

CALIDAD DEL AGUA

ECOLOGÍA

DIEGO RENSSON RAMÍREZ V.
Ingeniero Sanitario,
Universidad de Antioquia
Coordinador de Recursos
Hídricos COLANTA

en las Fincas Lecheras



La evaluación de la calidad y cantidad del agua utilizada en las fincas lecheras se ha convertido en una necesidad creciente en los últimos años. La preservación de tales características solo se logra ejecutando prácticas que eviten su contaminación y la deforestación de cuencas y nacimientos. En este artículo se pretende familiarizar al productor con las sustancias que pueden causar contaminación en el agua, con los procedimientos para conocer su calidad y con los diferentes procesos de tratamiento utilizados en la actualidad para obtener un agua apta para consumo humano.

INTRODUCCIÓN

El agua es más antigua que cualquier ser viviente en el mundo, es más antigua que la tierra. Ya existía en el universo hace 4.500 millones de años. La importancia trascendental del agua la dio el mismo creador al dedicar el 70% de nuestro planeta a las aguas, y sólo el 30% a la tierra. El mismo hombre en su aspecto material contiene el 70% de su peso representado en agua.

Pero sólo el 3% del agua, incluida el agua subterránea, es dulce, el resto, un 97% se encuentra en océanos, mares y casquetes polares lo cual la hace no utilizable para consumo humano. Finalmente tan sólo el 0.014% es agua superficial dulce y disponible para el hombre.

Colombia, país privilegiado en aguas, ocupaba hasta hace poco el 4° lugar en riqueza hídrica en el mundo, hoy con una tasa de deforestación de 600.000 hectáreas por año, equivalente a una hectárea por minuto, pasó según algunos entendidos a ocupar el puesto 25, siendo el tercer país que más corta sus bosques en el mundo.

Muchas fuentes se han secado por la tala de bosques y rastrojos, otras han perdido su calidad debido a la contaminación que les ha ocasionado el uso indiscriminado de agroquímicos y la inadecuada disposición de desechos orgánicos, excretas y residuos de cosechas.

En nuestro país, cada día se seca una quebrada y tan sólo se recupera una cada 10 años.

CICLO HIDROLÓGICO

Se conoce como ciclo hidrológico al continuo movimiento del agua en nuestro planeta, así:

El agua llega a la tierra como lluvia, neblina, rocío, nieve, granizo, escarcha; procedente de la atmósfera donde se encuentra almacenada en forma de vapor.

En este fenómeno conocido como precipitación, no toda el agua cae directamente al suelo, pues parte queda retenida en la vegetación en forma de pequeñas gotas, lo que se denomina interceptación.

Otra parte se escurre a través de su superficie aumentando el caudal de ríos y quebradas, para desembocar en el mar, donde el agua por efectos de los rayos del sol vuelve nuevamente a la atmósfera por evaporación.

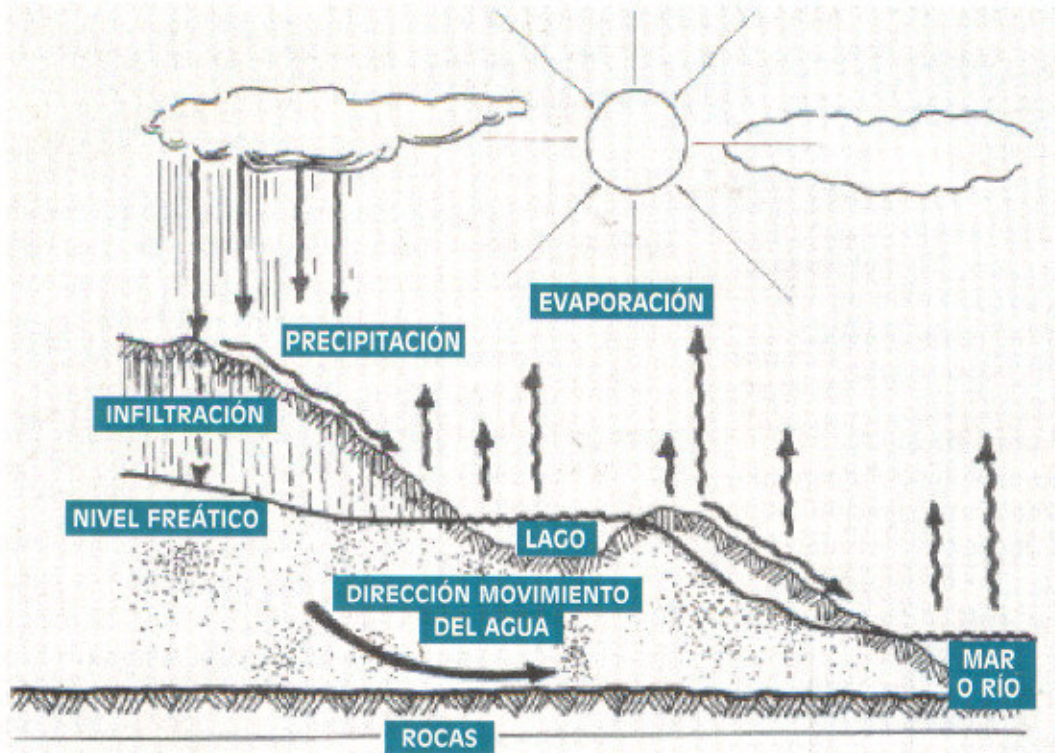
El agua que no escurre por el suelo, ingresa a él por infiltración, parte es retenida cerca de la superficie, de donde alguna cantidad se evapora directamente; otra es absorbida por la vegetación para volver a la atmósfera por transpiración.

