

Blanco, Camila Mariel

Evaluación de Agua en zona rural y céntrica en la Localidad de Berazategui

2022

Instituto: Ciencias de la Salud

Carrera: Bioquímica



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Blanco, C. M. (2022) *Evaluación de Agua en zona rural y céntrica en la Localidad de Berazategui* [tesis de grado Universidad Nacional Arturo Jauretche]

Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unaj-repositorio-institucional-digital-unaj>

Trabajo Final de la carrera de Bioquímica.

Evaluación de Agua en zona rural y céntrica en el Partido de Berazategui.



Alumna: Blanco, Camila Mariel.

Directora: Dra. Villagra, Andrea Patricia Magdalena (Bioquímica), Titular de la Cátedra de Bioquímica Clínica II y Profesor Asociado de Microbiología Clínica para la Carrera de Bioquímica, ICS, UNAJ. Coordinadora del Área de Preanalítica y Postanalítica - Responsable de la Calidad en el Servicio de Laboratorio del Hospital de Alta Complejidad El Cruce - Dr. Néstor C. Kirchner (HEC).

Legajo N°: 12.254.

Lugares de trabajo: Laboratorio de Parasitología, Hospital de Alta Complejidad El Cruce – Dr. Néstor Kirchner (HEC); Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón”; Laboratorio LB2, Edificio Dessy, ICS, UNAJ.

Fecha de entrega: 18 de marzo de 2022.



ÍNDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	6
RESUMEN.....	7
MARCO TEÓRICO	8
❖ Características físico- químicas.....	10
❖ Especificaciones Microbiológicas	11
1- Físico – Químico	11
1.1- Medición por Electrodo s	11
1.1.1. pH.....	13
1.1.2. Conductividad.....	14
1.1.3. Fluoruro	15
1.2- Titulación.....	16
1.2.1- Alcalinidad	16
1.2.2 - Dureza	17
1.2.3 - Cloruros.....	18
1.3- Determinaciones Cualitativas.....	19



1.3.1-Nitritos.....	19
1.3.2- Amonio.....	19
1.4-Métodos Fotométricos/Espectrofotométrico.....	19
1.4.1- Nitrato	19
1.4.2- Sulfatos.....	20
1.5- Determinaciones Calculadas	20
1.5.1- SO_4Na_2	20
1.5.2- Sumatoria de Aniones	20
1.5.3- Sólidos Disueltos.....	20
1.5.4- Cierre de Agua	20
2- Parasitológico	20
2.1- Técnica de Concentración o Enriquecimiento.....	21
2.1.1- Sedimentación	21
2.1.1.1-Espontánea	22
2.1.1.1.1-Método de sedimentación sencilla:	22
2.1.1.1.2- Método de sedimentación simple de Lumbreras.....	22
2.1.1.1.3- Método de Baermann – Moraes.....	22
2.1.1.2- Por centrifugación	22



2.1.1.2.1-Método de Charles – Batherlemy.....	22
2.1.1.2.2- Método de formol - éter o Ritchie.....	22
2.1.1.2.3- Método de Acetato de Etilo.....	22
2.1.2- Fresco.....	22
2.1.3- Flotación.....	23
2.1.3.1 -Método de Faust o de Sulfato de Zinc 33%.....	23
2.1.3.2- Método de Willis Malloy o de solución saturada de cloruro de sodio..	23
2.1.3.3- Método de Sucralosa de Sheather.....	23
2.1.4- Tinción de Kinyoun.....	23
3- Bacteriológico.....	24
a.1- Método del Número más Probable (NMP).....	25
IMPORTANCIA DEL TEMA.....	26
❖ Importancia Regional.....	26
❖ Justificación Práctica.....	27
OBJETIVOS.....	28
❖ Generales:.....	28
❖ Específicos:.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28



1- Recolección de las Muestras.....	28
2- Físico – Químico	29
2.1- Medición por Electroodos	30
2.1.1 -pH.....	30
2.1.2 –Conductividad.....	30
2.1.3- Fluoruro	31
2.2- Titulación	31
2.2.1- Alcalinidad	31
2.2.2- Dureza	31
2.2.2 - Cloruros	32
2.3- Determinaciones Cualitativa	33
2.3.1- Nitritos	33
2.3.2- Amonio	33
2.4- Métodos Fotométricos y espectrofométricos.....	34
2.4.1- Sulfatos	34
2.4.2.- Nitratos.....	34
2.5- Determinaciones Calculadas.....	35
2.5.1- SO ₄ Na ₂	35



2.5.2- Sumatoria de Aniones	35
2.5.3- Sólidos Disueltos	35
2.5.4- Cierre de Agua	35
3- Parasitológico	35
3.1- Centrifugación y Concentración.....	35
3.2- Fresco	35
3.3- Flotación	36
3.4- Tinción de Kinyoun	36
4- Bacteriológico.....	37
4.1- Preparación de Medio de Cultivo.....	37
4.2- Siembra	37
4.3- Control de Medio y Desarrollo.....	39
RESULTADOS	39
DISCUSIÓN.....	49
CONCLUSIÓN	50



AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer el apoyo incondicional de mi familia a lo largo de estos años, en especial a mi Sra. madre por exigirme y forjarme como la persona que soy en la actualidad, a quien le debo cada uno de mis logros.

Quiero manifestar mi plena gratitud con la Dra. Andrea Villagra, por haberme hecho sentir protegida y acompañada durante el desarrollo del Trabajo Final desde el inicio.

Agradecer a la Dra. Stella Loudet, Jefa de Laboratorio del Hospital de Alta Complejidad El Cruce, al Lic. en Qca. Daniel Alejandro Asens a cargo del Departamento de Análisis Físicoquímicos y Determinaciones Especiales del Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón” y al Lic. en Qca. Daniel Ledesma, Asistente Técnico del Laboratorio de Bioquímica – ICS de la Universidad Nacional Arturo Jauretche por la buena predisposición al proporcionarme los materiales y espacios necesarios para el desarrollo del presente.

Al Dr. Darío Godoy, por facilitarme las cepas control y evacuar dudas en plena mesada de trabajo.

A mi Universidad, por permitirme desarrollar como profesional en lo que tanto me apasiona y a cada profesor que fue parte de mi formación. Gracias por las ganas de transmitir sus conocimientos, por su paciencia y por despejar mis ideas cuando la cara de pánico me dejaba en evidencia.

A mis amigas, por sacarme de mis “crisis existenciales” con la delicadeza que las caracteriza.

A mis jefes y encargado, quienes apostaron siempre a mi crecimiento personal, autorizándome horarios de cursada, días de estudio cada vez que necesité y quienes son merecedores de un pedacito de mi título.

Y, por último, pero no menos importante, a mi querido Ejército, que me permitió conocer personas maravillosas que siempre estuvieron ahí con una palabra de apoyo, una taza de café o bien, un empujón cada vez que la situación ameritaba.



RESUMEN

Introducción: Cualquiera que haya probado el agua de Berazategui seguramente notó la diferencia de sabor al de otros partidos. Esto se debe a que el agua de Berazategui no proviene de la planta potabilizadora de la localidad de Bernal sino de un recurso hídrico, llamado acuífero Puelche (Poloto, 2007)¹. La gran mayoría de los problemas de salud relacionados con el agua se deben a la contaminación por microorganismos patógenos por filtración subterránea de aguas servidas, hecho que se evidenció en 2016, con un brote de más de 400 casos de gastroenterocolitis causados por *Shigella spp* (Solito, 2016)².

Objetivos: Evaluar la calidad del agua en zona rural y céntrica del Partido de Berazategui.

Métodos: Se tomaron muestras de agua provenientes de 20 vecinos del partido de Berazategui de las cuales 10, son inherentes a la región aledaña al Parque Pereyra Iraola, Gutiérrez y las 10 muestras restantes fueron provistas por los vecinos del Barrio “Los Troncos” – Berazategui. A partir de las mismas se procedió a la realización del análisis fisicoquímico, llevados a cabo en el Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón” ubicado en la ciudad de La Plata, se realizó el cultivo en E. C Medio de Britania para el análisis bacteriológico de coliformes y, por último, se realizó el análisis parasitológico en las instalaciones del “Hospital de Alta Complejidad El Cruce- Dr. Néstor Kirchner”. Mediante método de concentración, se procedió a la observación en fresco de las muestras, se realizó método de flotación para la recuperación de huevos de helmintos y quistes de protozoarios y se concluyó con la tinción de Kinyoun para el diagnóstico de coccidios y microspordios intestinales.

Resultados: Las determinaciones de los analitos dieron en los rangos permitidos según el Artículo 982 del Código Alimentario Argentino. Con respecto al análisis parasitológico, se encontró una prevalencia general del 5 % de los siguientes microorganismos en el fresco: *Euglena*, *Tetrahymena*, y *Paramecium*. Mientras que por método de flotación no se observaron parásitos. Por último, hubo una sola muestra positiva que por Tinción de Kinyoun pudo observarse *Cryptosporidium spp*.

Conclusión: Estos resultados indican cierta necesidad de mantenimiento de los tanques

domiciliarios mientras que no se observaron particularidades inherentes en sí, al agua de consumo.

MARCO TEÓRICO.

La Tierra está compuesta en su gran mayoría por agua, siendo el 97,2% salada y el 2,8% agua dulce. Esta última, a su vez, puede estar inmobilizada en casquetes polares y glaciares (2,15%), puede formar ríos, lagos y pantanos (0,03%) o bien, circular como agua subterránea (0,62%). Cabe aclarar, que la mitad de los ríos y lagos del mundo están seriamente contaminados, y esto afecta mayormente a hogares de pocos recursos que no tienen acceso a red de distribución de agua y red cloacal causando elevadas cifras de morbi-mortalidad por diarreas en los niños (50casos/1000hab/año).

Si bien el agua subterránea representa un pequeño porcentaje del agua total, esta abastece a más de 2.000 millones de personas en el mundo.

Ésta se encuentra en lo que se denomina “acuíferos”, los cuales están formados por roca y reciben, alojan y transmiten agua subterránea contenida con facilidad y pueden clasificarse de la siguiente manera: **(Figura 1)**.

- Acuífero freático: (o capa libre) está limitado solamente en su “base” por una capa relativamente impermeable, actuando sobre la superficie del agua la presión atmosférica.
- Acuífero confinado: aislado en su “techo” y “base” por estratos impermeables, donde no actúa la presión atmosférica (**no recargable**).

• Acuífero semiconfinado:

limitado en su “techo” y/o “base” por estratos semipermeables, permiten el paso del agua (recargables).

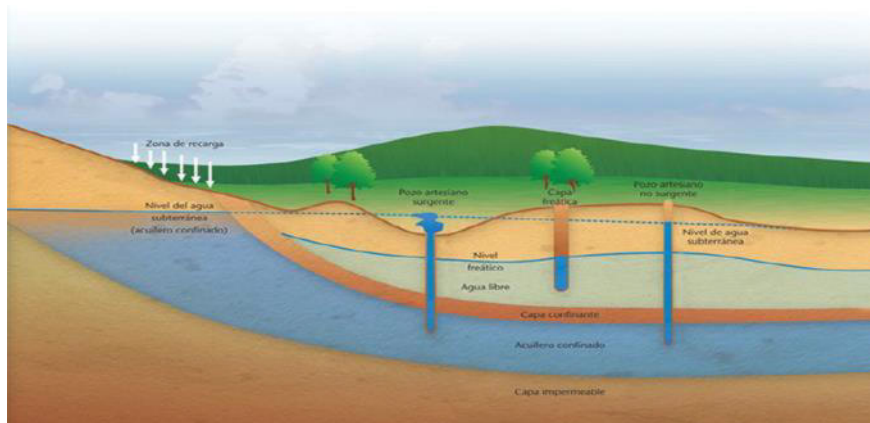


Figura 1: Ilustración de acuíferos (López , 2019)³



Particularmente en Argentina, se cuenta con:

- Capa freática: No potable por contaminación fecal.
- Acuífero Pampeano: Puede llegar a los 100 mts de profundidad y estar contaminado microbiológica y químicamente.
- Acuífero Puelche (llanura pampeana, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos): Es un acuífero semiconfinado, recargable, que se encuentra entre los 20 – 90 mts de profundidad, y se estima que contiene 40 km³ de agua, su potabilidad depende del contenido salino.
- Acuífero Paraná: Se encuentra entre los 70 -160 mts de profundidad y se caracteriza por tener alto contenido salino, por lo que no se lo considera potable.
- Acuífero Guaraní: Presenta más de 1 millón de km² de extensión, se encuentra hasta 2000 mts de profundidad y puede presentar temperaturas hasta los 65° C, las cuales, se consideran termales. Se estima que contiene 37.000 km³ de agua de los que se extraen hasta 80 km³/año. Es el tercer acuífero en importancia del mundo y se extiende por otros países como Brasil, Paraguay y Uruguay³.

Aproximadamente, 1/3 del agua dulce es utilizada por el hombre y, dependiendo del uso es la calidad del agua requerida. No se necesita la misma calidad para aquella que es aprovechada para la navegación, así como para el agua de consumo. (ICB, S. L (Interconsulting Bureau S.L), 2017)⁴.

Es entonces que, surgen definiciones tales como: “Agua potable de suministro público” y “Agua potable de uso domiciliario”, siendo aquellas que son aptas para la alimentación y uso doméstico, por lo que no deberán contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico y/o inorgánico o bien, radioactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.

El agua deberá presentar ciertas características, tales como: sabor agradable, ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.



