

Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo humano en las veredas El Alto del Águila y El Tunal del municipio de Zipaquirá, Cundinamarca.

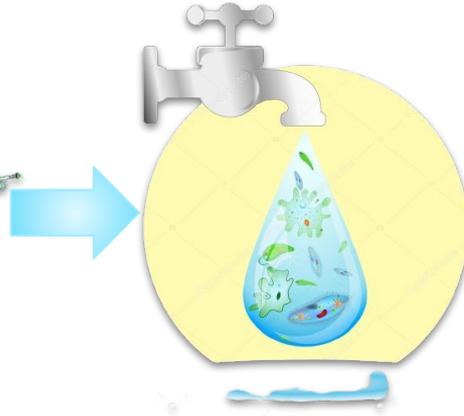
Estudiantes: Alisson Tatiana Sanchez Rodriguez
Maria Fernanda Vasquez Jimenez
Ginett Alejandra Velandia Bernal

Asesor: Edgar Hernán Beltrán Cruz

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Ciencias de la Salud
Programa Bacteriología y Laboratorio Clínico
Trabajo de grado
Bogotá, junio del 2022



Importancia de la calidad del agua



Control de la
potabilidad y
calidad

- Sustancias químicas
- Sedimentos
- Microorganismos
- Residuos humanos o animales



Análisis
físicoquímico y
microbiológico.



Indicadores microbiológicos

Complemento a los parámetros fisicoquímicos

Comportamiento similar a microorganismos patógenos



Comparar sus reacciones a cambios de pH y temperatura o aplicación de medios físicos o químicos de desinfección



- *Pseudomonas*
- *Flavobacterium*
- *Gallionella*
- *Aeromonas*
- *Vibrio*
- *Achromobacter*
- *Alcaligenes*
- *Bordetella*
- *Neisseria*
- *Moraxella*
- *Acinetobacter*.

Resolución 2115 de 2007

“Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”

El uso de bioindicadores está regulado por la Resolución 2115 de 2007, en donde se establecen los valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico.



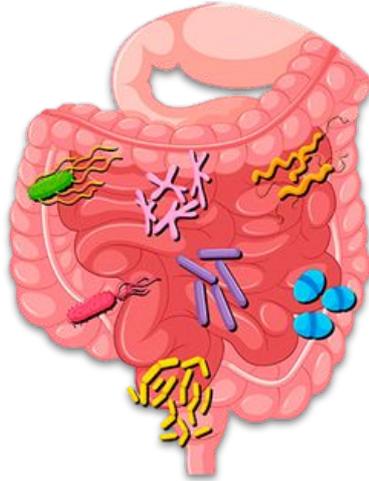
Mesófilos aerobios



Coliformes totales



Son aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, productoras de gas



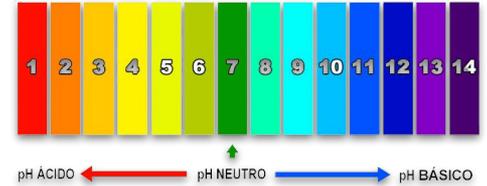
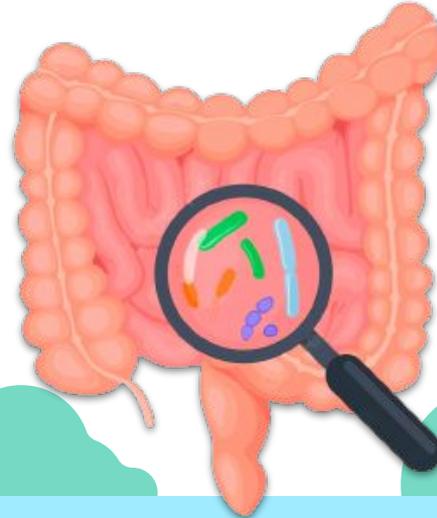
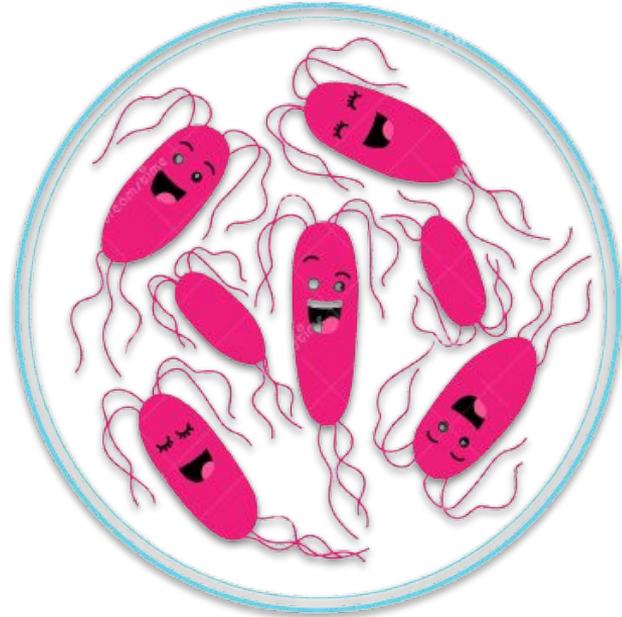
Viven como saprofitos independientes o como bacterias intestinales.