El agua que se infiltra al suelo aumenta el abastecimiento de agua subterránea, la cual se descarga a través de manantiales y afloramientos o pasa a las corrientes de agua subterráneas y océanos, de donde regresa al lugar de origen nuevamente por evaporación.

Todo este fenómeno da origen a las diferentes fuentes de agua que existen en la naturaleza.

En la **figura 1** se presenta un diagrama del ciclo hidrológico.

Figura 1. CICLO HIDROLÓGICO

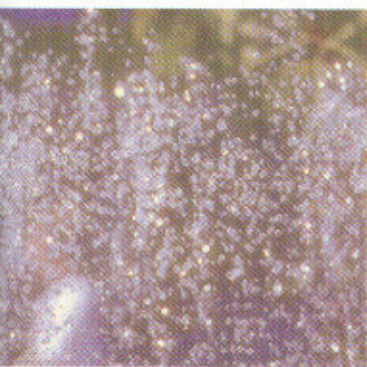


FUENTES DE AGUA

Fuentes Superficiales: Constituidas por corrientes de agua (ríos, quebradas), lagunas y lagos naturales y embalses artificiales. La calidad del agua depende de la cobertura vegetal y de la adecuada disposición de desechos sólidos y líquidos en su cuenca.

Fuentes Subterráneas: Constituidas por depósitos de agua por debajo del nivel del suelo, para su aprovechamiento se hace necesaria la utilización de sistemas de bombeo. La calidad del agua depende de las características del suelo por donde se ha filtrado.

Fuentes Atmosféricas: Constituida por las aguas lluvias. La calidad del agua es muy buena pero se contamina por el escurrimiento en el suelo.



PRESERVACIÓN DEL AGUA

La dotación natural de las cuencas se relaciona en forma directa con su preservación y con la disponibilidad en calidad y cantidad para un amplio número de actividades productivas y recreativas del hombre.

Por esto, cualquier intento para lograr un manejo sostenible del agua debe contar con la participación de la comunidad que se beneficia de su uso y que es la directa responsable de su preservación y cuidado.

El objetivo es alcanzar una formación ambiental para adoptar nuevas actitudes y comportamientos que permitan en el campo un desarrollo agrícola, ganadero y lechero, y el respeto por los recursos naturales para que estos puedan ser disfrutados por las generaciones futuras.



A continuación se hacen algunas recomendaciones para la protección del agua y del suelo en las fincas lecheras:

- Proteja las riberas, los nacimientos de agua y quebradas, evitando la tala y quema de bosques en las partes altas de las cuencas.
- Reforeste con especies nativas que permitan conservar además la flora y la fauna.
- Establezca reservas forestales con la ayuda gubernamental, para proteger los bosques que influyen en la regulación de caudales.
- Controle la erosión de los suelos mediante pequeñas obras civiles y de vegetación tales como barreras vivas, terrazas, trinchos, coberturas vegetales, acequias.
- Seleccione e implemente tecnologías apropiadas de cultivo que no atenten contra la conservación de los suelos (cultivos asociados, rotaciones cíclicas).
- Elabore bioabonos (compost) con los desechos orgánicos y de cosecha que impidan su conversión en basuras que contaminan el recurso agua.
- Restrinja el uso de agroquímicos para disminuir la contaminación y los costos de producción.
- Implemente sistemas de tratamiento de las aguas residuales en las fincas.
- Eduque a la comunidad para que se haga responsable del cuidado y preservación de las fuentes de agua.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El progreso ha traído consigo la explotación irracional de los recursos naturales. Nuestras corrientes de agua se ven cada día más deterioradas por actividades agrícolas, ganaderas, industriales y urbanas.

El agua a lo largo de su ciclo hidrológico se ve sometida a la adición de contaminantes de diversos tipos que dan lugar a sus características finales. Según su procedencia, la contaminación se vera más o menos presente en unos factores que en otros. De acuerdo con esto y con las premisas de calidad que se tengan establecidas, se hacen necesarias unas u otras medidas correctoras.

Los contaminantes se clasifican por la forma o tipo de alteración que produzcan en el agua.

CONTAMINANTES FÍSICOS: Son aquellos que producen alteraciones de las propiedades físicas del agua como son el color, el olor, el sabor, la temperatura, la turbidez. Dentro de estos se encuentran las arcillas, las arenas y limos procedentes del lavado del suelo cuando no tienen cobertura vegetal por causa de la deforestación.