El agua potable deberá cumplir con las características físicas, químicas y criterios microbiológicos que se detallan a continuación:

❖ **Características físico- químicas.**

- *“Turbidez: máx. 3 NTU (Unidad de turbidez nefelométrica).*
- *Color: máx. 5 escala Platino/Cobalto.*
- *Olor: sin olores extraños.*
- *pH: 6,5 - 8,5.*
- *pH sat.: pH \pm 0,2.*
- *Sustancias inorgánicas:*
 - ⇒ *Amoníaco (NH₄⁺) máx.: 0,20 mg/l (...)*
 - ⇒ *Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l; (...)*
 - ⇒ *Cloruro (Cl⁻) máx.: 350 mg/l; (...)*
 - ⇒ *Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l;*
 - ⇒ *Fluoruro (F⁻): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida:*
 - *Temperatura media y máxima del año (°C) 10,0 - 12,0, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,9: límite superior: 1,7;*
 - *Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior: 1,5;*
 - *Temperatura media y máxima del año (°C) 14,7 - 17,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,8: límite superior: 1,3;*
 - *Temperatura media y máxima del año (°C) 17,7 - 21,4, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), Límite inferior: 0,7: límite superior: 1,2;*



- *Temperatura media y máxima del año (°C) 21,5 - 26,2, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,7; límite superior: 1,0;*
 - *Temperatura media y máxima del año (°C) 26,3 - 32,6, contenido límite recomendado de Flúor (mg/l), límite inferior: 0,6; límite superior: 0,8 (...)*
- ⇒ *Mercurio (Hg) máx.: 0,001 mg/l;*
- ⇒ *Nitrato (NO₃ -,) máx.: 45 mg/l;*
- ⇒ *Nitrito (NO₂ -) máx.: 0,10 mg/l; (...)*
- ⇒ *Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l;*
- ⇒ *Sulfatos (SO₄ =) máx.: 400 mg/l;(..."*
- ⇒ Entre otros (Código Alimentario Argentino (CAA), Actualizado al 08/21)⁵

❖ Especificaciones Microbiológicas

Lo requisitos microbiológicos que debe cumplimentar el agua de consumo son los mencionados a continuación:

Bacterias coliformes: Número más probable (NMP) cultivadas a 37 °C durante 48 hs en caldo Mc Conkey o Lauril sulfato, en 100 ml debe ser menor o igual a 3.

Escherichia coli: ausencia en 100 ml.

Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

Bacterias mesófilas (37 °C por 24 hs.) máx.: 500 UFC/ml.

En el caso de que el recuento supere las 500 UFC/ml, y se cumplan con el resto de los parámetros indicados, se deberá exigir la higienización de la planta y realizar un nuevo recuento.

1- Físico – Químico.

1.1- Medición por Electroodos.

Los electrodos selectivos de iones (ISE) se encuentran como electrodos combinados o semiceldas (**Figura 2**). En el primer caso, los electrodos de medición y de referencia se



combinan en un sensor, mientras que la semicelda, incluye únicamente el elemento selectivo de iones. Para conseguir un sistema de sensores completo, debe añadirse el electrodo de referencia pertinente. El elemento sensor del ISE es la membrana selectiva de iones, que produce diferentes potenciales. En función de ello, la diferencia de potencial entre el electrodo selectivo de iones y el de referencia varía y puede medirse.

Esta diferencia de potencial es proporcional a la actividad del ion seleccionado en la solución. La actividad de un ion se modula a través de su concentración y de la fuerza iónica de la muestra. En la práctica diaria, se analiza la concentración de iones en lugar de la actividad cuyas unidades habituales son mol/L, mg/L o ppm. La relación entre la actividad iónica y la diferencia de potencial medido, también denominado potencial de electrodo, se expresa a través de la ecuación de Nernst: $E = E_o + 2,3 \left(\frac{RT}{nF} \right) \times \text{Log } a_1$

E = potencial de electrodo medido, mV.
E_o = potencial estándar (constante para un electrodo dado), mV.
R = constante de los gases, J/mol K.
T = temperatura, K (temperatura estándar 25 °C (298,15 K)).
n = carga iónica (también se usa el símbolo z).

Los ISE responden a la actividad del ion analito a_i . Sin embargo, la concentración de iones c_i se usa en el laboratorio por motivos prácticos. $a_i = f \cdot c_i$. En muestras diluidas (donde la concentración de iones ≤ 1 mol/L), el factor f se convierte en 1. Por tanto, la ecuación de Nernst en ese caso es:

$$E = E_o + 2,3 \left(\frac{RT}{nF} \right) \times \text{Log } C_i$$

F = constante de Faraday, C/mol.
 a_i = actividad del ion analito i.
 c_i = concentración del ion analito i.

Como se mencionó anteriormente, la parte más importante de un ISE es la membrana selectiva de iones y su composición depende del ion en cuestión. Hay tres tipos de membranas diferentes:

⇒ **Membrana cristalina** (membrana en estado sólido), en donde la diferencia de

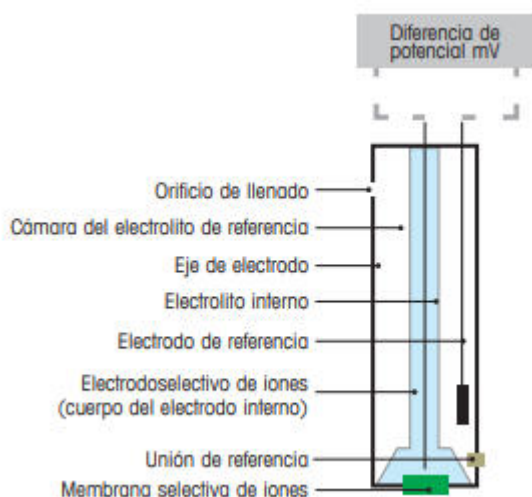


Figura 2: ISE combinado (Mettler Toledo, 2018)⁶

potencial se mide a través de una membrana sólida monocristalina o policristalina. Tienen la característica de ser resistentes y tener una larga vida útil. Un ejemplo, puede ser la membrana monocristalina de fluoruro de lantano para el ISE de fluoruro.

⇒ **Membrana polimérica (membrana líquida)**, en donde el compuesto selectivo está incorporado a una membrana polimérica, normalmente PVC (policloruro de vinilo). Son

delicadas, sensibles a disolventes orgánicos.

⇒ **Membrana de vidrio**, cuya principal ventaja es su resistencia química. El ejemplo más común es el electrodo de pH⁶.

1.1.1. pH.

El principio básico de la medida del pH se fundamenta en el registro potenciométrico de la actividad de los iones hidrógeno por el uso de un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo combinado. La fuerza electromotriz (FEM) producida por el sistema electroquímico varía linealmente con el pH y puede verificarse por la obtención de una gráfica de pH vs. FEM para diferentes soluciones de pH conocido. El pH de la muestra se determina por interpolación. Casi todos los equipos usados hoy en día utilizan el electrodo de vidrio en combinación con un electrodo de Calomel, empleado como electrodo de referencia para medir el pH, el cual provee un potencial de electrodo constante. El electrodo sensor es un bulbo de vidrio especial que contiene una concentración fija de HCl en contacto con un electrodo de referencia interno. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia, 2007)⁷.



1.1.2. Conductividad

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Ésta depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición, es entonces que las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala. Para la determinación de la conductividad, la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es la inversa de la resistencia específica, y se expresa en microhmio por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$), equivalentes a microsiemens por centímetro. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia, 2006)⁸.

En los conductores metálicos, el transporte de la corriente eléctrica tiene lugar debido al movimiento de los electrones del metal bajo la acción de una diferencia de potencial. Como sólo los electrones están en juego, puede considerarse al conductor electrónico como homogéneo y usarse la **Ley de Ohm** $R = \frac{V}{I}$

R = Resistencia del conductor (en Ohm, Ω).

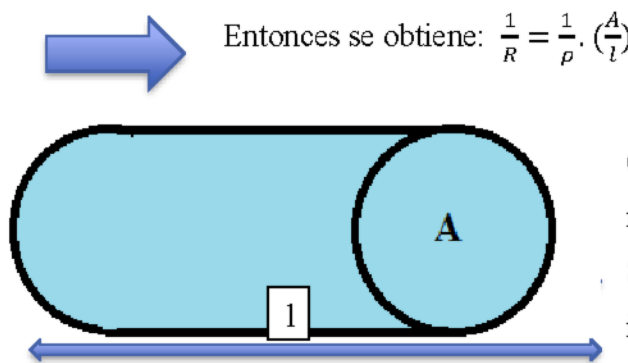
V = Diferencia de potencial aplicada (en voltios, V).

I = Intensidad de corriente que circula a través del conductor (en amperios, A).

En el caso de las soluciones electrolíticas, la corriente es transportada por los iones y en ausencia de un campo eléctrico, éstos constituyen un conductor iónico, en donde se encuentran en un constante movimiento al azar. Cuando son sometidos a la acción de un campo eléctrico, por la aplicación de una diferencia de potencial, estos iones se van a mover de acuerdo a su carga, hecho que se conoce como **migración iónica**. En estas condiciones, se puede considerar a la disolución como un conductor electrónico homogéneo que sigue la Ley de Ohm. Ahora bien, para un cierto volumen de una solución (**Figura 3**), la resistencia está dada por: $R = \rho \left(\frac{l}{A} \right)$

ρ = Resistividad de la solución (en Ω cm).
 A = Área a través de la cual se produce el flujo eléctrico (cm^2).
 l = Distancia entre los dos planos considerados (cm).

La resistividad, es una característica del material en el cilindro y es independiente de la forma geométrica del material mientras que R depende de cuán largo y grueso es el cilindro.



Entonces se obtiene: $\frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \left(\frac{A}{l}\right)$

Se define la conductancia electrolítica (L) como la magnitud inversa de la resistencia ($L = 1/R$), cuya unidad es el Siemens (S o Ω^{-1}). Se define entonces la inversa de la resistividad como la conductividad, κ .

Se reescribe la relación, entonces:

$$L = \kappa \left(\frac{A}{l}\right)$$

Las unidades de κ son $S \text{ cm}^{-1}$. De acuerdo con la ecuación, la expresión de κ ($\kappa = 1/\rho$) donde la conductividad de una

Figura 3: Cilindro de sección transversal A y longitud l . El cilindro puede ser un metal o una solución acuosa de un electrolito (Gómez, González, & Viruela, 2009)⁹

disolución es la conductancia de la misma encerrada en un cubo de 1 cm^3 ($l=1=1\text{cm}$, $A=1 \text{ cm}^2$). La razón (l/A) se define como la constante de la celda de conductividad, K . La relación ahora puede escribir como: $K = \kappa L$ ($S \text{ cm}^{-1}$)⁹.

1.1.3. Fluoruro.

La concentración de fluoruro puede ser determinada mediante potenciometría utilizando un electrodo de ion específico, siendo conformado por un cristal de fluoruro de lantano (LaF_3) con 0.3% de europio. Este cristal actúa como una membrana conductora iónica en donde sólo el fluoruro puede movilizarse y tiene la función de separar una solución de NaF de referencia (que se encuentra en el interior del electrodo y cuya concentración habitual es de 0.001 mol/L), de la solución en la que se desea medir la concentración. En

la solución de referencia se sumerge un alambre de plata cubierto de AgCl, que hace contacto con el cable que conectará al voltímetro. Al colocar este electrodo en contacto con una solución de fluoruro se produce un potencial causado por la distribución asimétrica de los iones a ambos lados de la membrana, el cual puede medirse conectando el electrodo de fluoruro a un electrodo de referencia de Ag/AgCl. El potencial medido depende de la actividad del ion fluoruro en la solución como describe la ecuación de Nernst. (Rigalli, Pera, Di Loreto, & Brun, 2007)¹⁰.

1.2- Titulación.

Las valoraciones son ampliamente utilizadas para determinar ácidos, bases, agentes oxidantes, agentes reductores, entre otras especies químicas y se basan en la reacción estequiométrica que se da entre un analito y un reactivo estándar, denominado titulante.

En una valoración se determina el volumen o la masa de titulante necesaria para reaccionar completamente con el analito, y este dato se utiliza posteriormente para calcular la cantidad de este último. En cualquier valoración, el punto de equivalencia químico, llamado punto final cuando se determina experimentalmente, se hace evidente por el cambio de color de un indicador o por el cambio en la respuesta del instrumental. (Skoog, West, Holler, & Crouch, 2014)¹¹.

1.2.1- Alcalinidad.

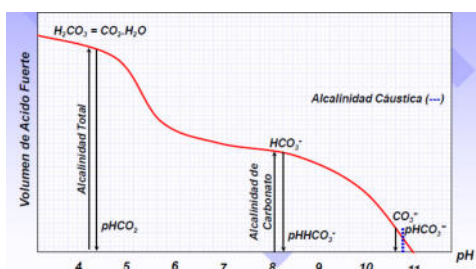


Figura 4: Curva de titulación del H₂CO₃ (SUNASS)¹³

Se defina a la alcalinidad como la capacidad del agua para neutralizar ácidos o bien, para aceptar protones. Ésta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. (Torres Ponce de León, Aguilera Rios, & Molina León, 2011)¹². Se hace, empleando un ácido fuerte desde bureta, titulando los puntos sucesivos de equivalencia del bicarbonato y el

ácido carbónico (**Figura 4**).

Por lo tanto, se puede distinguir entre lo que es alcalinidad total, medida por la adición de



Figura 5: Reacción de Indicadores¹³

ácido hasta el viraje del indicador anaranjado de metilo (también conocido como heliantina), a pH 4,4 - 3,1 (alcalinidad M) y la alcalinidad simple, mediada por el viraje de la fenolftaleína a pH 9,8 - 8,2 conocida como alcalinidad P. El viraje de los indicadores puede visualizarse en la **figura 5**. A partir de

ambas mediciones se pueden determinar las concentraciones en carbonato, bicarbonato y oxhidrilo.

1.2.2 – Dureza.

La dureza indica la concentración total de iones alcalinotérreos que hay en el agua.

