alga verde), <i>Frontania</i> <i>acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus</i> <i>superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis</i> sp (alga parda)	<i>Ulothrix zonata</i> (alga verde) <i>Phormidium</i> sp, (alga azul). <i>Epaexella</i> <i>mirabilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoo de vida libre	Algas. <i>Tobelaria</i> <i>floculosa</i> , algas <i>Ulothrix zonata</i> diatomeas	Protozoo ciliados, algas rotíferos, <i>Pinnularia</i> sp (Alga verde), <i>Frontania</i> <i>acumulata</i> (protozoo ciliado),	<i>Cylindrosystis</i> <i>zonata</i> (alga conjugada), <i>Ultrix zonata</i> (alga verde) <i>Phormidium</i> sp (alga azul) <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado),	Iluviosa
5	R ₅	M ₅	CH ₅	Diatomeas, <i>Tobelaria</i> <i>floculosa</i> , <i>Netrium digitus</i> , <i>Nebela callaris</i> , <i>Chlorella</i> , Branquiopodo,	<i>Pinnularia</i> sp (Alga verde), <i>Frontania</i> <i>acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus</i> <i>superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis</i> sp (alga parda)	<i>Ulothrix zonata</i> (alga verde), <i>Phormidium</i> sp (alga azul) <i>Epaexella</i> <i>mirabilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoos de vida libre	Algas, Nematodo, ciliados, tecameba, diatomeas, <i>Stentor</i> sp, <i>Volvox aureus</i> (alga verde)	Algas: Ciliados rotíferos Diatomeas <i>Ulothrix zonata</i> (alga verde), <i>Monhystera</i> <i>similis</i> (nematodo) <i>Cyclidium</i> <i>citrullus</i> (Protozoo ciliado)	<i>Ulothrix</i> <i>zonata</i> (alga verde) <i>Gloeocystis</i> <i>vesiculosa</i> , <i>Phormidium</i> spp (alga azul), <i>Epaexella mirabilis</i> (Protozoo ciliado),	estiaje
6	R ₆	M ₆	CH ₆	<i>Stentor</i>	<i>Tetraedrom</i> <i>trigonum</i> (alga verde),	<i>Ulothrix zonata</i> (alga verde),	Algas,	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium</i>	<i>Ulothrix</i> <i>zonata</i> (alga verde),	estiaje

					Phormidium sp (alga azul) <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), <i>Cylindrosystis</i> <i>zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	Ciliados, tecameba, diatomeas, <i>Stentor sp</i> , <i>Volvox aureus</i> (alga verde), <i>Monhystera similis</i> (nematodo)	<i>Phormidium sp</i> (alga azul), <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoos de vida libre	<i>Philodina roséola</i> Ehrenberg (Rhotífero)				<i>Phormidium sp</i> (alga azul), <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoos de vida libre, <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	<i>stenforinum</i> conjugada), <i>Cylindrosystis</i> <i>zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	<i>Phormidium sp</i> (alga azul) <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), <i>Cylindrosystis</i> <i>zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> , <i>Stentor</i> (Protozoo ciliado)	
7	R ₇	M ₇	CH ₇	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo)	<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Tetraedrom trigonum</i> (alga verde),	Algas, Ciliados, tecameba, diatomeas, <i>Stentor sp</i> , <i>Volvox aureus</i> (alga verde), <i>Monhystera similis</i> (nematodo)	<i>Ulothrix zonata</i> (alga verde), <i>Phormidium sp</i> (alga azul) <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoos de vida libre	<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda), <i>Philodina roséola</i> Ehrenberg (Rhotífero)			Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo)	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	estiaje
8	R ₈	M ₈	CH ₈	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo)	<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda), <i>Philodina roséola</i> Ehrenberg (Rhotífero)	Algas, Ciliados, tecameba, diatomeas, <i>Stentor sp</i> , <i>Volvox aureus</i> (alga verde), <i>Monhystera similis</i> (nematodo)	<i>Ulothrix zonata</i> (alga verde), <i>Phormidium sp</i> (alga azul) <i>Epaexella miravilis</i> (Protozoo ciliado), otros protozoos de vida libre. <i>Cylindrosystis crassa</i> (alga conyugada)	<i>Pinnularia sp</i> (Alga verde), <i>Frontania acumulata</i> (protozoo ciliado), <i>Asterococcus superbus</i> (alga verde), <i>Centropyxis sp</i> (alga parda), <i>Philodina roséola</i> Ehrenberg (Rhotífero)			Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo)	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	Protozoarios ciliados de vida libre, <i>Chloranquium stenforinum</i> (alga conyugada), <i>Cylindrosystis zonata</i> , <i>Tecameba sp</i> <i>Alonella exigua</i> (Branquípodo).	estiaje