CONTAMINANTES QUÍMICOS: Son todas las sustancias de origen químico que se combinan con el agua y alteran su composición original. Dentro de estas sustancias tenemos los fungicidas, herbicidas o matamalezas, los abonos con alto contenido de fósforo y nitrógeno, los insecticidas, colorantes y solventes. Estas sustancias son transportadas por las aguas de riego y aguas lluvias hasta los ríos y quebradas.

CONTAMINANTES BIOLÓGICOS: Son todos aquellos microorganismos que se encuentran en el suelo y que son arrastrados por el agua. De igual manera el lavado de excretas de animales y la descarga de las aguas residuales de las fincas, corrales de cerdos y ganados sin ningún tipo de tratamiento.

En general, todas las aguas superficiales y subterráneas tienen algún tipo de contaminación lo cual hace necesario su tratamiento. Las aguas contaminadas pueden causar una serie de enfermedades como las presentadas en la **tabla 1**.

Tabla 1
ENFERMEDADES COMUNES TRANSMITIDAS AL HOMBRE POR INGESTIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS

ENFERMEDAD	AGENTE	SÍNTOMAS
GASTROENTERITIS	Escherichia (bacteria)	Dolor abdominal, diarrea, vómito.
FIEBRE TIFOIDEA	Salmonella Typhi (bacteria)	Dolor abdominal, náuseas, fiebre, vómito.
AMIBIASIS	Entamoeba Histolítica (Protozoo)	Dolor muscular, diarrea, vómito, fiebre.
CÓLERA	Vibron cholerae (Bacteria)	Diarrea profusa y acuosa, cólico, vómito.
GIARDIASIS	Gardia lamblia (Protozoo)	Dolor abdominal, diarrea, vómito.
SALMONELOSIS	Salmonella (bacteria)	Dolor abdominal, diarrea, vómito.
OTITIS	Pseudomona Aeruginosa (bacteria)	Dolor e inflamación del oído.

CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua cruda oscila considerablemente de una fuente a otra, por ello, el grado de tratamiento requerido para producir agua potable es diferente y requiere de un estudio de ingeniería cuidadoso, basado en las características del agua en las diferentes épocas del año y en la selección de los procesos y operaciones más eficientes y económicos que permitan producir agua con las condiciones requeridas.

A continuación se darán respuestas a las principales inquietudes que se le presentan al productor de leche cuando quiere conocer la calidad del agua que suministra a su familia, sus animales y que usa en el lavado de instalaciones y equipos.

Sustancias que interfieren con la calidad del agua

A continuación se presenta una lista de las sustancias físicas, químicas y biológicas más comúnmente encontradas y la importancia sanitaria de su presencia en aguas crudas que se desea tratar.

Turbiedad

La no transparencia del agua es asociada con el término de turbidez. Ésta es producida por materias en suspensión, tales como arcillas, sedimentos y partículas orgánicas resultado de la descomposición de restos de plantas y partículas fibrosas.

La importancia sanitaria de la turbidez es más de orden estético debido a que aguas con alta turbiedad son objetables para los consumidores y son asociadas a la contaminación.

Sólidos

Se refiere a toda la materia sólida contenida en un líquido. Su contenido en aguas superficiales aumenta en época de invierno debido al lavado de suelos

erosionados o deforestados. En verano el contenido de sólidos disminuye considerablemente. En aguas subterráneas, es relativamente constante y su presencia se debe a la infiltración del agua en terrenos ricos en carbonatos, cloruros, sulfato, calcio y magnesio.

Los sólidos influyen sobre otras características del agua como el sabor, la dureza, propiedades de corrosión y tendencia a la incrustación, además pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor final.

Color

El color en aguas superficiales se debe a la presencia de sustancias orgánicas coloreadas que provienen de la descomposición y extracción acuosa de hojas y malezas. En aguas subterráneas la oxidación del hierro y el manganeso puede generar depósitos rojizos o negros que imparten color al agua.

Hasta el momento no se ha demostrado que un agua con alto contenido de color pueda causar efectos nocivos sobre la salud.



Dureza

La dureza del agua se conoce tradicionalmente como la capacidad que tiene el agua para reaccionar con el jabón y producir menor o mayor cantidad de espuma. Su presencia se debe principalmente a los iones de calcio y magnesio, aportados generalmente por la filtración del agua sobre terrenos ricos en carbonatos de calcio y magnesio (piedras calizas).

La importancia sanitaria de la dureza en el agua radica en la capacidad que tiene de producir depósitos e incrustaciones en las tuberías, los cuales se aceleran con el aumento de la temperatura de las aguas. De igual manera implica la utilización de mayores cantidades de jabón o de jabones especiales para el lavado.

No hay evidencia de efectos adversos para la salud que sean específicamente atribuibles a los altos niveles de dureza en las aguas.

Hierro

El hierro es el cuarto elemento que más abunda por peso en la corteza terrestre. Su presencia en aguas subterráneas y superficiales es consecuencia de la disolución de rocas y minerales ricos en este elemento. Por lo general, las aguas subterráneas presentan concentraciones de hierro mayores que las aguas superficiales.