Su velocidad de mortalidad depende de:

- La temperatura del agua
- Los efectos de la luz solar
- Las poblaciones de otras bacterias presentes
- La composición química del agua

Escherichia coli

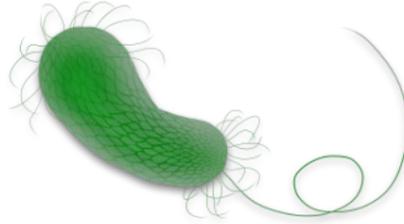
Son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, no esporulantes, fermentadores de lactosa con producción de gas



Este microorganismo es denominado termotolerante, es decir tiene la capacidad de sobrevivir y crecer a temperaturas elevadas

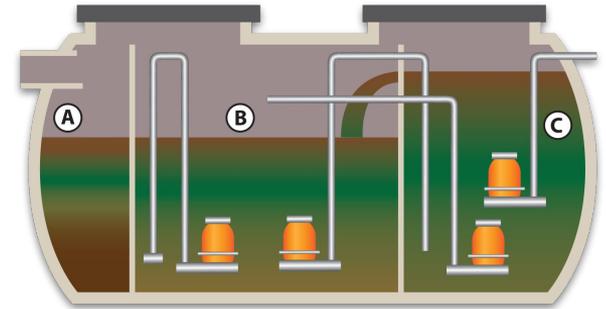
Pseudomonas aeruginosa

Presenta una mayor resistencia al cloro en comparación con otros microorganismos aislados en aguas.



Posible contaminación en la red de distribución o en tanques de almacenamiento.

Su característica más importante es su capacidad de inhibir coliformes.



Pregunta problema

¿Qué nivel de riesgo presentan las aguas para consumo humano distribuidas en las veredas El Alto del Águila y El Tunal del municipio de Zipaquirá, de acuerdo con los resultados de los análisis microbiológicos?



Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo humano tratada y distribuida en dos veredas del municipio de Zipaquirá y establecer un nivel de riesgo de acuerdo con los resultados obtenidos.



Objetivos específicos

1

Identificar los puntos de referencia para la toma de muestras del agua potable para consumo de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de las veredas El Alto del Águila y El Tunal.

2

Determinar las pruebas microbiológicas básicas en el análisis de agua potable para consumo humano en la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de la vereda El Alto del Águila y El Tunal.

3

Verificar el cumplimiento de los indicadores microbiológicos contemplados en la Resolución 2115, de las muestras provenientes de las veredas el Alto del Águila y El Tunal.

4

Determinar el nivel de riesgo sobre la salud de la población de las dos veredas, asociado a los hallazgos microbiológicos.

| Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes) | Frecuencia mínima | Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia |
|--|-------------------|--|
| Menor o igual a 2.500 | Mensual | 1 |
| 2.501 - 10.000 | | 3 |
| 10.001 - 20.000 | Quincenal | 4 |
| 20.001 – 100.000 | Semanal | 8 |
| 100.001 - 250.000 | Diario | 3 |
| 250.001 - 500.000 | | 5 |
| 500.001 – 800.000 | | 6 |
| 800.001 – 1.000.000 | | 7 |
| 1.000.001 – 1.250.000 | | 8 |
| 1.250.001 – 2.000.000 | | 10 |
| 2.000.001 – 4.000.000 | | 12 |
| Mayores de 4.000.000 | | 12 muestras de acuerdo con la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional |

Cuadro N° 12 de la Resolución 2115 del 2007.