Identificación de microorganismos de vida acuática por objetivos específicos: Agua de distribución para consumo humano. Distrito de Abancay. febrero – mayo 2018.

08 muestras por lugar de Distribución (N° 16 TOTAL)		IDENTIFICACIÓN DE PROTOZOARIOS PATÓGENOS EN AGUA TRATADA DE DISTRIBUCIÓN: FEBRERO – MAYO 2018				Muestro de hortalizas (Lechugas y espinaca) De expendio en mercados en mesa y piso (factor social)		Determinación de factor ambiental involucrados en la contaminación del agua para consumo humano
		Toma de muestra (Repeticiones, Colegios primarios –secundarios y Unidades Familiares)	Centrifugación - Flotación con NaCl (Muestras frescas y refrigeradas)	Método Kinyoun (Muestras con formol al 10%)	Análisis de hortalizas de consumo crudo (Opcional) Mercados: Las Américas, Progreso y Central			
	Muestra M1	Muestra M2	CO	UF	CO	UF	Época	
1	CO1	UF1	Algas Diatomeas, Clorofitas	Algas Diatomeas, Clorofitas	Algas Diatomeas, Clorofitas	Algas Diatomeas, Clorofitas	lluviosa	
2	CO2	UF2	Algas verdes	Protozoarios ciliados Gastrótricos	Nematodos de plantas	Algas Crysophyceas	lluviosa	
3	CO3	UF3	Rotíferos, Crysophyceas	Algas Crysophyceas	Algas Crysophyceas	Algas Crysophyceas	lluviosa	
4	CO4	UF4	Larvas de nematodos de agua dulce	Nematodos/ anélidos	Protozoarios ciliados Gastrótricos	Diatomeas	lluviosa	
5	CO5	UF5	Protozoarios de peces	Rotíferos, Crysophyceas	Rotíferos, Crysophyceas	Rotíferos, Crysophyceas	estiaje	
6	CO6	UF6	Algas verdes, diatomeas	Nematodos de animales	Algas verdes	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	estiaje	
7	CO7	UF7	Diatomeas	Algas verdes diatomeas	Protozoarios ciliados	Diatomeas	estiaje	
8	CO8	UF8	Protozoarios ciliados	Rotíferos, Crysophyceas	Algas Crysophyceas	Diatomeas	estiaje	

Fuente: tabla 35, creación propia de la investigadora: CO= Colegios ; UF= Unidades Familiares

Anexo 5. Parámetros microbiológicos y parasitológicos, como indicadores de calidad del agua.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como Algas, protozoarios, copépodos, Rotíferos, nemátodos en todos sus Estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml








Fuente: Digesa 2011. MINSA.

Anexo 6. Población total de la provincia de Apurímac. ASIS 2017.

Provincia	Total	Urbano	Rural	Superficie	Densidad Poblacional
Apurímac	405 759	185 964	219 795	20 896	19.42
Abancay	110 520	79 657	30 863	3 447	32.06
Andahuaylas	142 477	69 220	73 257	3 987	35.74
Antabamba	11 310	-	11 310	3 219	3.51
Aymaraes	24 307	4 297	20 010	4 213	5.77
Cotabambas	50 656	15 853	34 803	2 613	19.39
Chincheros	45 247	13 832	31 415	1 242	36.42
Grao	21 242	3 105	18 137	2 175	9.77

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI – Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Anexo 7. Metodología para análisis de agua de consumo humano. Digesa- 2017.