El hierro en el agua ocasiona sabor desagradable y mancha los artefactos sanitarios, lavamanos y ropa. Su sedimentación favorece así mismo la formación de depósitos de color rojizo que disminuyen gradualmente la corriente de agua en las tuberías .

Cloruros

La presencia de cloruros (sales) en las aguas naturales puede atribuirse a la disolución de depósitos de sal de la corteza terrestre, a la descarga de aguas residuales sin tratamiento y a la instrucción de aguas marinas (con alto contenido de sales) en áreas costeras, ocasionando un aumento en la concentración tanto del agua superficial como subterránea.

Usualmente, el agua con alto contenido de cloruro de sodio (sal común) tiene un sabor desagradable, puede dañar conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.





Manganeso

La presencia de manganeso en las aguas superficiales y subterráneas se atribuye a la disolución de depósitos de la corteza terrestre. Su aparición puede ser objetable por una serie de razones que no guardan precisamente relación con la salud.

El manganeso puede impartir un sabor desagradable al agua, manchar la ropa de lavado, los artefactos sanitarios y la fontanería. Además forma depósitos que causan problemas de incrustación que pueden desprenderse en forma de un precipitado negro.

Sulfatos

Los sulfatos se originan por el paso del agua y su infiltración sobre depósitos naturales de sulfato de magnesio y sulfato de sodio. Su importancia sanitaria radica en que, en cantidad suficiente, su consumo puede producir efectos laxantes.

pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua que indica si ésta es ácida o alcalina. Su medición es importante para el control de la corrosión y de procesos en el tratamiento del agua. Aunque el pH no puede ser considerado un contaminante del agua, su disminución o aumento repentino puede ser un indicio de que hay algún tipo de infección.

Alcalinidad

La alcalinidad del agua es la medida de su capacidad para reaccionar con ácidos o bases fuertes a un pH determinado. Ésta se debe principalmente a la presencia de bicarbonatos, los cuales se forman por la acción del CO₂ sobre los suelos o por la infiltración del agua en terrenos formados por rocas calizas.

Aunque no se considera en sí un contaminante del agua, puede ser importante para el tratamiento de las aguas por las reacciones que forma con algunas sustancias ácidas.

Organismos Patógenos

El término de organismos patógenos se refiere a aquellos seres vivos microscópicos que se encuentran en el agua y que pueden causar enfermedades.

Las bacterias coliformes indican la adecuación del agua a diferentes usos y su densidad señala el grado de contaminación y, por lo tanto, la calidad sanitaria de un cuerpo de agua. Las bacterias del grupo de los coliformes se encuentran en el intestino y en las heces de los animales de sangre caliente y llegan al agua principalmente por la descarga de las aguas residuales domésticas, de fincas, marraneras y establos que no han tenido ningún tipo de tratamiento.

Las pruebas realizadas para la detección de estas bacterias pueden diferenciar la cantidad de coliformes totales y coliformes fecales presentes en una muestra de agua y proporcionar información sobre la posible fuente de contaminación y su mayor o menor lejanía, ya que los miembros no fecales del grupo coliformes pueden sobrevivir mucho más tiempo que los miembros fecales en un medio ambiente no favorable como es el agua.

Su importancia sanitaria radica en que causan la gran mayoría de enfermedades gastrointestinales en hombres y animales.

Calidad del agua utilizada en las fincas

Para conocer las características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua que se está utilizando, se requiere la toma de muestras para ser llevadas a un laboratorio de análisis de aguas debidamente certificado.

En aguas superficiales y subterráneas se debe tomar muestras en época de invierno y verano para conocer la variación de su calidad.

Los parámetros a analizar serán los que se presentaron anteriormente:

Análisis fisicoquímico: Sólidos totales, sólidos suspendidos, color, turbiedad, pH, alcalinidad, cloruros, sulfatos, dureza, hierro y manganeso.

Análisis bacteriológico: Coliformes totales, coliformes fecales y recuento de mesófilos.

Adicionalmente, si se utiliza agua de una fuente que se presume tiene contaminantes diferentes a los anteriores, se debe solicitar al laboratorio análisis adicionales que indiquen la presencia o ausencia de dichos contaminantes.

Se recomienda llamar telefónicamente antes de entregar las muestras al laboratorio para que éste dé las indicaciones sobre el procedimiento para la toma y transporte de las muestras. Si no se tiene la oportunidad de llamar, a continuación se dan las instrucciones que se deben seguir:



- Las muestras para el análisis fisicoquímico y bacteriológico deben tomarse en diferentes frascos de vidrio.
- El volumen de muestra será de 2 litros para el análisis fisicoquímico y de 250 mililitros para el bacteriológico.
- Los frascos recomendados son aquellos en los cuales se ha envasado agua o que han sido esterilizados.
- Si no se dispone de frascos esterilizados, se deben colocar en agua y hervirse durante 15 minutos.
- El frasco para el bacteriológico se llena solamente hasta las 3/4 partes de su capacidad y para fisicoquímico se llena totalmente. Después de realizar este procedimiento se deben tapar y marcar.
- Las muestras deben analizarse máximo 24 horas después de tomadas y su transporte debe hacerse en una nevera de icopor, refrigerada a 4°C (adicionar hielo).
- Las muestras se identificarán de la siguiente manera: fecha, hora, sitio de muestreo, procedencia, condiciones climáticas, persona que toma la muestra.