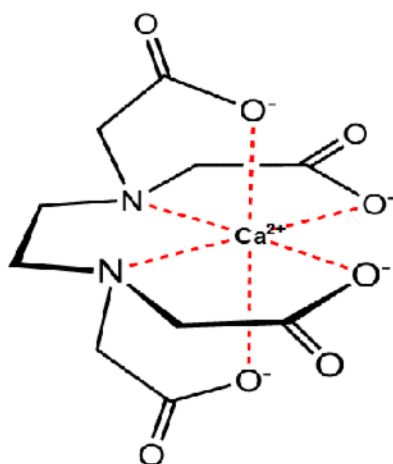


Figura 6: Estructura química del EDTA (UNISANGIL)¹⁴

Debido a que la concentración de Ca^{++} y Mg^{++} es, por lo general, superior a la de otros iones, ésta se define como la suma de las concentraciones de Ca^{++} y Mg^{++} expresadas como mg/L de CaCO_3 .

En una volumetría complejométrica se mide el volumen de solución titulante necesaria para formar un complejo con el catión metálico de interés y van a reaccionar con especies dadoras de electrones, llamadas ligandos.

Los complejos se producen por la coordinación de un catión y un ligando en los que el catión es parte de uno o varios anillos, es entonces que se utiliza con gran frecuencia el ácido etilen-diamino-tetraacético (EDTA),

cuya estructura se detalla en la **Figura 6**.

Los quelatos son incoloros, por ello, para determinar el punto final se debe recurrir al uso de indicadores llamados metalocromicos. Son ácidos débiles que tienen la propiedad de formar complejos con cationes, de distinto color al que presenta el indicador libre.



Por lo expuesto, es que para determinar la dureza del agua se lleva a cabo una valoración con EDTA en medio regulado a pH=10 con buffer $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, utilizando el indicador metalocrómico negro de eriocromo T, el cual vira de violeta al color azul en las condiciones mencionadas. (Universidad Nacional de Rosario - Dpto. Química Analítica, 2019)¹⁵.

1.2.3 – Cloruros.

Entre los diversos métodos analíticos, se encuentran los de precipitación que se basan en reacciones que forman compuestos poco solubles. El reactivo precipitante por excelencia es el nitrato de plata y se utiliza para la determinación de halogenuros.

En estas titulaciones, el punto final puede observarse a partir de la utilización de uno de 3 métodos: Empleo de indicadores químicos, método potenciométrico y método amperométrico. Mediante el uso de los primeros puede aplicarse:

- a) Método de Mohr: Utiliza cromato de potasio que, con el ion plata forma un precipitado color amarillo/rojizo de cromato de plata.
- b) Método de Fajans: Se usa fluoresceína, la cual forma sales de plata color brillante.
- c) Método de Volhard: Se debe agregar nitrato de plata en exceso (cantidad conocida) y titularse con una solución patrón de tiocianato, observándose el punto final mediante el uso de hierro (III). La titulación debe llevarse a cabo en medio ácido para evitar la precipitación de este último. Es entonces que, el punto final se visualiza cuando la solución se vuelve roja con un ligero exceso de ion tiocianato¹⁵.

Cálculo de mg/L de Cloruros:

$$\text{Cloruros} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{[\text{ml gastados de AgNO}_3 \times N(\text{AgNO}_3) \times 35,459]}{\text{ml de M}}$$

$$\text{Normalidad (N)} = (\text{equivalentes de soluto}) / \text{Litros de solución}$$

1.3- Determinaciones Cualitativas.

1.3.1-Nitritos.

Para el análisis de nitritos en agua, se utiliza el método de Zambelli para el cual se usa el reactivo de mismo nombre, compuesto por ácido sulfanílico y fenol como también hidróxido de amonio. Se fundamenta en la reacción del ácido sulfanílico con el grupo NO_2^- , lo que da lugar a la aparición de un compuesto de color amarillo-pardo.

1.3.2- Amonio.

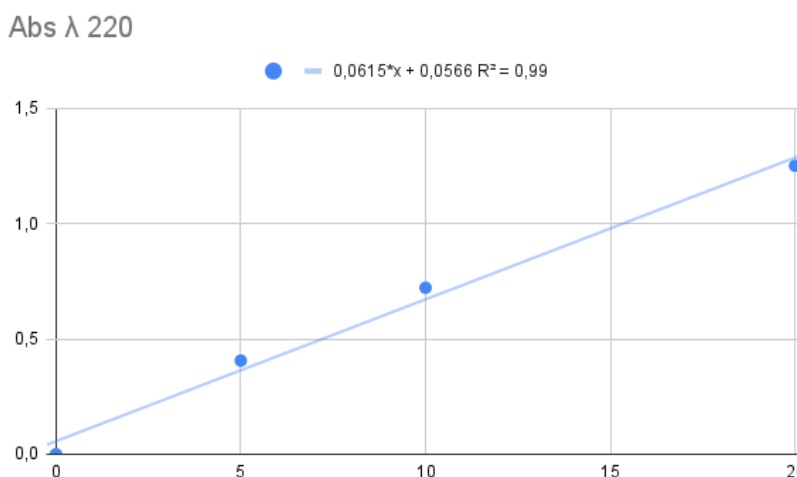
La determinación cualitativa consiste en que la sal de NH_4^+ disuelta reaccione con el reactivo de Neesler (alcalino). Esta reacción produce una coloración gradual de amarillo a pardo, a medida que aumenta la concentración de amoníaco (Miyares- Estrada, y otros, 2015)¹⁶.

1.4-Métodos Fotométricos/Espectrofotométrico.

1.4.1- Nitrato

Para la determinación de nitratos se utilizó el equipo de espectrofotometría, llamado UV – 160A de Shimadzu. Su fundamento se basa en proyectar un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia. La cantidad de luz absorbida o transmitida a una determinada longitud de onda es proporcional a la concentración del material. (García, 2018)¹⁷. Una vez obtenidas las absorbancias deben extrapolarse a la curva de calibración del equipo, siendo la del UV – 160 A, la que se detalla en **gráfico 1**.

Gráfico 1: Curva de Calibración para UV – 160A de Shimadzu.





1.4.2- Sulfatos.

La determinación de sulfatos se realizó mediante el uso del equipo Merk SQ118, el cual es un fotómetro, que cuantifica las muestras gracias a la radiación emitida por una lámpara halogenada, en el rango visible. La cuantificación la realiza en miligramos/L gracias a la aplicación de la Ley de Lambert – Beer: $A = \epsilon \times b \times c$

A = Absorbancia.

ϵ = Coeficiente de extinción molar o absortividad molar.

b = Camino óptico.

c = Concentración del analito.

1.5- Determinaciones Calculadas.

1.5.1- SO_4Na_2

$$\text{SO}_4\text{Na}_2 = \text{SO}_4 \times 1,4$$

1.5.2- Sumatoria de Aniones.

$$\text{Sumatoria de aniones} = \text{Alcalinidad} + \text{ClNa} + \text{NO}_3 + \text{SO}_4\text{Na}_2$$

1.5.3- Sólidos Disueltos.

$$\text{Sólidos Disueltos} = \text{Conductividad} \times 0,63$$

1.5.4- Cierre de Agua.

Para poder validar los resultados, se debe verificar que los sólidos disueltos no sean superiores al 10% de la sumatoria de aniones.

2- Parasitológico.

Los protozoos son el grupo de agentes patógenos menos sensibles a la inactivación por la desinfección química. La irradiación de luz UV es eficaz contra *Cryptosporidium* (Tabla 1), pero es altamente resistente a los desinfectantes oxidantes como el cloro por lo que deberá eliminarse mediante procesos físicos. (Organización Mundial de la Salud, 2011)¹⁸



Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable-

Agente patógeno	Tipo de especie/ género/grupo ^b	Importancia para la salud ^c	Persistencia en el suministro de agua ^d	Resistencia al cloro ^e	Infectividad relativa ^f	Fuente animal importante
Protozoos						
<i>Acanthamoeba</i>	<i>A. culbertsoni</i>	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta	No
<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. hominis/parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
<i>Giardia</i>	<i>G. intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
<i>Naegleria</i>	<i>N. fowleri</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Helmitos						
<i>Dracunculus</i>	<i>D. medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No

Tabla 1: Parásitos transmisibles por agua¹⁸.

2.1- Técnica de Concentración o Enriquecimiento.

La finalidad de la concentración es separar los parásitos de la masa de material, que pudiera tener la muestra, así como tratar de aumentar la cantidad de microorganismos para favorecer su visualización.

A veces, la cantidad de microorganismos es escasa, ya sea por intermitencia en la eliminación, porque el parásito elimina poca cantidad de huevos, quistes u ooquistes durante el ciclo de vida o por aplicación de algún tipo de tratamiento.

Por estas causas se utilizan métodos de concentración por sedimentación, flotación o una combinación de ambos.

2.1.1- Sedimentación.

Se basa en la concentración de elementos parasitarios por acción de la gravedad. Se lleva a cabo dejando que se produzca un asentamiento natural o bien, se puede acelerar el proceso mecánicamente por medio de la centrifugación.

Su utilidad radica en la concentración de quistes, ooquistes y huevos y es aplicable cuando el diagnóstico no está orientado en ningún parásito en particular.



Las ventajas de dicho método radican en que es fácil de realizar, está sujeto a pocos errores técnicos y es aplicable a la mayoría de los parásitos intestinales.

De tratarse de una muestra cuya matriz es sólida, la desventaja se encuentra en que la observación microscópica del pellet puede dificultarse por la presencia de la concentración de restos no parasitarios.

Los métodos de sedimentación se pueden clasificar en:

2.1.1.1-Espontánea.

2.1.1.1.1-Método de sedimentación sencilla:

Se caracteriza por ser lento y de poca concentración para los protozoos intestinales, en cambio, para los huevos de helmintos si bien es lento, sedimentan en el fondo del recipiente viables y sin deformaciones.

2.1.1.1.2- Método de sedimentación simple de Lumbreras.

Se utiliza para el hallazgo de huevos de *Fasciola hepática* en materia fecal o bilis. Cabe aclarar, que no puede utilizarse en estos casos ni método de centrifugación, ya que se rompen, ni flotación por ser muy pesados.

2.1.1.1.3- Método de Baermann – Moraes.

Esta técnica está desarrollada particularmente para la separación de larvas que se encuentran en heces, cultivos o tierra, particularmente, en la strongiloidiasis.

2.1.1.2- Por centrifugación.

(Son utilizables para el análisis de materia fecal).

2.1.1.2.1-Método de Charles – Batherlemy.

2.1.1.2.2- Método de formol - éter o Ritchie.

2.1.1.2.3- Método de Acetato de Etilo.

2.1.2- Fresco.

Para la realización del examen microscópico directo debe homogeneizarse la muestra. Debe observarse con los objetivos de 10X y 40X para la búsqueda de trofozoítos, quistes, ooquistes, huevos y/o larvas y puede hacerse el examen directo o bien realizar algún tipo de coloración como por ejemplo eosina, azul de metileno o lugol.



También podría realizarse luego de un método de enriquecimiento, con el fin de concentrar en un menor volumen, mayor cantidad de microorganismos.

2.1.3- Flotación.

Al contrario que en la sedimentación, en la cual los parásitos microscópicos, que son más pesados que las bacterias, van al fondo del recipiente; en la flotación se utiliza un líquido de suspensión que sea más pesado que los parásitos para que estos puedan ascender y ser recogidos de la película superficial.

Algunas de las técnicas más utilizadas son:

2.1.3.1 -Método de Faust o de Sulfato de Zinc 33%.

Su utilidad radica en quistes, huevos de *Enterobius vermicularias* y huevos de *Hymenolepis nana*. La concentración más útil para hacer flotar los elementos parasitarios tiene un peso específico de 1.180.

2.1.3.2- Método de Willis Malloy o de solución saturada de cloruro de sodio.

Ésta técnica no requiere centrífuga y es útil para huevos de uncinarias, *Ascaris spp*, *Trichurus spp*, y de *Hymenolepis* que flotan fácilmente. Para su realización se requiere de cloruro de sodio en agua caliente hasta la saturación, cuya densidad mínima debe ser de 1,20.

2.1.3.3- Método de Sucralosa de Sheather.

Este método es útil para quistes y huevos livianos, y especialmente se lo recomienda para la concentración de ooquistes de *Crypstosporidium spp* ya que los mismos flotan de manera diferencial a las levaduras en una capa de líquido superior a éstas, exhibiendo una tonalidad rosada. (Magaró, y otros, 2020)¹⁹

2.1.4- Tinción de Kinyoun.

Para llevar a cabo esta tinción se requiere del reactivo de Kinyoun, que se prepara con 4 g de fucsina básica, 8 ml de fenol, 20 ml de alcohol etílico 95° y 100 ml de agua destilada. Para el decolorante, se van a necesitar 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y 90 ml de etanol 95°. Por último, para la preparación del contracolorante, se requiere de 3 g de verde de malaquita y 100 ml de agua destilada.



3- Bacteriológico.

Los brotes de enfermedades transmitidas por el agua se asocian con el tratamiento inadecuado del suministro y a su ineficiente distribución. Las bacterias son el grupo de microorganismos más sensible a la inactivación por la desinfección. Algunos organismos patógenos de vida libre, como *Legionella* y micobacterias no tuberculosas, pueden proliferar en el agua, en cambio, las bacterias entéricas suelen sobrevivir durante periodos más cortos que los virus o protozoos. Algunos ejemplos se ilustran en la **Tabla 2**. A su vez, se pueden utilizar microorganismos como indicadores para diversos fines, ya sea, evidenciar contaminación, corroborar eficacia de procesos como: filtración o desinfección, verificar la integridad y limpieza de los sistemas de distribución del agua. Estas bacterias son las denominadas “coliformes”, se caracterizan por ser bacilos gramnegativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, capaces de crecer en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares, que fermentan lactosa y producen ácido o aldehído, cultivados por 24 horas a 35-37 °C. Se miden generalmente, en muestras de 100

ml de agua, a partir de diversos procedimientos basados en la fermentación de la lactosa con su consecuente formación de ácido o en la producción de la enzima β -galactosidasa.