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”


Lima, 27 MAR. 2017

OFICIO N° 110 -2017-DG/DIGESA

**MV.
SEBASTIANA VIRGINIA BERNILLA DE LA CRUZ**
Av. Santa María Reina 454 – Mz 52 – Lote 14 Urb. San Diego.
Los Olivos

Asunto : Metodología para análisis de agua de consumo humano

Referencia : Carta N° 002-2017-SVBDLC
Expediente N° 8397-2017-DV



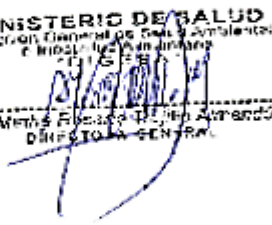
I. LOAYZA De mi consideración:

Me dirijo a usted para saludarla cordialmente y a la vez dar respuesta al documento en referencia, a través del cual solicita apoyo con metodología para análisis de agua de consumo humano.


En tal sentido, remito el Informe N° C0° 22-2017-LAB/DIGESA con la metodología solicita.

Es propicia la oportunidad, para expresarle los sentimientos de mi especial deferencia.

Atentamente,



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
DIGESA
Mg. María Virginia Bernilla de la Cruz
DIRECTORA GENERAL



I. LOAYZA

www.digesa.gob.pe
www.digesa.org.pe

Calle Las Amécolas N° 850
URB. SAN DIEGO, LIMA - LIMA 14, PERÚ
Central Telefónica (511) 621-2294

Anexo 8. Credencial de permiso para muestreo. EMUSAP S.A.C. 2018



EPS. EMUSAP ABANCAY S.A.C.

Empresa Municipal de Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Abancay

CREDECIAL

LA GERENCIA GENERAL DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE ABANCAY SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - EPS EMUSAP ABANCAY S.A.C.

ACREDITA A :

**BERNILLA DE LA CRUZ, SEBASTIANA Y
GRUPO DE INVESTIGADORES DE PROYECTO.**

DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC Y DE LA INSTITUCION MONITORA DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION DENOMINADO "EVALUACIÓN DE PROTOZOARIOS PATOGENOS EN AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE ABANCAY"; CONFORME OBRA EN ARCHIVO DOCUMENTOS DEL CITADO PROYECTO.

LA PRESENTE ACREDITACION SE OTORGA POR SER DE INTERES DE LA EPS EMUSAP ABANCAY S.A.C., EL TEMA DE INVESTIGACION QUE INVOLUCRA AL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE ABANCAY.

ABANCAY, 20 DE FEBRERO DE 2018.

Anexo 9. Resultados de análisis Laboratorio Inter Labs. 2018



INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0254

Orden de Trabajo	: OT-CCM1801-0254
Ciente	: Sebastiana Virginia Bernita De La Cruz
Domicilio Legal	: Abancay
Lugar de muestreo	: Colegios Primario y secundario
Fecha de muestreo	: Febrero - Mayo 2018
Servicio Solicitado	: Ensayo Parasitológico
Producto Declarado	: AGUA DE RESERVOIRIO PRADO 2
Número de Muestras	: 8
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio, 10 de Febrero del 2018
Condición de las muestras	: Buen estado, Conservada con Formol 10%
Fecha de inicio de Ensayos	: 15 de Febrero del 2018
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Junio del 2018

MUESTRA: AGUA DE DISTRIBUCIÓN
INSTITUCIONES EDUCATIVAS- ABANCAY

DETERMINACIONES		MÉTODOS DE ENSAYO	
Detección de Protozoos parásitos		Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación. CEPIS. 1983	
N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	CO 1	Ausencia	Presencia de flagelados y algas
2	CO 2	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, euglenofitas, rotíferos, algas, amebas tecadas y larvas de nematodos
3	CO 3	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, algas, ostracodas, larvas de nematodos
4	CO 4	Ausencia	Presencia de ciliados, de peces, algas, larvas de nematodos
5	CO 5	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, algas, larvas de nematodos de vida libre
6	CO 6	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, algas, ostracodas, diatomeas.
7	CO 7	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, algas, amebas tecadas, larvas de nematodos de vida libre
8	CO 8	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, algas, amebas tecadas, larvas de nematodos de vida libre, diatomeas.