Costo de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos

Sin tener en cuenta análisis adicionales a los anteriormente descritos, el costo de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos es de aproximadamente \$ 80.000. (U.S 60).

Resultados obtenidos después del análisis

Los resultados permiten hacer una comparación entre el agua analizada y las normas de calidad fisicoquímicas y bacteriológicas exigidas por el Ministerio de Salud en el Decreto 2105/83 y Resolución 12186/91 para el agua potable y que son presentadas en las **tablas 2 y 3**.

Pasos a seguir si los análisis se encuentran fuera de las normas

Por regla general, cualquier agua, sea superficial o subterránea, tiene algún tipo de contaminante que hace necesario su tratamiento. Como el agua que se va a utilizar se destinará para consumo humano y animal, se requiere que ésta sea potable.

En la **tabla 4** se presentan algunos criterios para su tratamiento.

Debe anotarse que los valores de la tabla son guías y que no constituyen requisitos para el diseño de una planta de purificación. La selección del proceso de tratamiento se hace con base en la experiencia y en estudios de tratabilidad realizados en el laboratorio o en plantas piloto y su selección la debe hacer un profesional idóneo que proponga las alternativas económicamente más viables.

Tabla 2
NORMAS DE CALIDAD FISICOQUÍMICAS DEL AGUA POTABLE

REPÚBLICA DE COLOMBIA

PARÁMETRO	UNIDADES	NORMA EXIGIDA (Decreto 2105/83)
Turbiedad	U.N.F	Menor de 5
Color	U.C	Menor de 15
Cloruros	mg/l	Menor de 250
pH	Unidades	Entre 6.5 y 9.0
Hierro	mg/l	Menor de 0.30
Sulfatos	mg/l	Menor de 250
Sólidos Totales	mg/l	Admisible hasta 500
Manganeso	mg/l	Menor de 0.1
Dureza	mg/l	Admisible hasta 150
Cloro residual *	mg/l	Entre 0.1 y 1.0

* El cloro actúa como desinfectante y se adiciona al agua en su tratamiento.

Tabla 3
NORMAS DE CALIDAD BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA POTABLE

REPÚBLICA DE COLOMBIA

PARÁMETRO	UNIDADES	NORMA EXIGIDA (Resolución 12186/91)
Coliformes totales	NMP/100 ml *	< 2
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 2
Recuento de mesófilos	Recuento/100 ml	< 100

* NMP: Número más probable por cada 100 ml de muestra.

Sin embargo, con la información presentada en las tablas 4 y 5 se da una idea a los productores sobre las posibles alternativas de tratamiento y la efectividad de los mismos.

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA UTILIZADOS GENERALMENTE

Tabla 4
CRITERIOS DE CALIDAD PARA DESTINACIÓN DEL RECURSO PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO.
REPÚBLICA DE COLOMBIA

PARÁMETRO	UNIDADES	REQUIERE TRATAMIENTO CONVENCIONAL *	REQUIERE SOLO DESINFECCIÓN **
Turbiedad	U.N.F	-	10
Color	U.C	75	20
Cloruros	mg/l	250	250
pH	Unidades	5.0 - 9.0	6.5 - 8.5
Sulfatos	mg/l	400	400
Coliformes totales	NMP/100 ml	20000	1000
Coliformes fecales	NMP/100 ml	2000	

* Tratamiento convencional: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.
** Adición de un desinfectante

En la tabla 5 se resumen los procesos de purificación de agua más usados en la actualidad.

Tabla 5
PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA

PROCESO	PROPÓSITO
Tratamiento preliminar	
Cribado (Rejas)	Remoción de desechos grandes que pueden obstruir o dañar los equipos de la planta.
Pretratamiento químico, generalmente precloración.	Remoción eventual de algas y otros elementos que causan sabor, olor y color.
Desarenación	Remoción de arenas y limos.
Tratamiento principal	
Aireación	Remoción de olores y gases disueltos. Remoción de hierro y manganeso.
Coagulación/floculación	Conversión de sólidos no sedimentables en sedimentables mediante la adición de químicos.
Sedimentación	Remoción de sólidos sedimentables.
Ablandamiento. Proceso cal-soda o con zeolitas.	Remoción de dureza.
Filtración en arena.	Remoción de sólidos finos, floc en suspensión y microorganismos.
Absorción con carbón activado.	Remoción de sustancias orgánicas y color.
Estabilización	Prevención de incrustaciones y corrosión.
Desinfección con cloro.	Muerte de organismos patógenos.
Desinfección con ozono.	Muerte de organismos patógenos.
Ósmosis inversa	Remoción de sales.

Efectividad de los procesos

La efectividad relativa de los principales procesos y operaciones unitarias usados en la purificación de aguas se resumen en la **tabla 6**. El grado relativo de cada operación se indica por un signo +, hasta un límite de cuatro, cuando es positivo. Los efectos indirectos se registran mediante paréntesis colocados alrededor de los signos y los efectos negativos con un signo -, hasta un límite de tres.