Agentes patógenos transmitidos a través del agua potable						
Agente patógeno	Tipo de especie/género/grupo ^b	Importancia para la salud ^c	Persistencia en el suministro de agua ^d	Resistencia al cloro ^e	Infectividad relativa ^f	Fuente animal importante
Bacterias						
<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	No
<i>Campylobacter</i>	<i>C. coli</i> <i>C. jejuni</i>	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
<i>Escherichia coli</i> – diarrogénica ^g		Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
<i>E. coli</i> – enterohemorrágica	<i>E. coli</i> O157	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
<i>Francisella</i>	<i>F. tularensis</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	Sí
<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Micobacteria (no tuberculosa)	<i>Mycobacterium avium complex</i>	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja	No
<i>Salmonella typhi</i>		Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras <i>Salmonellas</i>	<i>S. enterica</i> <i>S. bongori</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	Sí
<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>	Alta	Corta	Baja	Alta	No
<i>Vibrio</i>	<i>V. cholerae</i> O1 y O139	Alta	Corta a larga ^h	Baja	Baja	No

Tabla 2: Bacterias transmisibles por agua¹⁸.

Otros métodos son los procedimientos del número más probable, en los que se utilizan tubos de ensayo o placas de microtitulación y pruebas de presencia o ausencia¹⁸.



3.1- Método del Número más Probable (NMP).

Los microorganismos no suelen distribuirse uniformemente en las muestras, es por ello que, para aumentar la exactitud estadística de este ensayo, se deben inocular más de un tubo por dilución, según el procedimiento Standard se deben emplear tres tubos.

Luego de la incubación, se debe registrar el perfil de tubos positivos y negativos por dilución y una vez entonces, consultar la **Tabla 3**, para determinar el número más probable de microorganismos/ml de muestra. En la **Tabla 4** se explica la categorización asignada según el NMP³.

Número de resultados positivos			Índice NMP ^b	Categoría ³	Límites de confianza (95%) ^{b,c}	
					Menor	Mayor
0	0	0	< 0,30		0,00	0,94
0	0	1	0,30	3	0,01	0,95
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5
1	2	0	1,1	2	0,4	3,5
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5
2	0	2	2,0	0	0,5	3,8
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9
3	1	2	12	3	3	36
3	1	3	16	0	3	38
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0
3	2	1	15	1	3	38
3	2	2	21	2	3	40
3	2	3	29	3	9	99
3	3	0	24	1	4	99
3	3	1	46	1	9	198
3	3	2	110	1	20	400
3	3	3	> 110			

Tabla 3: NMP³.

Categoría ¹⁾	Definición
1	Quando el número de bacterias en la muestra es igual al NMP encontrado, el resultado es aquél que tiene la probabilidad mayor de ser obtenido. Hay solamente, 5 % como máximo, de probabilidad de obtener un resultado que es menos probable que el menos probable en esta categoría.
2	Quando el número de bacterias en la muestra es igual al NMP encontrado, el resultado es aquél que tiene menos probabilidad de ser obtenido, que ni siquiera el menos probable en la categoría 1, pero hay, solamente, 1 %, como máximo, de probabilidad para obtener un resultado que es menos probable que el menos probable en esta categoría.
3	Quando el número de bacterias en la muestra es igual al NMP encontrado, el resultado es aquél que tiene menos probabilidad de ser obtenido, que ni siquiera el menos probable en la categoría 2, pero hay, solamente, 0,1 %, como máximo, de probabilidad para obtener un resultado que es menos probable que el menos probable en esta categoría.
0	Quando el número de bacterias en la muestra es igual al NMP encontrado, el resultado es aquél que tiene menos probabilidad de ser obtenido, que ni siquiera el menos probable en la categoría 3. Hay, solamente, una probabilidad de 0,1 % para obtener un resultado en esta categoría, sin que nada sea erróneo.
¹⁾ Antes de comenzar el ensayo, se debe decidir qué categoría será la aceptable, por ejemplo, solamente la 1; 1 y 2 ó inclusive 1,2 y 3. Cuando se haya tomado la decisión (sobre la base del resultado) es de gran importancia, que solamente sean aceptados los resultados de la categoría 1 ó como máximo 1 y 2. Los resultados de la categoría 0 se deben tomar en cuenta con un alto grado de desconfianza.	

Tabla 4: Explicación de categorías para los resultados³.

IMPORTANCIA DEL TEMA.

❖ Importancia Regional.

Cualquier persona que haya probado el agua de Berazategui seguramente puede notar la diferencia de sabor en comparación de otros partidos, lo que se debe a que el agua de Berazategui no proviene de la planta potabilizadora de Bernal sino del acuífero Puelche. Esto lo hace de manera totalmente independiente del sistema que abastece a Capital Federal y gran parte del Conurbano Bonaerense.



Hasta la década de 1990 la empresa Aguas Argentinas extraía el agua del acuífero Puelche, pero debido a la contaminación de algunas perforaciones, el Ente Tripartito de Obras y Servicios Sanitarios dispuso que dejaran de hacerlo.

Gran parte de la provincia de Buenos Aires se abastece de agua potable a partir del agua extraída del Río de la Plata, en el cual se vierten los desechos cloacales diariamente sin ningún tipo de tratamiento previo.

En Berazategui, la red de distribución de agua potable se comenzó a construir en 1939 y fue creciendo junto con la población del partido. Es entonces, que toda el agua de Berazategui proviene de pozos semisurgentes que abastecen la red.

Hay aproximadamente 110 pozos en la parte urbana y después hay una batería de 10 pozos en **Pereyra** que alimentan un acueducto que llega al centro de Berazategui.

Según el Doctor Roberto Poloto, bioquímico de la UBA, y quien en su momento era jefe del Departamento de Bromatología y Bacteriología de la Municipalidad de Berazategui, no se han detectado contaminantes en el acuífero. Según manifestó: *“se realizan controles bacteriológicos en forma permanente y la respuesta a un examen deficiente se efectúa en forma inmediata, si un examen arroja un resultado que no es satisfactorio con algún contaminante biológico, se para, se desinfecta ese pozo, se vuelven a realizar los análisis y si se corrigió el problema se libera al consumo”*¹.

Ahora bien, en abril de 2016 se desarrolló un brote de diarrea bacteriana con 400 casos confirmados y la muerte de una infante de cuatro años en Berazategui. Los pacientes presentaban diarrea acuosa, en algunos casos con emisión de sangre y mucosidad. Fue aislado un germen bacteriano denominado *Shigella*.

Muchos vecinos denunciaron que era producto de la rotura de un caño cloacal que había contaminado la red, aunque la versión fue negada por en ese entonces el Secretario de Salud de Berazategui².

❖ **Justificación Práctica.**

Si bien no existe un reconocimiento expreso al derecho humano de acceso al agua, según el Artículo 41, introducido en la reforma de 1994 de la Constitución de la Nación Argentina: *“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado,*



apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo” (Congreso de la Nación Argentina, Reforma de 1994)²⁰. Razón por la cual, el motivo de realización de este trabajo final radica en la evaluación de la calidad del agua a la que tienen acceso los vecinos de Berazategui procurando su bienestar.

OBJETIVOS.

❖ Generales:

- Determinar la calidad del agua en la zona rural y céntrica de Berazategui.
- Detectar microorganismos en el agua del partido de Berazategui.

❖ Específicos:

- Evaluar las características físico-químicas del agua en los sitios de estudio.
- Determinar la presencia de coliformes en el agua en dos sitios del partido de Berazategui.
- Determinar la presencia de parásitos en el agua en los sitios de estudio.
- Evaluar características de los residentes en la zona de estudio. (Anexo 1)

MATERIALES Y MÉTODOS.

1- Recolección de las Muestras.



Imagen 1: Muestra para análisis parasitológico

En base a los objetivos planteados, se tomaron muestras de agua provenientes de 20 vecinos del partido de Berazategui de las cuales 10, son inherentes a la región aledaña al Parque Pereyra Iraola, Gutiérrez y las 10 muestras restantes fueron provistas por los vecinos del Barrio “Los Troncos” – Berazategui. Por cada domicilio, se recogió un bidón de 5 litros destinado al parasitológico (**Imagen 1**), una botella de 1 litro para las

determinaciones físico – químicas, y, en frasco estéril de 120 ml, en condiciones asépticas, la muestra destinada al cultivo bacteriano.

Para esto, se higienizó el pico de la canilla, se abrió y se dejó correr el agua por

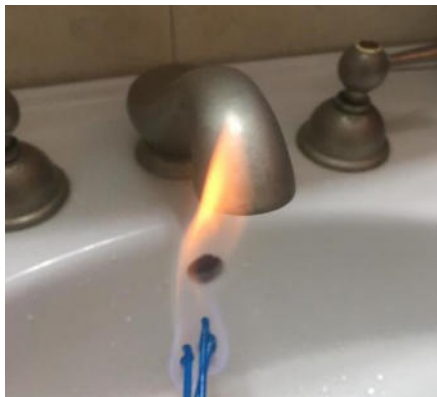


Imagen 2: Flameado de canilla metálica.

aproximadamente 1 minuto. Se procedió a recolectar el agua para el bidón de 5 litros y para la botella de 1 litro. En los domicilios donde se contaba con una canilla metálica, se esterilizó el pico por flameado (**Ver Imagen 2**) a través del uso de hisopo, durante 1-2 minutos. Este paso debió obviarse en aquellos hogares, donde el agua provenía de canillas plásticas.

Por tal motivo, se procedió a la utilización de alcohol etílico al 70%, una vez que actuó, se dejó correr por 1 minuto el flujo de agua. Mientras tanto, se quitó el

frasco estéril del envoltorio y sosteniéndolo de forma invertida (boca abajo), se destapó. Una vez a centímetros del chorro de agua y con cuidado de no tocar la boca ni el interior del frasco, se da vuelta, se llena completamente con el agua y se tapa en forma inmediata, cerrando luego la canilla. Se rotularon los envases, colocando en el bidón y en el frasco estéril el número de muestra y en la botella una etiqueta con los siguientes datos: causante, localidad, hora, lugar de la casa en donde se realizó el muestreo, tipo de canilla y tipo de fuente (aclarando si era agua de red, agua de pozo, o bien, en caso de provenir de tanque). Las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta el posterior traslado al laboratorio.

Una vez finalizada la toma de muestra, se solicitó a los vecinos, responder la encuesta que se adjunta como **anexo 1**.

2- Físico – Químico.

En primera instancia, se procedió a rotular las 20 muestras con los números de protocolo correlativos a las procesadas por el Instituto Biológico “Dr. Tomás Perón”.

2.1- Medición por Electroodos.

2.1.1 –pH.

Se procedió a encender el equipo modelo Orion 290A⁺ - Thermo y a enjuagar el bulbo del electrodo con agua destilada, se secó con papel absorbente y se introdujo el electrodo en



Imagen 3: Patrones.

un vaso de precipitados con buffer de pH 7. Una vez encendido, el visor debe marcar “READY”, es entonces que se llevó el valor a 7. Cuando el visor indica que el equipo requiere un segundo patrón, se debe lavar el bulbo con agua destilada y secar bien para introducir a continuación, el electrodo en un vaso de precipitados con un buffer a pH 4 (**Imagen 3**). Para terminar la calibración se debe apagar el equipo, lavar con agua destilada y secar. Se mide el patrón de pH 7 para verificar. A continuación, se procesan las

muestras, lavando y secando el electrodo entre cada una. Cada 10 muestras leídas, se debe volver a calibrar.

2.1.2 –Conductividad.

Se procedió a encender el equipo modelo Orion 115A⁺ - Thermo (**Imagen 4**) y a enjuagar el bulbo con agua destilada, se secó con papel absorbente. Se introdujo el electrodo en un

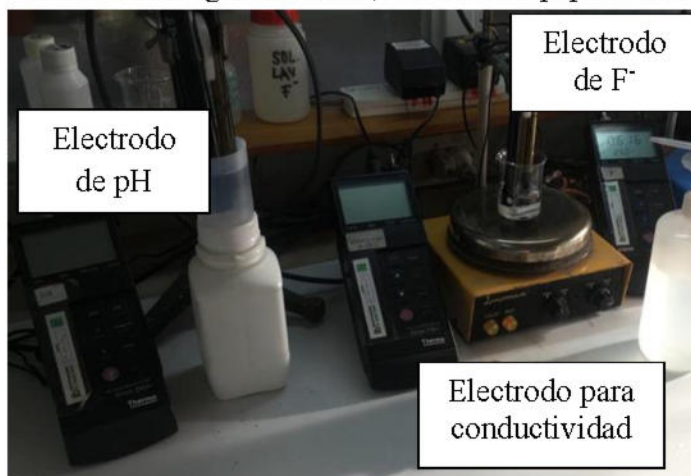


Imagen 4: Electroodos

vaso de precipitados con 25 ml de KCl para alcanzar una lectura de conductividad de 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tras marcar “READY” en el visor, se presionó “CAL” para comenzar la calibración. Una vez que se realizó la lectura, se debe asignar un factor que al multiplicarse por el resultado dé 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ya confirmado el

factor, el equipo realizará una nueva lectura, si la misma es $1400 \mu\text{S}/\text{cm}$ se presiona “YES” y se apaga el equipo. Es entonces, que se procede a procesar las muestras, lavando y secando entre cada una de ellas. Los resultados que se obtengan deberán redondearse en múltiplos de 5.

2.1.3- Fluoruro.