Frecuencias y número de muestras de control para los análisis microbiológicos de Coliformes Totales y *E. Coli* que deben ejercer las personas prestadoras en la red de distribución

Recolección de las muestras en cada vereda

Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio

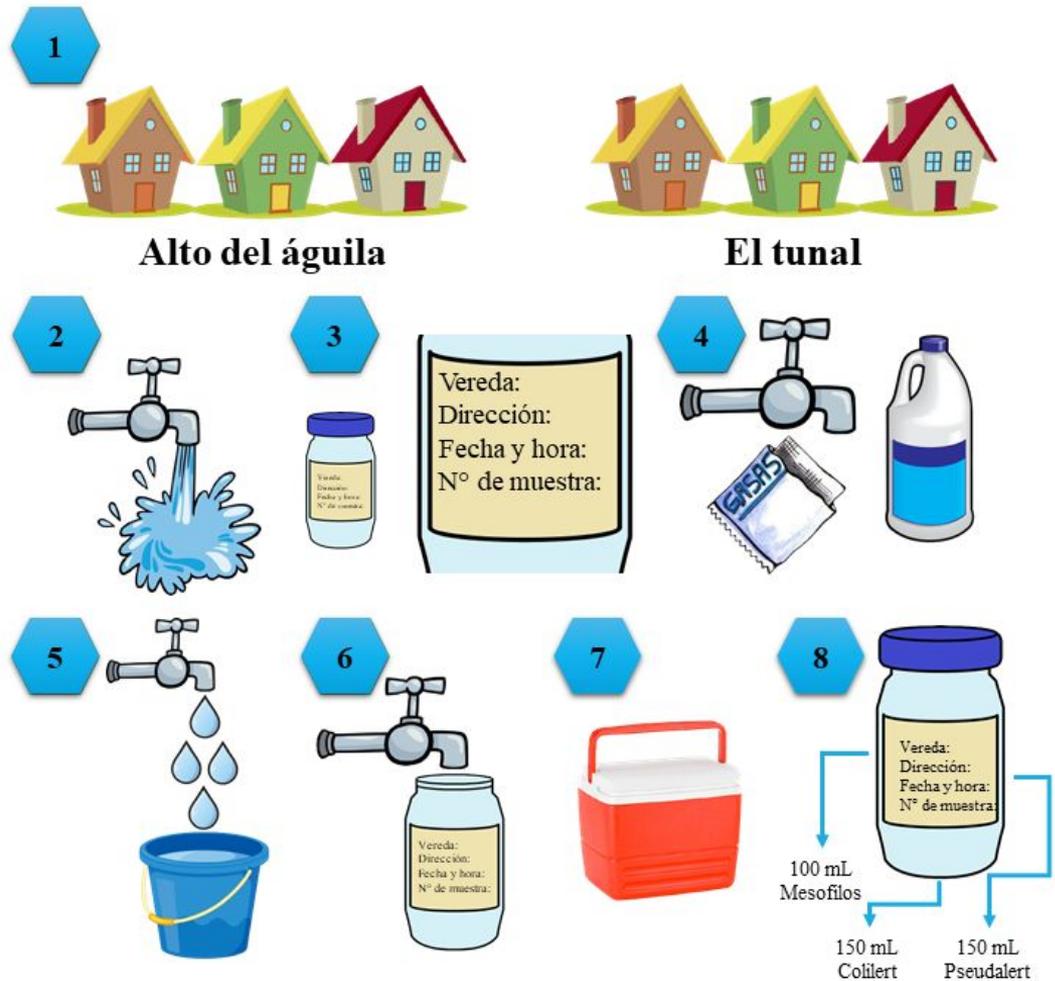


Figura 1. Toma de muestra

Objetivos específicos

1

Identificar los puntos de referencia para la toma de muestras del agua potable para consumo de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de las veredas El Alto del Águila y El Tunal.