Tabla 6
EFFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

ATRIBUTO	AIREACIÓN	(A) COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN	ABLANDAMIENTO CON CAL-SODA	FILTRACIÓN LENTA SIN (A)	FILTRACIÓN RÁPIDA CON (A)	CLORACIÓN
Bacterias	NO	++	(+++) ¹ y ²	++++	++++	++++
Color	NO	+++	NO	++	++++	NO
Turbidez	NO	+++	(++) ²	++++ ³	(++)	NO
Olor y sabor	++ ⁴	(+)	(++) ²	++	(-)	++++ ⁵ — ⁶
Dureza	+	(-) ⁷	+++	NO	(-) ⁷	NO
Corrosividad	+++ ⁸ — ⁹	(-) ¹⁰	11	+	(-) ¹⁰	NO
Hierro y Manganeso	+++	+ ¹²	(++)	++++ ¹²	++++ ¹²	NO

1. Cuando se producen valores muy altos de pH por tratamiento con exceso de cal.
2. Mediante inclusión en los precipitados.
3. Para turbidez alta, los filtros se taponan muy rápidamente.
4. Sin incluir sabores por clorofenoles.
5. Cuando se emplea supercloración seguida de dechloración.
6. Cuando no se emplea 5 en presencia de sabores y olores intensos.
7. Algunos coagulantes pueden aportar dureza.
8. Mediante remoción de dióxido de carbono.
9. Mediante adición de oxígeno.
10. Algunos coagulantes introducen dióxido de carbono.
11. Variable, algunos metales son atacados a valores de pH altos.
12. Después de la aireación.



SISTEMA DE TRATAMIENTO A IMPLEMENTAR EN UNA FINCA PEQUEÑA

Si en su finca no dispone de un sistema de tratamiento de agua potable, le vamos a enseñar cómo puede hacer uno que le permita producir agua filtrada y desinfectada para su familia.

Filtración

Si el agua contiene arena y sólidos que le dan un aspecto pantanoso (turbio), se debe seguir los pasos 1 y 2. Si su agua es cristalina, tan sólo deberá cumplir las instrucciones del paso 1.

Es importante aclarar que en verano generalmente las aguas son cristalinas y que en invierno cambian su aspecto, por lo tanto, esto se debe tener en cuenta para el diseño de su sistema.

La desinfección final se debe hacer en ambos casos (1 y 2).

AGUAS TURBIAS

(Se sigue el paso 1 y adicionalmente el 2)

1. Materiales para acondicionamiento del agua

- Caneca de 55 galones.
- Sulfato de aluminio (Alumbre).
- Cal.
- Dos uniones de 3/8 de pulgada.
- Dos llaves de 3/8 de pulgada.

2. Materiales para el filtro

- Caneca de 55 galones (200 litros).
- Varilla de hierro de 3/8 (3,5 mts).
- Malla metálica de 60 x 60 cms.
- Tres paladas de gravilla lavada.
- Doce paladas de arena fina lavada.
- Una unión de 3/8 de pulgada.
- Una llave de agua de 3/8 de pulgada.
- Un pedazo de lata perforado igual al diámetro de la caneca.
- Una tapa que permita la entrada de aire.
- Brea.
- Carbón de leña.

AGUAS CLARAS

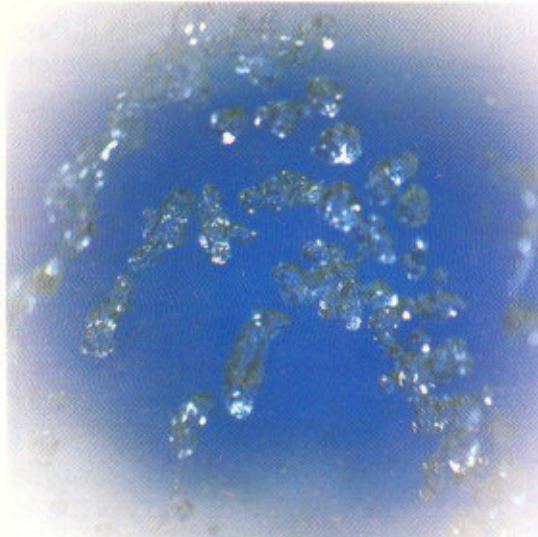
(Se sigue solamente el paso 2)

3. Procedimiento

3.1. Aguas claras

Si sus aguas son claras durante todo el año sólo requiere instalar el filtro. Los pasos en su construcción son los siguientes:

- Lave muy bien la caneca con agua y jabón. Recubra el interior con brea, para evitar que se oxide.
- Abra un hueco en la parte inferior de la caneca y solde una unión de 3/8 de pulgada.
- Corte dos pedazos de varilla de 90 cms cada uno y doble en forma de L los extremos , a una distancia de 17 cms de las puntas. Únalas en formas de cruz y recúbrelas con brea, colóquelas en el fondo (éstas harán de soporte al resto de los elementos).
- Con el pedazo de varilla restante, forme un arco que entre en la caneca y apóyelo sobre el soporte anterior. La malla debe ir amarrada al aro.
- Al tener listo el soporte y la malla en el fondo, eche 3 paladas de gravilla y nivele, agregue una capa de 5 cms con carbón de leña finamente picado finalmente agregue 12 paladas de arena y nivele.
- Sobre la capa de arena nivelada coloque la lata perforada. Este latón debe ser recubierto por ambos lados con brea.