Se procedió a encender el equipo modelo Orion 290A⁺ - Thermo y a enjuagar el bulbo del electrodo con agua destilada, se secó con papel absorbente y se introdujo el electrodo en un vaso de precipitados con una solución de 1 ppm F⁻. Una vez listo, el visor debe marcar

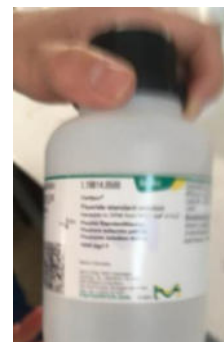


Imagen 5: Patrón F⁻

“READY”. Cuando éste indique que el equipo requiere un segundo patrón, se debe lavar el bulbo con agua destilada y secar bien para introducir a continuación, el electrodo en un vaso de precipitados con una solución de 10 ppm F⁻ (**Imagen 5**). Para terminar la calibración, se debe apagar el equipo, lavar con agua destilada y secar.

2.2- Titulación.

2.2.1- Alcalinidad.



Imagen 6: Titulación con H₂SO₄

Para evaluar la alcalinidad del agua, se tomaron 50 ml de muestra en un Erlenmeyer, se agregó 1 ml de heliantina (vira de amarillo a naranja) y se tituló mediante el uso de Top Buret M de Eppendorf (bureta digital) con ácido sulfúrico 0,1 N (**Imagen 6**). Una vez que se obtuvo el volumen de bureta, este debe multiplicarse x 100. Se repitió por cada una de las 20 muestras.

2.2.2- Dureza.

En un Erlenmeyer se colocaron 25 de ml de muestra, se acondicionaron con 1 ml de buffer a pH 10 y 2 cucharaditas de negro de eriocromo, tornándose color violeta. La muestra se tituló desde la bureta digital con EDTA, hasta la

visualización del punto final, en donde el indicador viró al color azul (**Imagen 7**). Una vez obtenido el volumen de titulante gastado, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Dureza (mg/L)} = \text{ml de EDTA} \times (1000/\text{volúmen de muestra})$$



Imagen 7: Titulación de la muestra con EDTA.

En la foto de la izquierda, se observa la muestra acondicionada con el indicador antes del punto de equivalencia.

En la foto de la derecha, se evidencia el viraje del indicador en el punto final.

2.2.3- Cloruros.

Se necesitó de una solución de nitrato de plata 0.1 N y de cromato de potasio al 10% como indicador. Para esta titulación se colocaron 20 ml de muestra en un Erlenmeyer, llevando a volumen con agua destilada para facilitar la visualización del punto final. Se agregaron 5 gotas de cromato de potasio, el cual torna a la muestra color amarillo. Se titula con nitrato de plata 0.1 N hasta el viraje a color pardo (**Imagen 8**). Ahora bien, la obtención del valor de cloruro de sodio, para su posterior utilización en el cálculo de aniones disueltos, se realizó por extrapolación en la tabla de Mohr.



Imagen 8: Titulación con AgNO₃ 0.1 N

En la imagen superior, se observa la solución antes del punto de equivalencia.

En la foto inferior se observa el viraje del indicador.

Una vez obtenido el volumen de titulante, se hallaron los mg/L de cloruro.

$$\frac{mg}{L} \text{ Cloruro} = \frac{ml \text{ gastados de } AgNO_3 \times (N \text{ } AgNO_3) \times 35.350}{ml \text{ de la muestra}}$$

Y, los mg/L de cloruro de sodio se puede obtener por el siguiente cálculo:

$$\frac{mg}{L} NaCl = \frac{mg}{L} \text{ Cloruro} \times 1.65$$

2.3- Determinaciones Cualitativa.

2.3.1- Nitritos.

Para el análisis de nitritos en agua, se utiliza el método de Zambelli. Se colocaron 10 ml de muestra en un tubo de ensayo, se adicionaron 5 gotas del reactivo denominado del mismo modo y 2 ml de hidróxido de amonio. Se agitó enérgicamente y se observó el resultado, siendo una muestra transparente negativa, mientras que el viraje a amarillo es positivo.

2.3.2- Amonio.

Imagen 9: Método de Zambelli y Neesler.



Para esta determinación, se coloraron 10 ml de muestra en un tubo de ensayo, se adicionaron 5 gotas de reactivo de Rochelle y 5 gotas de reactivo de Neesler. Se agita enérgicamente y se espera al viraje de la solución al color amarillo (**Imagen 9**)

2.4- Métodos Fotométricos y espectrofométricos.

2.4.1- Sulfatos.



**Imagen 10: Equipo
MERK 118Q.**

El dosaje de sulfatos se realizó mediante el empleo del fotómetro MERK 118Q (**Imagen 10**). Para poder emplear esta técnica, se colocaron 5 ml de muestra, 9 ml de agua destilada + una medida de solución reguladora de sulfatos cuya dosificación se encuentra estandarizada por el volumen del dispenser automático. Por último, se adiciona una cucharadita de cloruro de bario. Una vez acondicionada la muestra, la primera medición que se debe realizar es la del agua destilada

para el posterior análisis de muestras. Una vez obtenido el valor en mg/L, este debe multiplicarse X10 ya que se realizó una dilución 1:10.

2.4.2.- Nitratos.

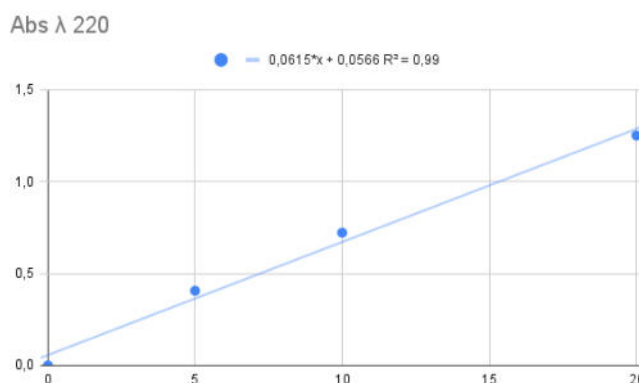


Imagen 11: UV – 160 SHIMADZU

Se encendió la fuente y posteriormente el equipo, se llenó una de las cubetas con agua destilada y se colocó en el UV – 160 (**Imagen 11**). Ante dicho resultado, se procedió a la calibración del espectrofotómetro.

Se procesaron las 20 muestras a dos longitudes de onda: 202 y 220 λ , se anotaron los resultados y se calcularon las concentraciones mediante la interpolación de la curva de calibración (**Gráfico 2**) (Intituto Biológico Dr. Tomás Perón, 2019)²¹.

Gráfico 2: Curva de Calibración del Nitrato.



2.5- Determinaciones Calculadas.

2.5.1- SO_4Na_2

2.5.2- Sumatoria de Aniones

2.5.3- Sólidos Disueltos

2.5.4- Cierre de Agua

Para estas últimas determinaciones, se realizaron los cálculos mencionados en el Marco Teórico – Sección “Determinaciones Calculadas – Cierre de Agua”.

3- Parasitológico.

3.1- Centrifugación y Concentración.

Como se mencionó anteriormente, para la realización del examen parasitológico se contaba con 20 bidones de 5 litros cada uno, correspondientes a las 20 muestras de los vecinos tanto de zona céntrica como rural. Se tomaron 10 ml de muestra y se centrifugaron a 100 rpm (revoluciones por minuto) durante 10 minutos. Se conservó 1 ml inherente al pellet, descartándose el sobrenadante. Se volvió a agregar muestra y nuevamente se procedió a centrifugar. Este proceso de concentración se realizó 4 veces.

3.2- Fresco.

En un portaobjetos se colocaron 500 μL del pellet, y se procedió a la observación microscópica directa, en los aumentos 10X y 40X. A su vez, en otro portaobjetos se colocaron 500 μL para posterior tinción de Kinyoun.

3.3- Flotación.

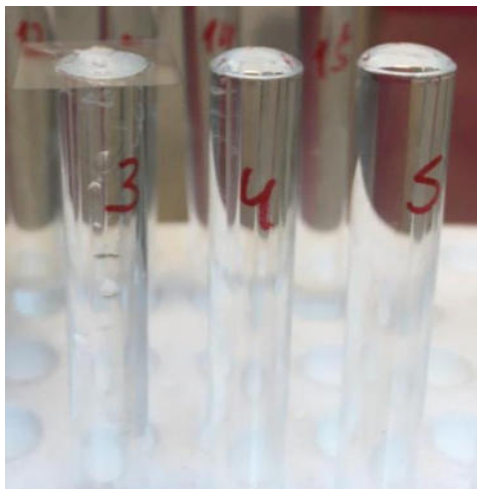


Imagen 12: Método de Flotación.

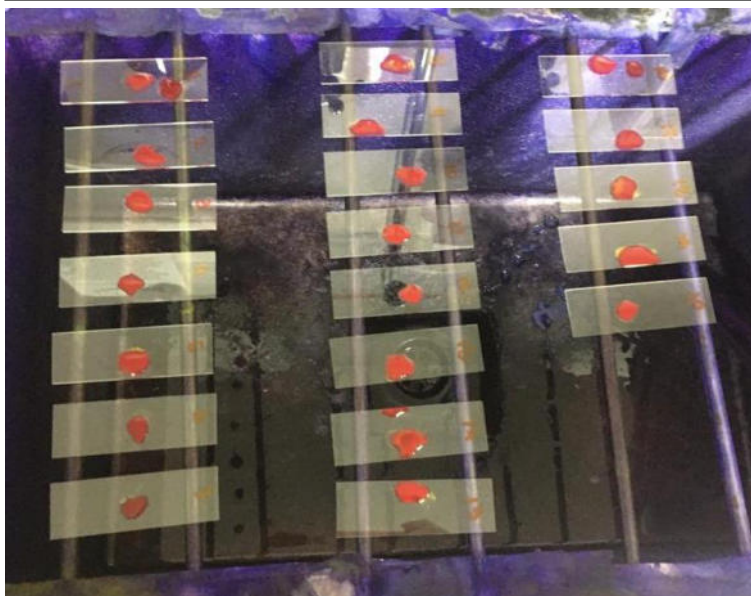
Se utilizó el Método de Willis Molloy por lo que se utilizó una solución saturada de cloruro de sodio, con una densidad mínima de 1.20. Se colocó en un tubo de ensayo de 8 ml, 5 ml de solución de cloruro de sodio y 3 ml de muestra, hasta que se observó en la superficie un menisco convexo causado por la tensión superficial.

Con mucho cuidado, se procedió a apoyar en dicha superficie un cubre objeto, con el fin de recolectar huevos que tiendan a flotar fácilmente. (**Imagen 12**) (Facultad de Ciencias Bioquímicas y

Farmacéuticas. UNR)²².

3.4- Tinción de Kinyoun.

Imagen 13: Tinción con fucsina básica.



Como se mencionó ut supra, se procedió a secar las muestras en estufa a 37°C. Acto seguido, se colocaron sobre varillas en la bacha de lavado y se fijó con metanol absoluto por 5 minutos. A continuación, se colocaron 2 gotas de solución de fucsina básica fenicada, dejándola actuar por un periodo de 25' (**Imagen 13**). Trascurrido el tiempo, se retiró el exceso y

se realizó un lavado con ácido sulfúrico concentrado por 1'. Se lavó con agua destilada, y se dejó reposando con el colorante verde de malaquita por 5 minutos.

4- Bacteriológico.

4.1- Preparación de Medio de Cultivo.

El caldo que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo es el E.C Medio de Britania. Su presentación es la de un polvo liofilizado “*utilizado para el recuento de coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia coli en agua, alimentos y otros materiales*” (Britania, 2021)²³. Para la preparación del medio, según las especificaciones del fabricante, se necesitan 37 g de polvo en 1 litro de agua destilada.

Para el recuento de coliformes totales mediante el empleo de la técnica del número más probable, se requiere sembrar la muestra por triplicado. Es entonces que se sembraron 10 ml de muestra en caldo doble concentración, y 1 ml y 0.1 ml en caldo simple concentración.



Imagen 14:
**Reconstitución de medio
de cultivo**

Es entonces que se requieren 3 tubos de ensayo, con 10 ml de medio de cultivo doble concentración. Dado que se analizaron 20 muestras, se requirió de 200 ml de medio, y, al realizarse por triplicado, el volumen total es de 600 ml de medio de cultivo, para lo cual se pesó 44,4 g de polvo.

Por lo tanto, expuesto es que se necesitó también de 44,4 g de polvo para 1.200 ml de caldo simple concentración.

Una vez reconstituido el medio de cultivo, se dejó reposar por 5 minutos, acto seguido se calentó en baño termostático hasta su totalidad disolución (**Imagen 14**).



**Imagen 15: Copa de
Architect**

4.2- Siembra.

Para la utilización del E.C Medio, es necesario el uso de lo que se denominan “campanas de Durham”, consiste en un tubo de ensayo pequeño que se coloca boca abajo, dentro de un tubo de ensayo de mayor tamaño. Permite ver si hay burbujas de aire, producto del metabolismo bacteriano. Por tal motivo, se improvisaron estas

campanitas a partir de las copas de muestra para el analizador Architect (**Imagen 15**). Se colocaron dentro de los tubos de ensayo, se agregaron 10 ml de caldo y se procedió a esterilizar en autoclave a 121° durante 15 minutos.

Se rotularon los tubos y se procedió a sembrar en campo estéril, según como lo indica la tabla 4, que se detalla a continuación:

Tabla 4: Volúmenes de siembra			
Número de Tubos	Volumen de Muestra	Volumen de Medio	Concentración del medio
3	10 ml	10 ml	Doble
3	1 ml	10 ml	Simple
3	0.1 ml	10 ml	Simple

Como control de calidad se utilizaron 3 microorganismos distintos, sabiendo que:

- *Escherichia coli*: crece satisfactoriamente en dicho medio, con producción de gas. (**Imagen 16**)
- *Salmonella typhimurium*: crece satisfactoriamente (no produce gas) (**Imagen 17**)
- *Enterococcus faecalis*: crecimiento inhibido. (**Imagen 18**)

Es entonces que, se repicaron los microorganismos, se resuspendieron y se cultivaron en el caldo E.C Medio.