2

Determinar las pruebas microbiológicas básicas en el análisis de agua potable para consumo humano en la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de la vereda El Alto del Águila y El Tunal.

3

Verificar el cumplimiento de los indicadores microbiológicos contemplados en la Resolución 2115, de las muestras provenientes de las veredas el Alto del Águila y El Tunal.

4

Determinar el nivel de riesgo sobre la salud de la población de las dos veredas, asociado a los hallazgos microbiológicos.

Determinación de mesófilos



Figura 2. Análisis microbiológico utilizando filtración por membrana.

Control de calidad

| Control de calidad de filtración por membrana | |
|--|-----------------|
| | Recuento |
| Agua estéril | Ausente |

Tabla 1. Resultados del control de calidad para la prueba de filtración por membrana.

Determinación de coliformes totales y *Escherichia coli*



Figura 3. Análisis microbiológico utilizando el sustrato colilert

Control de calidad

| Colilert | | |
|---|-----------------|------------------|
| | Viraje de color | Fluorescencia Uv |
| No coliformes <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>ATCC 9097</i> | Negativo | Negativo |
| Coliformes <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>ATCC 13048</i> | Positivo | Negativo |
| <i>Escherichia coli</i> ATCC <i>35218</i> | Positivo | Positivo |

Tabla 2. Resultados de los controles de calidad para la prueba de colilert y pseudalert.



Determinación de *Pseudomonas aeruginosa*

Figura 3. Análisis microbiológico utilizando pseudalert.

Control de calidad

| Pseudalert | |
|---|----------|
| Fluorescencia UV | |
| Control negativo | Negativo |
| Control positivo <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>ATCC 9097</i> | Positivo |

Tabla 3. Resultados de los controles de calidad para la prueba de pseudalert.

Objetivos específicos

1

Identificar los puntos de referencia para la toma de muestras del agua potable para consumo de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de las veredas El Alto del Águila y El Tunal.

2

Determinar las pruebas microbiológicas básicas en el análisis de agua potable para consumo humano en la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de la vereda El Alto del Águila y El Tunal.

3

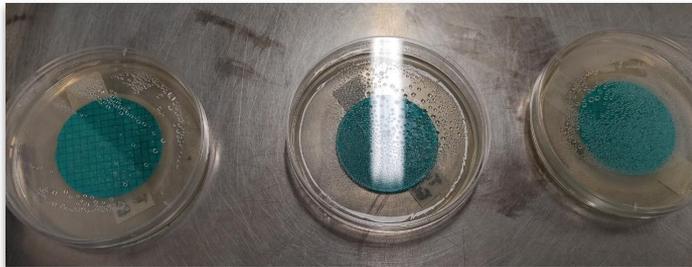
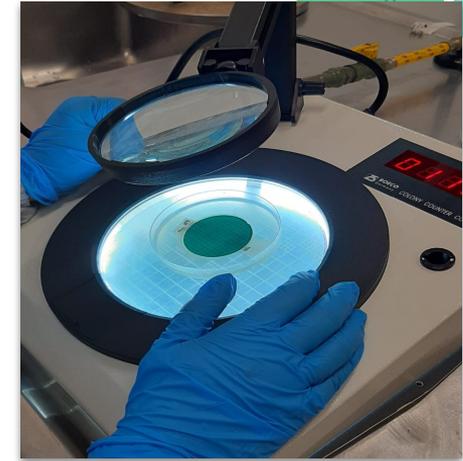
Verificar el cumplimiento de los indicadores microbiológicos contemplados en la Resolución 2115, de las muestras provenientes de las veredas el Alto del Águila y El Tunal.

4

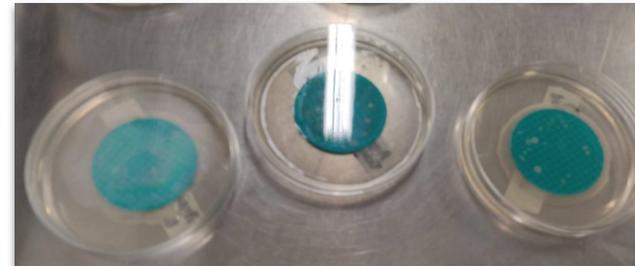
Determinar el nivel de riesgo sobre la salud de la población de las dos veredas, asociado a los hallazgos microbiológicos.