La desinfección es el último proceso que se lleva a cabo en la purificación del agua y se realiza generalmente después de su filtración.

- Llene el filtro con agua y abra la llave para suministro.
- El filtro se puede atascar debido a las impurezas retenidas, esto lo sabrá cuando la cantidad de agua que sale por la llave disminuya considerablemente. Cuando ésto suceda, quite la capa de arena y reemplácela por otra previamente lavada.

3.2. Aguas turbias

- Lave muy bien la caneca con agua y jabón. Recubra el interior con brea, para evitar que se oxide.
- Abra un hueco en la parte inferior de la caneca, solde una unión de 3/8 de pulgada y enrosque la llave. Esta llave servirá para desalojar lodos.
- Abra otro hueco 5 cms por encima de la llave del fondo y haga el mismo procedimiento. Esta llave servirá para suministrar agua al filtro.
- La llave de suministro deberá ir al frente de la caneca, la llave de fondo por detrás de la caneca.
- Llene la caneca del agua a tratar.
- Agregue 4 gramos de alumbre (2 cucharaditas cafeteras rasas) a la caneca y 2 gramos de cal (1 cucharadita cafetera rasa) a los 200 litros de agua que hace la caneca. Revuelva vigorosamente durante 1 minuto.
- Luego revuelva suavemente el agua durante 5 minutos y deje reposar otros 5 minutos.
- Los lodos presentes en el agua se precipitarán, quedando un sobrenadante limpio.
- Abra la llave de fondo y descargue los lodos al sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Abra la llave de suministro y alimente el filtro hecho en 3.1.

Luego de filtrar el agua se hace necesaria su desinfección, a continuación se presenta la manera de hacerlo.

Desinfección

La desinfección del agua se refiere a la destrucción de los microorganismos (bacterias, virus, hongos, etc.) presentes en el agua y que pueden causar enfermedad. La desinfección es el último proceso que se lleva a cabo en la purificación del agua y se realiza generalmente después de su filtración.

De todos los desinfectantes, el más utilizado a nivel mundial es el cloro ya que tiene las siguientes ventajas:

- Tiene la capacidad de destruir los microorganismos causantes de enfermedad en un tiempo adecuado.
- Es de fácil obtención a un costo razonable.
- Su concentración en el agua se puede detectar fácilmente.
- Dosificado adecuadamente, produce un efecto residual que se constituye en una protección contra una eventual recontaminación.
- Dosificado adecuadamente, no produce efectos tóxicos, ni sabor u olor en el agua.

Para la desinfección del agua en las fincas puede utilizarse el hipoclorito de sodio conocido comercialmente como perclorito y muy eventualmente el límpido, utilizado para blanquear la ropa.

Materiales

- Caneca de 55 galones (200 litros) con llave a 5 centímetros del fondo y tapa.
- Una unión de 3/8 de pulgada.
- Una llave de agua de 3/8 de pulgada.
- Una tapa que permita la entrada de aire.
- Brea.

Procedimiento

- Lave muy bien la caneca con agua y jabón. Recubra el interior con brea, para evitar que se oxide.
- Abra un hueco 5 centímetros por encima del fondo de la caneca, solde una unión de 3/8 de pulgada

da y enrosque la llave. Esta llave servirá para el suministro de agua potable.

- Llene la caneca del agua procedente del filtro.

Preparación de soluciones

Para la preparación de la solución madre (concentrada) de cloro, sólo se necesita agregar el número de gotas de hipoclorito de sodio o límpido que aparecen en la **tabla 7**.

Prepare la solución madre, guárdela en un sitio oscuro y fresco y deséchela cuando tenga más de 4 días de preparación.

Tabla 7 PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN MADRE DE CLORO		
VOLUMEN DE SOLUCIÓN MADRE A PREPARAR	SI UTILIZA HIPOCLORITO DE SODIO	SI UTILIZA LÍMPIDO
Medio litro	Agregar 4 ml (60 gotas)	Agregar 8 ml (120 gotas)
Un litro	Agregar 8 ml (120 gotas)	Agregar 17 ml (255 gotas)

Nota: 15 gotas equivalen a 1 mililitro de solución madre.

Determinación de la dosis de cloro

Como usted no sabe la cantidad de solución madre que le debe agregar a la caneca de agua filtrada para su desinfección, debe realizar el ensayo para determinar la dosis de cloro de acuerdo con los siguientes pasos:

- Tome un pequeño volumen de solución madre (en una tacita).
- Coloque en hilera 6 botellas transparentes de igual capacidad y bien lavadas. Utilice botellas de gaseosas de 350 centímetros cúbicos.
- Llene las botellas con el agua filtrada y deje un pequeño espacio para la solución clorada. Agregue con un gotero 5 gotas de la solución de cloro a la primera botella, 10 gotas a la segunda, 15, 20, 25 y 30 a las restantes.