Imagen 16 – Control (+) con presencia de gas: *Escherichia coli*. A la izquierda se encuentra el tubo con medio doble concentrado, a la derecha tubo con medio simple.



Imagen 17 – Control (+) sin presencia de gas: *Salmonella typhimurium*. A la izquierda se encuentra el tubo con medio doble concentrado, a la derecha tubo con medio simple.



Imagen 18 – Control (-): *Enterococcus faecalis*. A la izquierda se encuentra el tubo con medio doble concentrado, a la derecha tubo con medio simple.

4.3- Control de Medio y Desarrollo.

Se cultivaron en aerobiosis a 33 – 37°C durante 24-48 hs en estufa. Se visualizó el crecimiento a las primeras 24 hs, y se volvió a controlar a las 48 hs. Una vez transcurrido dicho período de tiempo, se procedió a la asignación del número más probable, mediante el uso de la **Tabla 3** y a partir de la **Tabla 4**, se le asignó el número de categoría pertinente según el crecimiento de los tubos.

RESULTADOS.

En base a lo observado en el **gráfico 3**, se puede decir que, del total de las determinaciones, 5% tuvieron un dosaje de: 6.8, 7.6 y 7.7 ; el 10% de las muestras son correspondientes a pH 6.9 y 7.0; el 15% se correspondieron a valores tales como 7.1, 7.3 y 7.4. y por último, un 20% se correspondieron a pH 7.2.

Gráfico 3: Frecuencia de pH.

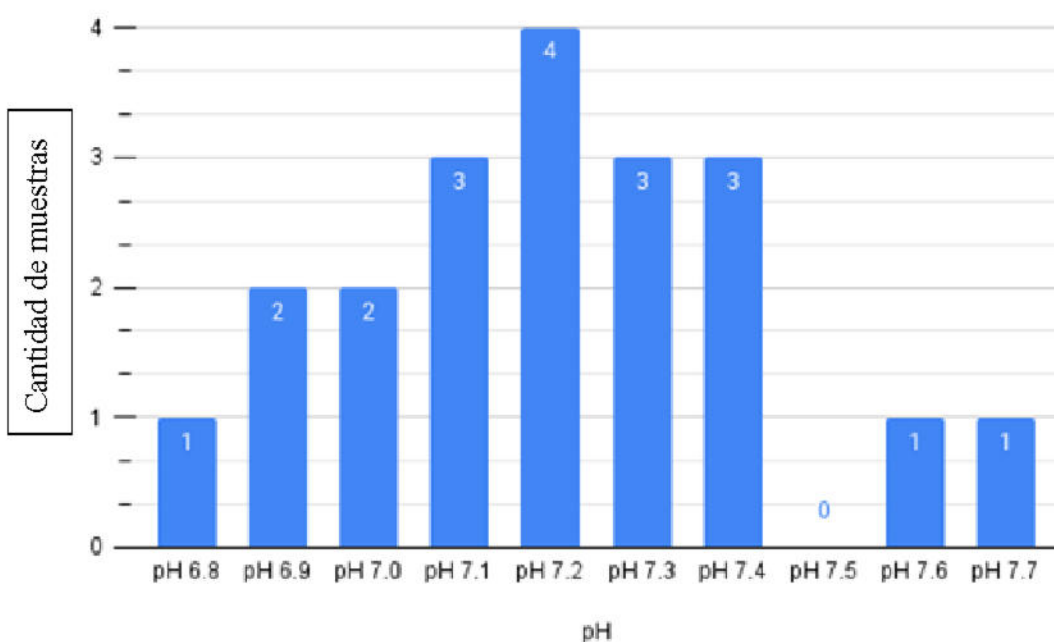
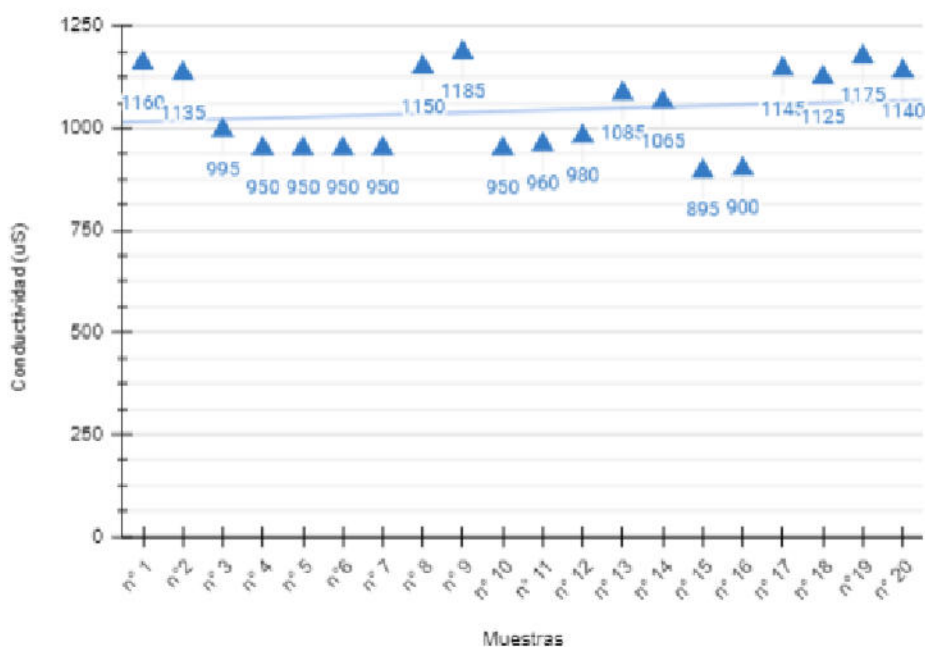
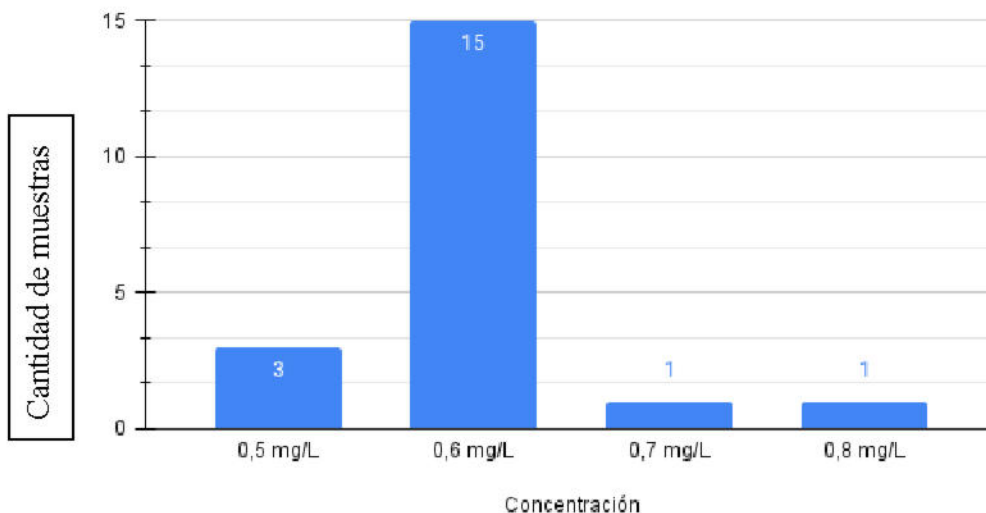


Gráfico 4: Dispersión – Conductividad.



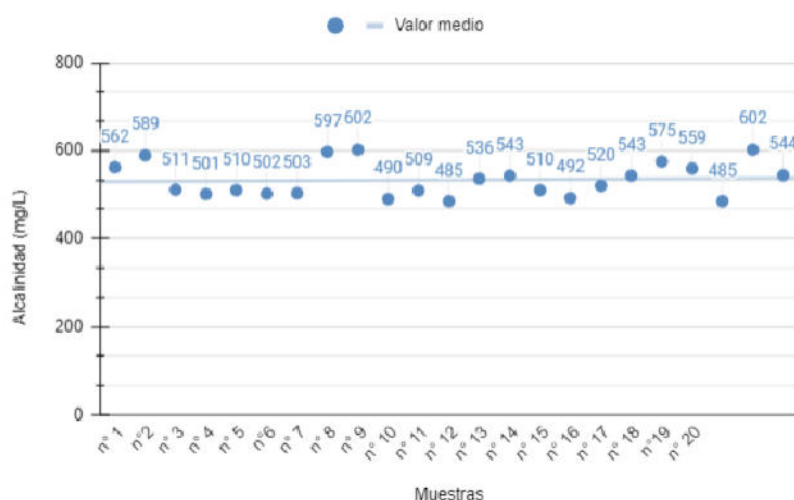
En el **gráfico 4** se puede ver que el rango de valores de la conductividad es de 895 – 1184 µS, siendo el valor medio 1042 µS.

Grafico 5: Dosaje de F⁻



Con respecto a lo evidenciado en el **gráfico 5**, se puede decir que el 5% del total de las muestras tuvo una concentración del ion fluoruro de 0.7 y 0.8 mg/L, mientras que un 15% de las mismas registraron una concentración de 0.5 mg/L. Por último, cabe decir que el 75% de las muestras obtuvo un valor de 0.6 mg/L de fluoruro.

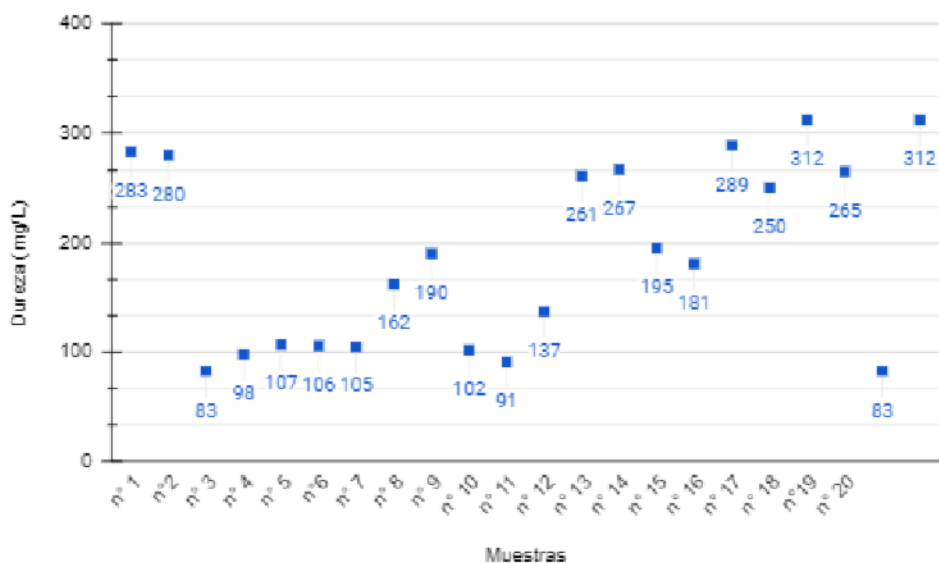
Gráfico 6: Alcalinidad (mg/L)



En el **gráfico 6** se visualiza la dispersión de resultados inherentes a la determinación de alcalinidad en agua de las 20 muestras pertenecientes a los vecinos de

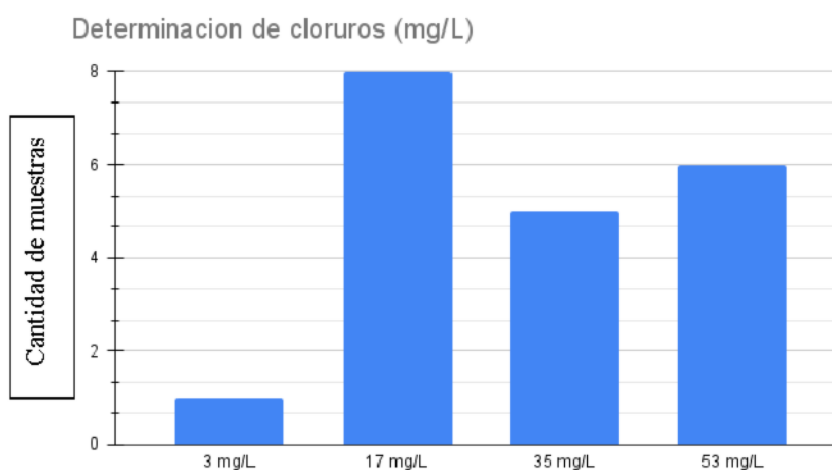
Berazategui. Se pueden observar valores que oscilan entre 485 a 602 mg/L, cuyo valor medio radica en 544 mg/L.

Gráfico 7: Dureza.



En el **gráfico 7** se detalla la dispersión de los valores obtenidos al dosar las 20 muestras de agua. Los resultados de dureza se encuentran en un rango cuyo mínimo es 83 mg/L y su máximo es de 312 mg/L

Gráfico 8: Valoración de Cloruros



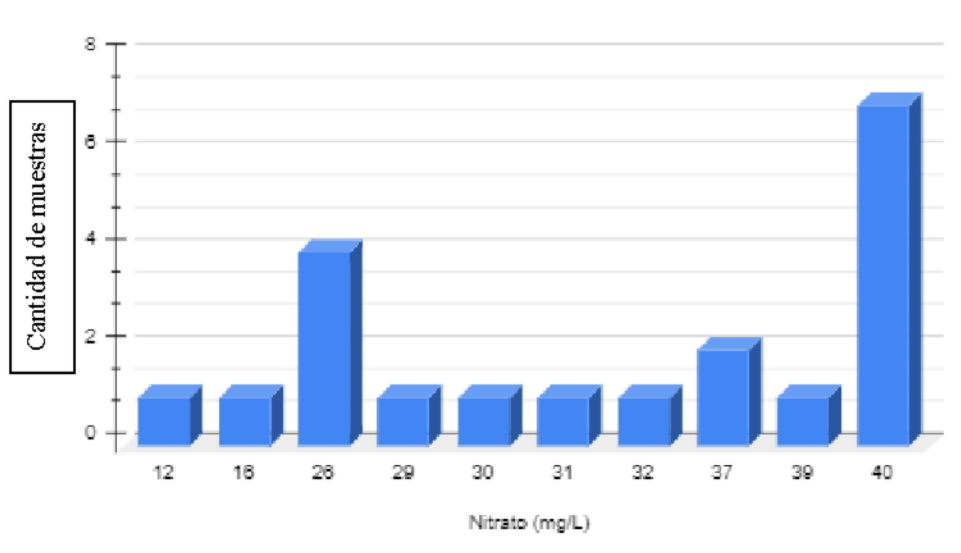
Como se logra verificar en el **gráfico 8** ut supra, se obtuvo que el 5% del total de las muestras obtuvo una concentración de 3mg/L, el 25% tuvo un valor de 35 mg/L, el

30% de 53 mg/L y finalmente el 40% de las valoraciones denotaron una concentración de 17 mg/L de cloruro.