Mesofilos

| El Alto del Águila | | El Tunal | |
|--------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|
| Muestra | Recuento | Muestra | Recuento |
| 1 | 68 UFC/100 cm ³ | 4 | 118 UFC/100 cm ³ |
| 2 | 35 UFC/100 cm ³ | 5 | 158 UFC/100 cm ³ |
| 3 | 33 UFC/100 cm ³ | 6 | 90 UFC/100 cm ³ |



Alto del Águila



El Tunal

Coliformes totales y *Escherichia coli*

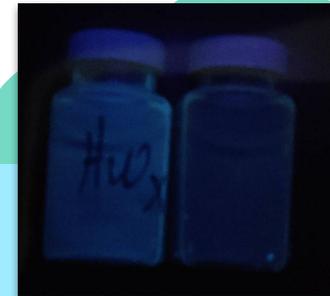
| 1 | A. El Alto del Águila | | |
|-------------------------|-----------------------|----------|-----------|
| Parámetros | 1A | 2A | 3A |
| Coliformes totales | Positiva | Positiva | Negativa |
| <i>Escherichia coli</i> | Positiva | Negativa | No aplica |



Muestra
1A



Muestra
2A

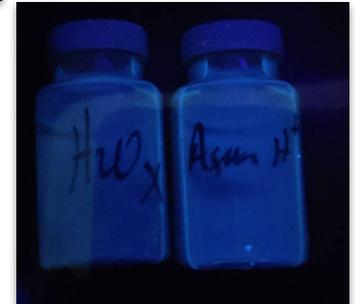


Muestra
3A

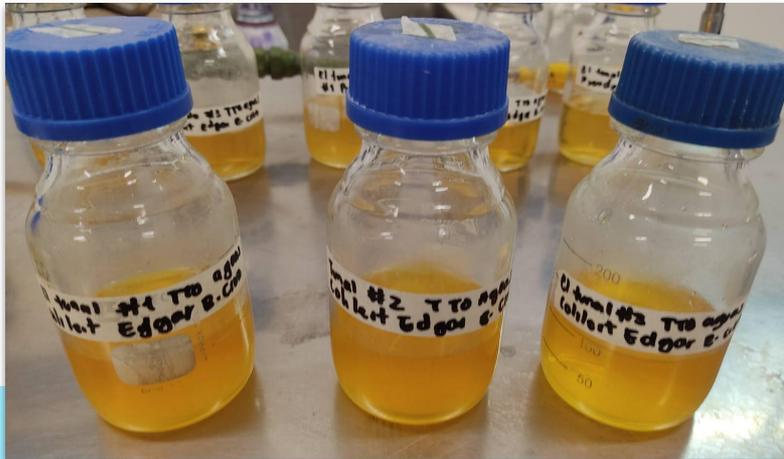
| 1 | B. El Tunal | | |
|-------------------------|-------------|----------|----------|
| Parámetros | 4B | 5B | 6B |
| Coliformes totales | Positiva | Positiva | Positiva |
| <i>Escherichia coli</i> | Positiva | Positiva | Positiva |



Muestra
4B

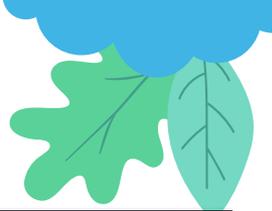


Muestra
5B



Muestra
6B

Pseudomonas aeruginosa



| A. El Alto del Águila | | |
|-----------------------|----------|----------|
| 1A | 2A | 3A |
| Negativo | Negativo | Negativo |

| B.El Tunal | | |
|------------|----------|----------|
| 4B | 5B | 6B |
| Positiva | Negativo | Negativo |



Muestra
1A

Muestra
2A

Muestra
3A



Muestra
4B

Muestra
5B

Muestra
6B

Objetivos específicos

1

Identificar los puntos de referencia para la toma de muestras del agua potable para consumo de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de las veredas El Alto del Águila y El Tunal.