- Agite las botellas suavemente y deje reposar durante media hora.
- Después de transcurrida la media hora, agregue una pizca de Yoduro de Potasio (se compra en una farmacia) y agite hasta disolverlos.
- Agregue 4 gotas de vinagre casero y 10 gotas de solución de almidón (como la empleada para la ropa).
- Agite nuevamente. Notará que el agua toma un color azul, cuya intensidad está en relación directa con el cloro que contiene.

La botella con coloración azul más tenue, indica la demanda de cloro y se debe tomar como referencia para adicionar la solución de cloro al volumen de agua a tratar.

Adición de la solución madre para desinfección

Para la desinfección de los 200 litros de agua filtrada, se debe adicionar una cantidad de solución madre proporcional al ensayo para la determinación de la dosis de cloro. En la **tabla 2**, se presentan los volúmenes de solución madre de desinfectante que se deben agregar a la caneca de agua filtrada.

Tabla 2
MILILITROS DE SOLUCIÓN MADRE A AGREGAR
PARA 200 LITROS DE AGUA

BOTELLA CON COLORACIÓN AZUL MÁS TENUE	DESINFECTANTE MADRE A ADICIONAR EN LA CANECA DE AGUA FILTRADA
1 (La de 5 gotas)	284 ml (1 vaso desechable lleno)
2 (La de 10 gotas)	572 ml (2 vasos desechables llenos)
3 (La de 15 gotas)	858 ml (3 vasos desechables llenos)
4 (La de 20 gotas)	1142 ml (4 vasos desechables llenos)
5 (La de 25 gotas)	1428 ml (5 vasos desechables llenos)
6 (La de 30 gotas)	1714 ml (6 vasos desechables llenos)

Recuerde que sólo debe utilizar el agua después de 30 minutos de haber adicionado el desinfectante.

Control del cloro residual

Existen en el mercado comparadores de cloro para determinar la presencia de cloro residual en el agua. A falta de estos se puede utilizar el siguiente método práctico para determinar si existe o no cloro residual.

- Tome una tasa de fondo blanco y llénele hasta la mitad del agua ya desinfectada.
- Agregue una pizca de yoduro de potasio y agite la solución hasta que se disuelva.
- Añada 5 gotas de vinagre y agite.
- Ponga 10 gotas de solución de almidón.

- Si aparece un color azul tenue, hay cloro residual.
- Si el agua no cambia de color, no tiene cloro residual.

La intensidad del color es proporcional a la cantidad de cloro presente, mientras más intenso el color más cloro tiene el agua.

Si el color azul es muy intenso, hay un exceso de desinfectante y por lo tanto debe agregarse agua hasta obtener mediante la prueba un azul tenue.

**RECUERDE: FILTRE Y DESINFECTE BIEN SU AGUA.
DIARIAMENTE MUEREN EN EL MUNDO 25.000 PERSONAS
POR TOMAR AGUAS MAL TRATADAS O CONTAMINADAS**

BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA, WPCF. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17 Edición. Madrid (1992); 780 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA Regional del Centro de Antioquia. Normatividad ambiental básica. Medellín: CORANTIOQUIA, 1996. 463 p.

EL COLEGIO VERDE de Villa de Leyva. Eco guías para el Municipio Colombiano. Santafé de Bogotá (1992); 100 p.

ESCOBAR G., Ángela P. Dañar el ambiente cuesta mucho. En: El Mundo, Suplemento Especial. Medellín. (1996); p. 5.

GUZMÁN, ARTEAGA, Ramiro. Colombia le regala un día al planeta. En: El Espectador. Bogotá: (9, May. 1996); p. 3D.

HOGARES JUVENILES Campesinos. Abastecimiento de agua. 3 ed. Bogotá: Hogares Juveniles Campesinos, 1986. 70 p.

ORGANIZACION PANAMERICANA de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. Bogotá: OPS, 1987. V. 2.

PÉREZ, JORGE Arturo. Manual de potabilización del agua. 1. ed. Medellín: Universidad Nacional, 1990. p. 350 - 366.

REVISTA EMPRESAS Públicas. Medellín. Vol. 9, No. 2 (1987); p. 11 -70.

ROMERO R., Jairo A. Acuípurificación. Escuela Colombiana de Ingeniería. 1. ed. Bogotá: La Escuela, 1993. p. 3 - 9.

SECRETARIA DE Salubridad y Asistencia. Cartilla de saneamiento del agua. s. n: La Secretaría, 1971. p. 2 - 8.

UNIVERSIDAD DE Antioquia y Contraloría General de Antioquia. El Libro del agua. 2. ed. Medellín: U. de A., 1994. 150 p.

VERA ZAPATA, Wilmar, y Agudelo Angela. Día del agua: Aproveche el agua en su finca. En: El Colombiano. Medellín: (6, Oct. 1996); p. 16 E.

WORLD HEALTH Organization. Guidelines for drinking-water quality. Génova: WHO, 1984. V.1, 130 p.