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
C.B.P 3741
Jefe de Laboratorio
Internacional Laboratorios S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018.

Los ensayos se han realizado bajo supervisión de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad es su foto de un scanner electrónico es idéntica con la impreso con el original. Este que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Calle C. No. C.LA 1 - Coop. Virgen de Guadalupe - Los Olivos

PLM-004
Versión: 00
F.E.: Setiembre 2017

INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0255

Orden de Trabajo	: OT-CCM1801-0255
Cliente	: Sebastián Virginia Bernita de la Cruz
Domicilio Legal	: Abancay
Lugar de muestreo	: Domicilio
Fecha de muestreo	: Febrero - Mayo 2018
Servicio Solicitado	: Ensayo Parasitológico
Producto Declarado	: AGUA DE RESERVOIRO PRADO 2
Número de Muestras	: 8
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 10 de Febrero del 2018
Condición de las muestras	: Buen estado, Conservada con Formol 10%.
Fecha de inicio de Ensayos	: 15 de Febrero del 2018
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Junio del 2018

MUESTRA: AGUA DE DISTRIBUCIÓN
UNIDADES FAMILIARES

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Detección de Protozoos parásitos	Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación. CEPIS. 1983

N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	DO 1	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas, larvas de nematodos.
2	DO 2	Ausencia	Presencia de rotíferos y algas diatomeas, fitonematodos
3	DO 3	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas azules.
4	DO 4	Ausencia	Presencia de protozoarios ciliados, gastrotricos, algas
5	DO 5	Ausencia	Presencia de flagelados, rotíferos, algas, larvas de nematodos de agua.
6	DO 6	Cyctospora sp.	Presencia de rotíferos amebas lechadas y algas diversas, diatomeas, huevos de animales.
7	DO 7	Ausencia	Presencia de flagelados, amebas lechadas, ciliados, rotíferos, algas.
8	DO 8	Ausencia	Presencia de rotíferos amebas lechadas, algas.

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
C.B.P 3741
Jefe de Laboratorio
Internacional Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018.
Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0251

Orden de Trabajo	: OT-CCM1801-0251
Cliente	: Sebastiana Virginia Bernita De La Cruz
Domicilio Legal	: Abancay
Lugar de muestreo	: Laguna Chinchichaca
Fecha de muestreo	: Enero - Mayo 2018
Servicio Solicitado	: Ensayo Parasitológico
Producto Declarado	: AGUA SUBTERRÁNEA
Número de Muestras	: 8
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 18 de Febrero del 2018
Condición de las muestras	: Buen estado, Conservada con Formol 10%
Fecha de inicio de Ensayos	: 15 de Febrero del 2018
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Junio del 2018

MUESTRA: AGUA DE CAPTACION

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Detección de Protozoos parásitos	Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación. CEPIS. 1983

N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	CH1	Ausencia	Presencia de flagelados, rotíferos, algas, y amebas tecadas
2	CH2	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas y amebas tecadas
3	CH3	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados y algas
4	CH4	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas, y amebas tecadas
5	CH5	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas, fitonematodos y amebas tecadas
6	CH6	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas y amebas tecadas
7	CH7	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas, fitonematodos y amebas tecadas
8	CH8	Ausencia	Presencia de flagelados, ciliados, rotíferos, algas.