2

Determinar las pruebas microbiológicas básicas en el análisis de agua potable para consumo humano en la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Zipaquirá (EAAAZ), en la población de la vereda El Alto del Águila y El Tunal.

3

Verificar el cumplimiento de los indicadores microbiológicos contemplados en la Resolución 2115, de las muestras provenientes de las veredas el Alto del Águila y El Tunal.

4

Determinar el nivel de riesgo sobre la salud de la población de las dos veredas, asociado a los hallazgos microbiológicos.

| El Alto del Águila | | |
|---------------------------|---------------------|------------------------|
| Muestra | Puntaje IRCA | Nivel de Riesgo |
| 1 | 40 | Alto |
| 2 | 40 | Alto |
| 3 | 0 | Sin Riesgo |
| El Tunal | | |
| Muestra | Puntaje IRCA | Nivel de Riesgo |
| 4 | 40 | Alto |
| 5 | 40 | Alto |
| 6 | 40 | Alto |

Se estableció el puntaje IRCA con los hallazgos microbiológicos de las muestras analizadas de las veredas en estudio.



Las muestras analizadas tienen la presencia de *Escherichia coli*, coliformes totales y mesófilos. Lo que permite determinar que se presenta un nivel de riesgo IRCA alto, considerando así el agua no apta para consumo humano.

La presencia de estos microorganismos está relacionada con tratamientos inadecuados o contaminación posterior.

Conclusiones

Incluir *Pseudomonas aeruginosa* como un indicador para el análisis microbiológico de la calidad del agua en la normativa colombiana.





Los resultados obtenidos en este estudio se informará a las comunidades, al acueducto de Zipaquirá, al acueducto de la vereda El Tunal, a la alcaldía de Zipaquirá y a la Secretaría de Salud de Cundinamarca



Conclusiones

Este trabajo deja abierta la posibilidad de nuevas investigaciones que puedan aportar inquietudes de mejoras en la calidad del agua en zonas rurales a nivel nacional.

La presencia de indicadores de contaminación representan un riesgo para la salud de los consumidores. Por lo que se aconseja a las comunidades tener medidas de prevención.

Agradecimientos



Queremos dar gracias:

- Nuestras familias
- Edgar Hernán Beltrán
- Luis Eduardo Bejarano
- Población de Zipaquirá
- Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por darnos su apoyo y a cada docente que participó en nuestra formación profesional.



Dedicatoria

Este trabajo lo queremos dedicar a nuestros padres, a nuestros hermanos, abuelas y amigos por el apoyo incondicional que nos han brindado, dándonos los mejores consejos, guiándonos y proporcionándonos las bases de responsabilidad, humildad y superación las cuales han contribuido a obtener este logro. Por último, pero no menos importante, a Dios por permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de formación profesional.



Referencias bibliográficas



1. Baeza Gómez E. Calidad del Agua [Internet]. Obtienearchivo.bcn.cl. 2016 [citado el 21 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>
2. RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 [Internet]. Bogotá; Minsalud.gov.co. [actualizado 22 junio 2007; citado 9 abril 2021]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf
3. Passalacqua N, Cabrera J. MICROORGANISMOS INDICADORES [Internet]. Anmat.gov.ar. 2014 [citado el 31 agosto de 2021]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf
4. González M Il, García M, Mariné M. Importancia sanitaria de Pseudomonas aeruginosa en agua de hemodiálisis y su desinfección. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2014 Jun [citado 2022 Mar 24] ; 40(2): 198-211. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662014000200005&lng=es
5. Arcos M, Ávila S, Estupiñan S, Gomez A. Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. [Internet]. Revistas.unicolmayor.edu.co. 2005 [citado 29 Abril 2021]. Disponible en: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/download/47/92>



Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo humano en las veredas El Alto del Águila y El Tunal del municipio de Zipaquirá, Cundinamarca.