Nitrito/ Amonio.

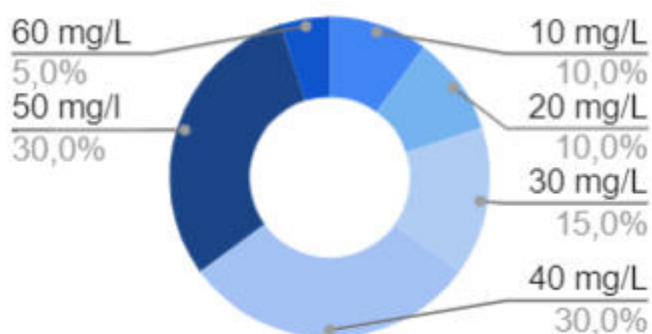
El 100% de las muestras reflejaron resultados negativos para la determinación de nitritos, observándose incoloros. Ahora bien, cuando se realizó la prueba de amonio a la muestra 15, ésta se tornó amarilla. Motivo por el cual, se procede a repetir por duplicado la determinación. Es entonces que arrojó finalmente, un resultado negativo.

Gráfico 9: Análisis de nitrato



Por interpolación de las absorbancias obtenidas a una longitud de onda de 220λ , se puede decir que 7 de las 20, las cuales representan un 5% cada, tuvieron valores de: 12, 16, 29, 30, 31, 32, 39 mg/L de nitrato; 2 determinaciones (10%) contenían 37 mg/L, 4 muestras (20%), 36 mg/L; y por último, 7 muestras (35%) cuya concentración fue 40 mg/L de nitrato.

Gráfico 10: Sulfatos



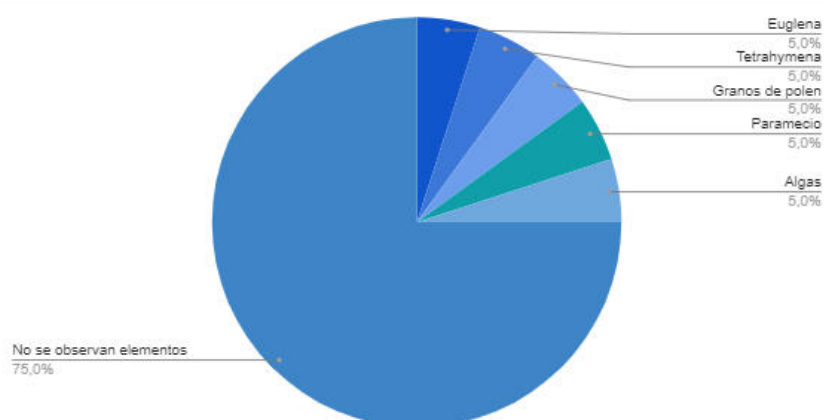
Como se puede observar, el 30% de las muestras tenían una concentración de sulfatos de 50 mg/L, otro 30%, 40 mg/L; un 15%, 30 mg/L. 10% de las mencionadas contenían 20 mg de sulfatos por litro, mientras

que otro grupo de muestras que también representaban el mismo porcentaje, tenían 10 mg/L. En el resto minoritario se dosaron 60 mg/L de sulfatos.

Tabla 5: Determinaciones Calculadas.

Muestra	SO ₄ Na ₂ (mg/L)	Sumatoria de Aniones (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)
1	70	760	730
2	56	764	715
3	14	570	625
4	28	598	600
5	56	632	600
6	56	624	600
7	70	634	600
8	84	740	725
9	70	770	745
10	56	615	600
11	42	620	605
12	42	595	615
13	56	684	685
14	28	688	670
15	56	655	565
16	14	776	567
17	70	715	720
18	42	704	710
19	70	735	740
20	70	757	720

Gráfico 11: Microorganismos observados en fresco.



Con respecto a la observación en fresco del pellet de las muestras, el 75% no contenían parásitos, mientras que en el 32% restante, se encontraron los

microorganismos que se detallan en el **gráfico 11**, cuyas proporciones se informan en el mismo.

Euglena

Son microorganismos unicelulares eucariotas, flagelados, que habitan en suelos y ambientes acuáticos, se desplazan por un movimiento conocido como metabolia. Tienen características propias tales como: la presencia de cloroplastos y la permanencia del nucleolo y endosomas durante la división mitótica. (Sánchez & Vargas, 2003)²⁴.

Tetrahymena

Es un organismo eucariota, unicelular, ciliado, no patógeno (Nusblat, Sánchez Granel, Montes, Cid, & Nudel, 2017)²⁵. Puede utilizarse como célula modelo en investigaciones de biología celular y molecular.

Paramecium sp.

Son seres unicelulares, de forma generalmente ovalada, cubiertos de cilias que utilizan para desplazarse y para capturar alimento. Son muy comunes en las aguas dulces estancadas. (BY-NC-SA)²⁶.

A partir de la utilización de la tinción de Kinyoun, se pudo observar la siguiente prevalencia: **(Gráfico 12)**.

Gráfico 12: Diagrama de torta de método de tinción de Kinyoun.

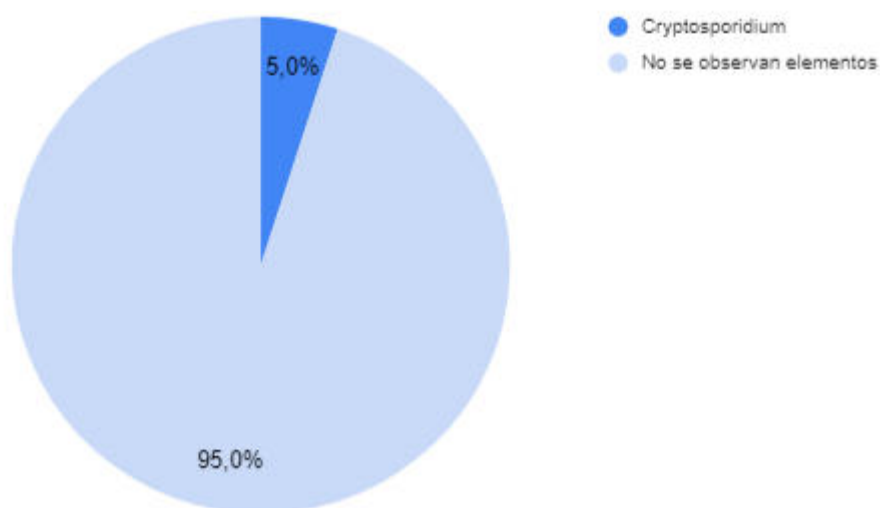


Gráfico 13: NMP.

Con respecto al análisis bacteriológico se obtuvo el número más probable de microorganismos y la asignación pertinente del número de categoría. **(Gráficas 13 y 14)**.

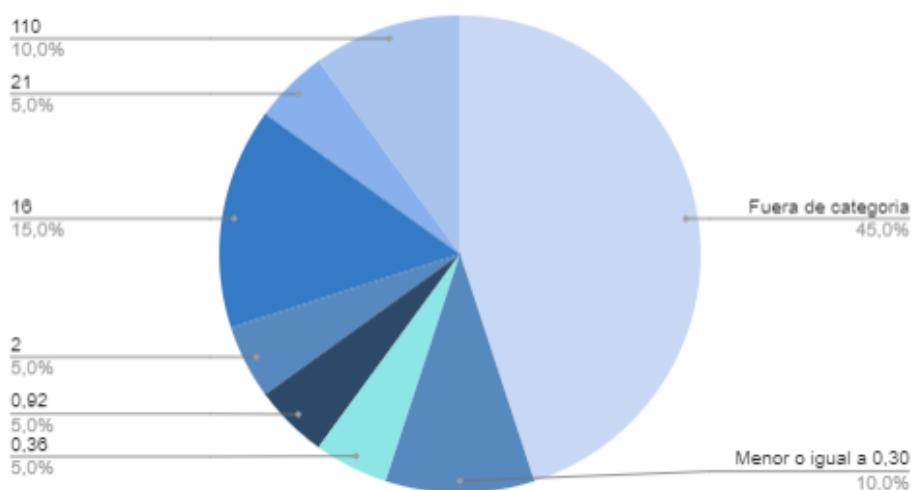
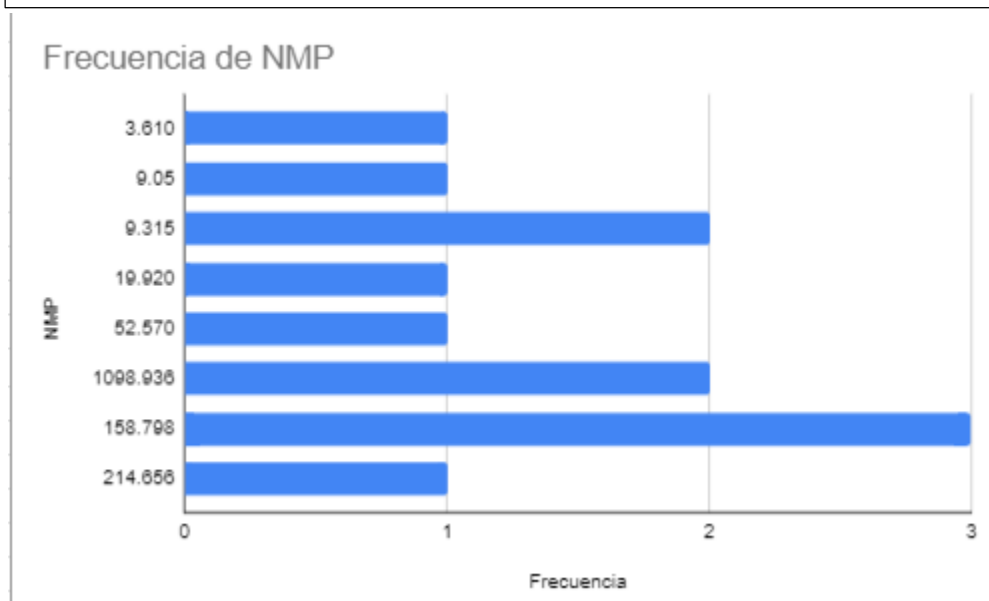
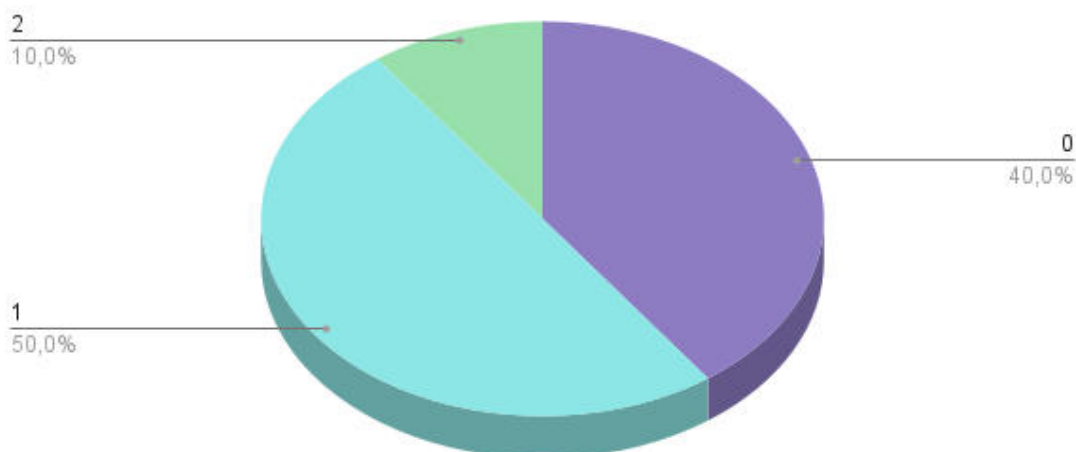


Gráfico 14: Resultados según "MPN Calculator" (NMP/100 ml)



Del 55% de las muestras que no quedaron fuera de categoría, se obtuvieron los valores de NMP según "MPN Calculator"²⁷ que se observan en el **Gráfico 14**.