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
C.B.P 3741
Jefe de Laboratorio
International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018.
Página 106 1

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplo electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Calle C. Mz. C.L. 1 - Coop. Virgen de Guadalupe - Los Olivos

FLM-004
Versión: 00
F.E.: Setiembre 2017



INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0252

Orden de Trabajo	: OT-CCM1801-0252
Cliente	: Sebastiana Virginia Bernilla De La Cruz
Domicilio Legal	: Abancay
Lugar de muestreo	: Marcamarca
Fecha de muestreo	: Febrero – Mayo 2018
Servicio Solicitado	: Ensayo Parasitológico
Producto Declarado	: AGUA SUBTERRANEA
Número de Muestras	: 8
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 10 de Febrero del 2018
Condición de las muestras	: Buen estado, Conservada
con Formol 10% Fecha de inicio de Ensayos	: 15 de Febrero del 2018
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Junio del 2018

MUESTRA: DE AGUA DE CAPTACIÓN

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Detección de Protozoos parásitos	Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación CEPIS. 1983

N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	M 1	Ausencia	Presencia de algas verdes, pardas, rotíferos y flagelados, ciliados
2	M 2	Ausencia	Nematodos de vida libre, algas verdes, pardas huevos de nematodos de vida libre, amebas tecadas, ciliados, rotíferos
3	M 3	Ausencia	Presencia de algas pardas, verdes y flagelados, rotíferos, ciliados
4	M 4	Ausencia	Presencia de algas verdes, pardas y flagelados, ciliados, rotíferos
5	M 5	Ausencia	Nematodos de vida libre, huevos de nematodos de vida libre, algas verdes, pardas, amebas tecadas, ciliados, rotíferos
6	M 6	Ausencia	Presencia de algas verdes y flagelados
7	M 7	Ausencia	Nematodos de vida libre, huevos de nematodos de vida libre, amebas tecadas, algas verdes, ciliados
8	M 8	Ausencia	Nematodos de vida libre, algas verdes, huevos de nematodos de vida libre, amebas tecadas, ciliados

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
C.B.P 3741
Jefe de
Laboratorio
International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018.

Página 1 de 1

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el



INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0253

Orden de Trabajo	: OT-CCM1801-0253
Cliente	: Sebastiana Virginia Bernilla De La Cruz
Domicilio Legal	: Abancay
Lugar de muestreo	: Laguna Rontococha
Fecha de muestreo	: Febrero – Mayo 2018
Servicio Solicitado	: Ensayo Parasitológico
Producto Declarado	: AGUA SUPERFICIAL
Número de Muestras	: 9
Identificación / marca	: Proporcionada por el solicitante
Presentación / Cantidad	: Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio. 10 de Febrero del 2018
Condición de las muestras	: Buen estado, Conservada con Formol 10%
Fecha de inicio de Ensayos	: 15 de Febrero del 2018
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Junio del 2018

MUESTRA: AGUA DE CAPTACIÓN

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Detección de Protozoos parásitos	Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación. CEPIS. 1983

N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	R 1	Ausencia	Presencia de algas, verdes, conyugadas, pardas, azules, diatomeas, ciliados y flagelados, rotíferos, rizópodos.
2	R 2	Ausencia	Diatomeas, amebas tecadas, ciliados, ciliados de peces, algas pardas, verdes, azules, conyugadas, rotíferos, rizópodos.
3	R 3	Ausencia	Presencia de algas, azules, pardas, verdes, conyugadas, diatomeas, ciliados y flagelados, ciliados de peces, rotíferos, rizópodos.
4	R 4	Ausencia	Presencia de algas azules, pardas, verdes, conyugadas, diatomeas y flagelados, ciliados, ciliados de peces, rotíferos, rizópodos, braquiópodos
5	R 5	Ausencia	Presencia de algas, pardas, azules, verdes, conyugadas, diatomeas y flagelados, ciliados, rotíferos, rizópodos, braquiópodos.
6	R 6	Ausencia	Presencia de algas, pardas, azules, conyugadas, diatomeas y flagelados, ciliados, ciliados de peces, rotíferos, braquiópodos.
7	R 7	Ausencia	Nematodos de vida libre, diatomeas, amebas tecadas, ciliados, algas pardas, azules, verdes, conyugadas, rotíferos, rizópodos, braquiópodos.
8	R 8	Ausencia	Huevos de nematodos de vida libre, amebas tecadas, ciliados, ciliados de peces, diatomeas, algas pardas, azules, verdes, conyugadas, rotíferos, rizópodos, braquiópodos.
9	R 9	Ausencia	Huevos de nematodos de vida libre, amebas tecadas, ciliados, ciliados de peces, diatomeas, algas pardas, azules, verdes, conyugadas, rotíferos, rizópodos, braquiópodos.