Planta de tratamiento

Se abastece del Río Frío y de quebradas que son de apoyo



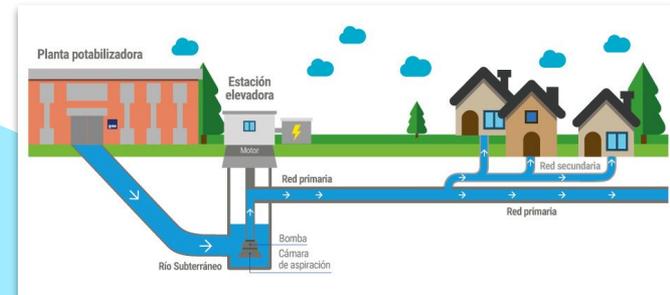
Ingreso del agua por medio de la tubería que se encuentra en el fondo del cono y luego asciende hasta el floculador por bombeo

El floculador tiene forma de cono para asegurar que el movimiento del agua no sea brusco y se rompan los flocs ocasionando que haya daño en el proceso de sedimentación

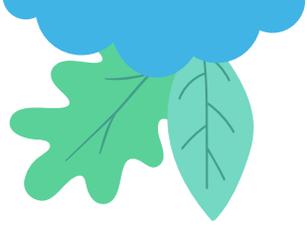
Acueducto veredal

Suministrar agua a las comunidades de zonas rurales

Cuentan con recursos limitados para su operación



IRCA



Es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano



Metodología por la cual se evalúan los resultados de los análisis de muestras de agua para consumo



Permite garantizar que el agua suministrada por las empresas prestadoras cumpla con las características establecidas para el agua de consumo humano

Es calculado por las autoridades sanitarias

Direcciones departamentales
Direcciones distritales
Direcciones municipales



Pigmentos Pseudomonas

Produce 6 tipos de pigmentos

- Piocianina
- Piorubina
- Piomelanina
- Clororafina
- Oxifenazina
- Pioverdina

Piocianina



Tiene propiedades antibióticas,
antifúngicas y citotóxicas



También es importante tener en
cuenta el pseudocin de
Pseudomonas aeruginosa conocida
como piocina y denominada de esta
forma debido al pigmento
piocianina

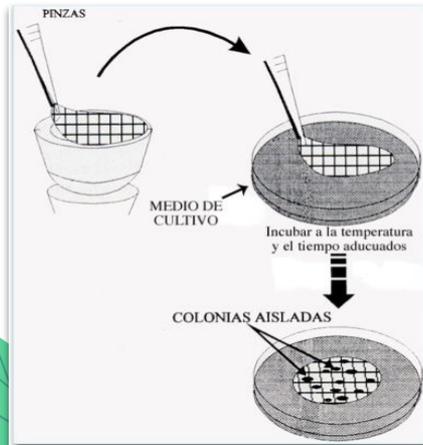
Recomendable utilizar
Pseudomonas spp. y coliformes
totales para la determinación de
microorganismos en agua para
consumo humano



Métodos

Filtración por membrana

Filtración de un volumen determinado de muestra de agua a través de un filtro de membrana



Colilert

Coliformes totales usan β -galactosidasa para metabolizar ONPG y cambiarlo de incoloro a amarillo

Escherichia coli usa β -glucuronidasa para metabolizar el MUG y crear fluorescencia



Pseudalert

La Pseudomona aeruginosa tiene una enzima que se adhiere al sustrato del reactivo para producir la fluorescencia azul con luz ultravioleta.



Cuadro N° 12 de la Resolución 2115 del 2007



| Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes) | Frecuencia mínima | Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia |
|--|-------------------|--|
| Menor o igual a 2.500 | Mensual | 1 |
| 2.501 - 10.000 | | 3 |
| 10.001 - 20.000 | Quincenal | 4 |
| 20.001 - 100.000 | Semanal | 8 |
| 100.001 - 250.000 | Diario | 3 |
| 250.001 - 500.000 | | 5 |
| 500.001 - 800.000 | | 6 |
| 800.001 - 1.000.000 | | 7 |
| 1.000.001 - 1.250.000 | | 8 |
| 1.250.001 - 2.000.000 | | 10 |
| 2.000.001 - 4.000.000 | | 12 |
| Mayores de 4.000.000 | | 12 muestras de acuerdo con la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional |

Esta tabla nos indica la cantidad de muestras que se deben tomar dependiendo del número de habitantes por vereda

Las veredas cuentan con un número de habitantes menor a 2500 por lo que el tamaño del muestreo sería 1



Para que fuera más significativo se tomaron 3 muestras