Gráfico 15: Prevalencia en asignación de Categoría



Como puede observarse, según la **tabla 4** ut supra, al 50% de las muestras les corresponde la asignación de categoría Nro. 1, el 40% del total fue asignado a categoría Nro. 0 y el 10% restante pertenece a la categoría Nro. 2

En base a lo contestado por los vecinos de la zona rural, así como céntrica de Berazategui se llegó a los siguientes resultados: (Gráficos 16 y 17)

- Berazategui (Centro)

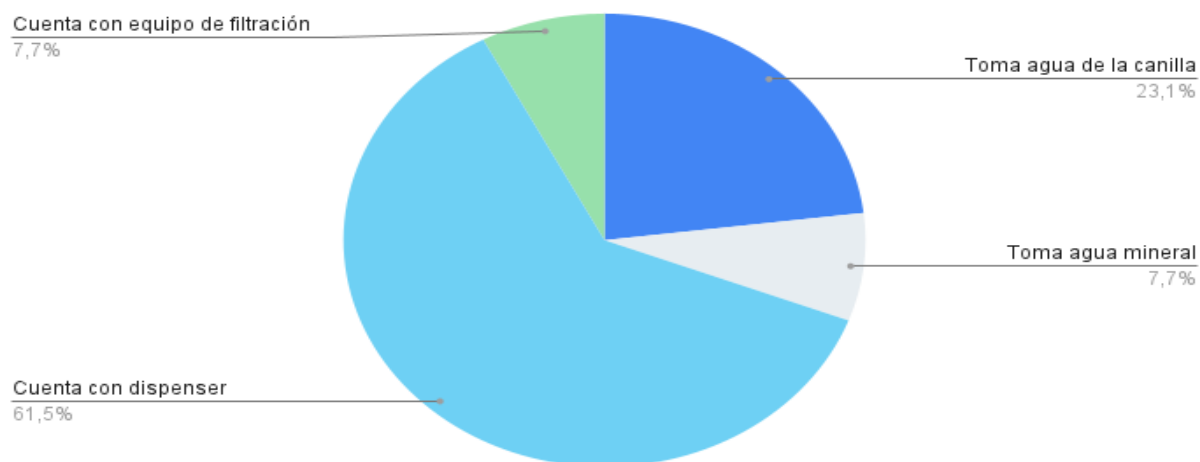


Gráfico 16: Consumo de agua domiciliar en Berazategui

- Gutiérrez:

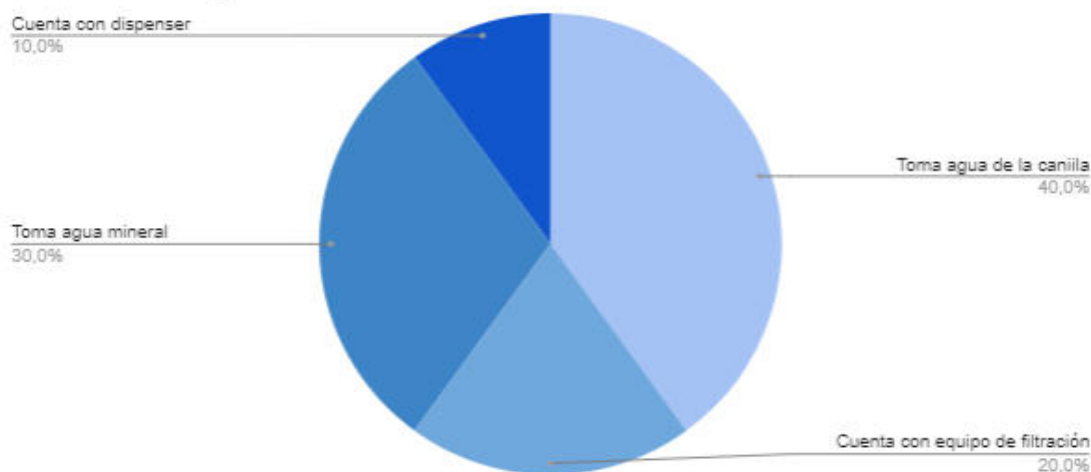


Gráfico 17: Consumo de agua domiciliar en Gutiérrez

Para finalizar, cabe aclarar que el concepto de los vecinos con respecto a la calidad del agua se fundamenta a las apreciaciones que declaran a continuación. De 20 entrevistados, 11 (55%) refirieron no confiar en la calidad del agua; 5 personas declararon observar precipitados en el agua de su domicilio, 4 personas (20%) le sienten mal gusto. Asimismo, otros 5 propietarios manifestaron todo lo contrario, no observar ninguna particularidad en el agua. **(Gráfico 18)**

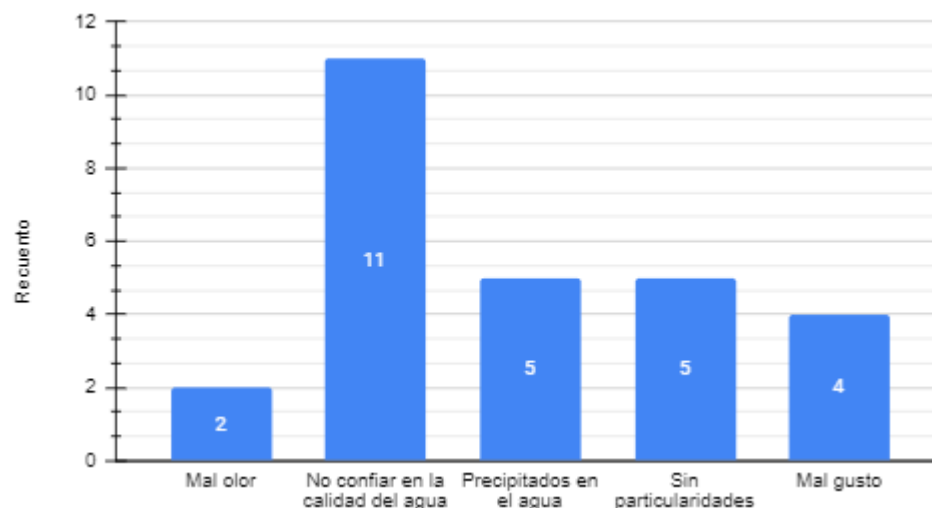


Gráfico 18: Características percibidas por los entrevistados.

DISCUSIÓN.

La única determinación discordante en la realización del análisis físico - químico fue el falso positivo de la muestra 15. Esto se podría explicar de la siguiente manera: el tubo en el que se realizó la prueba estaba mal lavado y las trazas de detergente pudieron haber reaccionado.

Si bien en las observaciones en fresco no se observaron parásitos patológicos, se llegó a divisar granos de polen, algas y microorganismos tales como el Paramecios, que crecen en agua estancada, por lo que se pone en manifiesto la falta de mantenimiento en los tanques.

Como segunda observación, en el análisis bacteriológico hubo desarrollo y crecimiento, sin embargo, no se puede confirmar la presencia de gas por un fallo en lo que fue la



adaptación de las copas de muestra para el analizador Architect, como “campanas de Durham” ya que al autoclavarse, la temperatura produjo que en algunos casos quedasen retenidas en el interior del tubo de ensayo. Además, en ciertos casos, dichas “campanas” flotaban en el caldo de cultivo.

El mencionado desarrollo bacteriano, podría explicarse mediante dos hipótesis o bien, una conjunción de ambas.

La primera es que, de 20 muestras sólo dos pudieron ser tomadas desde canillas cuya esterilización se produjo por flameado, ya que el resto eran de material plástico. Motivo por el cual, se debió proceder a la utilización de alcohol al 70%. Cabe aclarar que, 4 de las 20 muestras, fueron tomadas por los propietarios por no contar con su autorización para el ingreso a la vivienda.

La segunda y última, es un problema en el lavado y/o esterilización de los tubos.

CONCLUSIÓN

En base a lo desarrollado en el presente, los resultados muestran que la calidad del agua tanto en la zona céntrica de Berazategui como en la rural es buena, habiendo particularidades en ciertas muestras por falta de mantenimiento en los tanques domiciliarios, pero no por cuestiones inherentes al agua de consumo.

Se han detectado protozoarios, y observado en una muestra en particular presencia de patógenos del tipo *Cryptosporidium spp* que se atribuye a la rotura de la tapa del tanque según los habitantes del domicilio.

Si bien, las determinaciones físico – químicas están dentro de los límites permitidos según el artículo 982 del Código Alimentario Argentino y la Ley Provincial 11.820, hay determinaciones analíticas especiales que se desconocen, como presencia de pesticidas o metales pesados. A su vez, se analizaron sólo 20 muestras por lo que no se pueden considerar resultados estadísticamente significativos.

Por lo expuesto es que se refiere a calidad del agua y no a potabilidad.



Con respecto a la determinación de coliformes, cabe aclarar que no es concluyente ya que, según las categorías asignadas por el NMP, las condiciones en las que se llevó a cabo el proceso no eran ideales.

Por último, tras el análisis de lo contestado en las encuestas queda en evidencia la desconfianza de los vecinos a la calidad del agua pese a estar en buen estado al día de la realización de las determinaciones.

BIBLIOGRAFÍA

¹Poloto, R. (Mayo de 2007). El agua de Berazategui. (S. Giusti, S. Mina, & C. Ramírez, Entrevistadores) UNQ Editorial SERIE DIGITAL Ciencia y Tecnología.

²Solito, C. (14 de abril de 2016). Berazategui: 400 casos confirmandos de gastroenterocolitis alarman a los vecinos. *La Nación*.

³López, O. C. (27 de Mayo de 2019). Control Microbiológico de aguas - Curso on-line. Fundación Bioquímica Argentina.

⁴ICB, S. L (Interconsulting Bureau S.L). (2017). *Calidad de Aguas: Usos y Aprovechamiento*.

⁵Código Alimentario Argentino (CAA). (Actualizado al 08/21). *Bebidas Hídricas, Agua y Aguas Gasificadas*

⁶Mettler Toledo. (febrero de 2018). *Guía sobre electrodos selectivos de iones - Teoría y práctica de las aplicaciones de ISE*.

⁷Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia. (2007). *pH en agua por Electrometría*.



- ⁸Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia . (2006). *Conductividad Eléctrica por el método Electrométrico en Aguas*.
- ⁹Gómez , C., González, R., & Viruela, R. (2009). *Conductividad de las Disoluciones Electrolíticas*.
- ¹⁰Rigalli, A., Pera, L., Di Loreto, V., & Brun, L. (2007). *Determinación de la Concentración de Flúor en Muestras Biológicas*.
- ¹¹Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2014). *Fundamentos de la Química Analítica*.
- ¹²Torres Ponce de León, R. M., Aguilera Rios, M. S., & Molina León, I. (2011). *Manual de Práctica de Química Analítica*. Morelia, Michoacán
- ¹³SUNASS. (s.f.). *Análisis de Agua Parte 2 - Alcalinidad*.
- ¹⁴UNISANGIL. (s.f.). *Determinación de Calcio en una muestra de suelo por el método de complexometría*.
- ¹⁵Universidad Nacional de Rosario - Dpto. Química Analítica . (2019). *Volumetría de precipitación y complejos*. Rosario.
- ¹⁶Miyares- Estrada, M., Torres-Idavoy, D., Padrón-Morales, S., Valdés-Hernández, J., Diaz-Martinez, M., & Bonilla-Hernández, R. M. (2015). *Aplicación del Reactivo de Neesler en la cuantificación de amonio para las fermentaciones de productos biotecnológicos*. Habana.
- ¹⁷García, R. D. (2018). *Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro*.



- ¹⁸Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*.
- ¹⁹Magaró, H., Uttaro, A., Serra, E., Ponce de León, P., Echenique, C., Nocito, I., . . . Idelman, P. (2020). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/468922390/Tecnicas-de-Diagnostico-Parasitologico-pdf>
- ²⁰Congreso de la Nación Argentina. (22 de agosto de Reforma de 1994). Constitución de la República Argentina. Océano.
- ²¹Intituto Biológico Dr. Tomás Perón. (2019). *Sistema de Gestion de la Calidad*. La Plata.
- ²²Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR. (s.f). *Técnicas de Diagnóstico Parasitológico*.
- ²³Britania. (2021). *E.C Medio*
- ²⁴Sánchez, E., & Vargas, M. (2003). Descripción ultraestructural de *Euglena pailasensis* (Euglenozoa) del Volcán Rincón de la Vieja, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*.
- ²⁵Nusblat, A. D., Sánchez Granel, M. L., Montes, M. G., Cid, N. G., & Nudel, B. C. (2017). Tetrahymena: una plataforma biotecnológica novedosa para la producción de ingredientes activos naturales, proteínas recombinantes y detección de tóxicos ambientales.
- ²⁶BY-NC-SA. (s.f). Reino protista.
- ²⁷MPN CALCULATOR (<https://mostprobablenumbercalculator.epa.gov/mpnForm>)



Anexo 1

ENCUESTA

Marque con una “X” las opciones que considere correctas (**PUEDE MARCAR MÁS DE UNA**):

1) Vive en la Localidad de:

- Gutiérrez
- Berazategui (Barrio “Los Troncos”)
- Hudson.
- Ranelagh.
- Otra:

2) Con respecto al consumo de agua:

- Toma agua de la canilla.
- Cuenta con dispenser
- Cuenta con algún equipo de filtración
- Consume agua mineral

3) En caso de NO consumir agua de la canilla, ¿Cuál es la razón?

- Por percibir mal gusto en el agua
- Por percibir mal olor en el agua
- Por observar precipitados en el agua (sólidos en el agua)
- Por no confiar en la calidad del agua
- Otra:.....

4) Si utiliza agua de la canilla ¿Hierve el agua antes de consumo?

- SI



NO

5) Si utiliza agua de la canilla ¿Agrega gotas de lavandina al agua de consumo?

SI

NO

6) En los últimos 6 meses ¿Ha observado alguna particularidad en el agua de la canilla?

SI

NO

7) En caso de haber contestado de forma afirmativa el Ítem anterior, desarrolle cuál.

.....
.....
.....
.....

8) En los últimos 6 meses ¿Ha sufrido de corte en el suministro de agua?

SI

NO

9) Del 1 al 10 ¿Cómo evalúa la calidad del agua?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pésima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

Con respecto al grupo familiar:

10) ¿Cómo considera el estado de salud del grupo familiar?

Óptimo



- Bueno
- Intermedio
- Malo

En caso que la respuesta sea “Malo” ¿Por qué?

11) En los últimos 6 meses, ¿Han presentado alguno de los síntomas que se presentan a continuación?

- Dolor Estomacal
- Dolor de Cabeza
- Mareos
- Erupciones cutáneas
- Nauseas/Vómitos
- Otro: -----

12) En caso de respuesta afirmativa en el punto anterior ¿Considera que fueron hechos atribuibles al consumo de “agua de la canilla”?

- SI
- NO