Observaciones. Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
C.B.P 3741
Jefe de
Laboratorio
International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018
página 1 de 1

FLM-004 Versión: 00 F.E.: 8setiembre 2017

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el



INFORME DE ENSAYO N° OT-CCM1801-0256

Orden de Trabajo : OT-CCM1801-0256
 Cliente : Sebastiana Virginia Bernilla De La Cruz
 Domicilio Legal : Abancay
 Lugar de muestreo : Mercados
 Fecha de muestreo : Mayo - Junio 2018
 Servicio Solicitado : Ensayo Parasitológico
 Producto Declarado : AGUA DE LAVADO DE VERDURAS
 Número de Muestras : 07
 Identificación / marca : Proporcionada por el solicitante
 Presentación / Cantidad : Frasco de vidrio / 250 mL. Aprox.
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio. 06 de Junio del 2018
 Condición de las muestras : Buen estado, Conservada con Formol 10%
 Fecha de inicio de Ensayos : 07 de Junio del 2018
 Fecha de término de Ensayos : 05 de Julio del 2018

MUESTRA: LECHUGA Y ESPINACA

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Detección de Protozoos parásitos	Métodos simplificados de análisis Microbiológicos de aguas residuales. Técnica de Concentración por Centrifugación. CEPIS. 1983

N°	MUESTRAS	RESULTADOS	OTRAS OBSERVACIONES
1	Mercado América Mesa (AM)	<i>Entamoeba coli</i>	---
2	Mercado América Piso (AP)	Quiste de <i>Giardia lamblia</i> , <i>E. coli</i>	---
3	Mercado Central Mesa (CM)	<i>E. coli</i>	Rotíferos
4	Mercado Central Piso (CP)	<i>Cyclospora cayetanensis</i> .	Cianobacterias, diatomeas, larvas de nemátodos
5	Mercado Progreso Mesa (PM)	<i>Cyclospora cayetanensis</i> .	Cianobacterias, amebas con teca
6	Feria Mesa (FM)	Quiste de <i>G. lamblia</i>	---
7	Feria Piso (FP)	Huevo de <i>Ascaris lumbricoides</i>	---

Observaciones
Ninguna.

César Augusto Aquino Carín
 C.B.P 3741
 Jefe de Laboratorio
 International Laboratories S.A.C.

Emitido en Lima, el 29 de Junio del 2018
 Página 1 de 1

FLM-004 Versión: 00 F.E.: Setiembre 2017

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto su originalidad si se trata de un ejemplar electrónico se establece con la comparación con el original físico que posee International Laboratories S.A.C. y que posee el sello institucional.

Anexo 10. Validación del instrumento.

Nombre del Instrumento. Encuesta a usuarios de Unidades Familiares del distrito de Abancay - Apurímac, 2018.

Objetivo. Determinar cuáles son los factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.

Dirigido a. Usuarios de Unidades Familiares del distrito de Abancay.

Apellidos y nombres del evaluador. Ramos Delgado Daphne Doris

Grado académico del evaluador. Doctor

Valoración.

Muy alto	Alto	Medio	Muy bajo	Bajo
X				


DAPHNE RAMOS DELGADO
Firma del Evaluador
DNI 07607293



10.1 Validación del Instrumento.

Nombre del instrumento. Encuesta a estudiantes de Colegios Primarios y Secundarios del distrito de Abancay - Apurímac, 2018.

Objetivo. Determinar cuáles son los factores involucrados en la presencia de protozoarios patógenos en el agua de consumo humano del distrito de Abancay.

Dirigido a. Estudiantes de colegios primarios y secundarios del distrito de Abancay.

Apellidos y nombres del evaluador: Ramos Delgado Daphne Doris

Grado académico del evaluador: Doctor

Valoración.

Muy alto	Alto	Medio	Muy bajo	Bajo
X				


Firma del evaluador
DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Encuesta a estudiantes de colegios primarios y secundarios del distrito de Abancay-
Apurimac, 2018.

Encuesta N° _____

I. COLEGIO PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

1. Datos del colegio encuestado.

a) Nombre del colegio:
.....

2. Dirección del colegio encuestado.

Av/ Calle/Jr/.....

3. Nivel de educación.

Primario

Secundario

Primario y secundario

Otro

4. Tipo de colegio

Nacional

Nacional religioso

Particular

Otros

5. Abastecimiento del agua.

Cuenta con tanque o reservorio



Daphne Ramos Delgado
DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293

Directo de red de distribución

6. Almacenamiento del agua

Bidones

Cilindros

Tachos

Otros

7. Frecuencia de abastecimiento de agua

24 horas

12 horas/día

6 horas/día

8. Características organolépticas

a) Color:

Excelente

Bueno

Malo

b) Olor:

Excelente

Bueno

Malo

c) Sabor

Excelente

Bueno

Malo

DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293

II. Datos del estudiante encuestado

a) Nombre del encuestado

.....

b) Nivel:

Primario

Secundario

c) Grado

1ero

2do

3ero

4to

5to

6to

d) Edad (años)

6-7

8-9

10-11

12-13

14 a mas

III. Hábitos de consumo de agua de niños de Educación primaria y secundaria de 06 -14 a más años de edad.

Cuál es la principal forma de consumo de agua en el colegio.

Hervida

Envasada

Directa de caño

Hervida + envasada

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCO
SALUD
PÚBLICA Y
AMBIENTE
DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Encuesta a usuarios de unidades familiares del distrito de Abancay- Apurimac, 2018.

Encuesta N° _____

I. Unidad familiar

1. Datos de la unidad familiar enuestada.

a) Nombre del propietario de la vivienda:

.....

b) Número de personas que habitan en al vivienda:

.....

2. Dirección de la vivienda encuestada

Av/ Calle/Jr/.....

3. Tipo de vivienda.

Multifamiliar

Unifamiliar

Restaurante

Otros

4. Tipo de construcción.

Material noble

Otros

5. Abastecimiento de agua

Cuenta con tanque o reservorio

Directo de la red de distribución

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN
SALVADOR
PÚBLICA
AMBIENTAL
DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293
INSTITUTO DE MEDIO AMBIENTE

Otro tipo de conexión

6. Almacenamiento de agua

Bidones

Cilindros

Tachos

Otros

7. Frecuencia de abastecimiento de agua

24 horas

12 horas/día

6 horas/día

8. Características organolépticas

a) Color:

Excelente

Bueno

Malo

b) Olor:

Excelente

Bueno

Malo

c) Sabor

Excelente

Bueno

Malo

II. HÁBITOS DE CONSUMO DE AGUA DE AGUA ADULTOS 35 -70 AÑOS DE EDAD

a)Cuál es la principal forma de consumir agua en casa

Hervida

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO DE DIAGNÓSTICO Y REFERENCIA EPIDEMIOLÓGICA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y SALUD AMBIENTAL
DAPHNE RAMOS DELGADO
DNI 07607293

Envasada

Directa de caño

Hervida + envasada

Hervida + envasada + caño

b) Edad (en años) de los responsables de las unidades familiares

35 40 50

60 70 a mas

III. SANEAMIENTO E HIGIENE DE TANQUES Y/O RESERVORIOS DE AGUA

a) Frecuencia de limpieza de tanques de almacenamiento de agua

1 vez/año 2 veces/año

De vez en cuando Nunca

b) Tipo de tanque o reservorio

Cemento Fibrocemento (Eternit) Polietileno (Rotoplas)

Otros

[Firma]
E. RAMOS DELGADO
07607293