

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS ANIMAL**

**"UNIDAD LAGUNA"**



**EFFECTO QUE TIENE LA POTABILIZACION DEL AGUA EN LA  
PRODUCCION DE LECHE**

**POR:**

**SABAS ROSAS CORRO**

**MONOGRAFÍA:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE:**

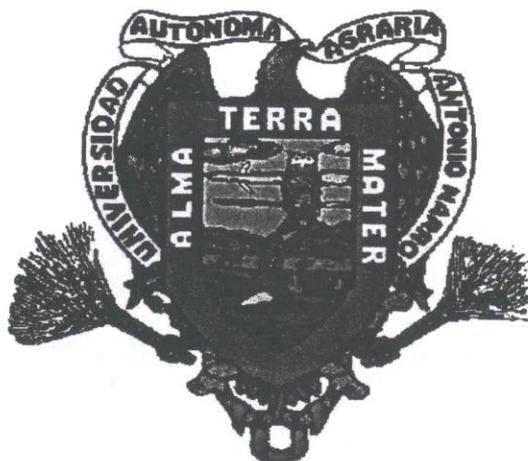
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**Junio de 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS ANIMAL**

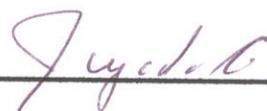
**"UNIDAD LAGUNA"**



**EFFECTO QUE TIENE LA POTABILIZACION DEL AGUA EN LA  
PRODUCCION DE LECHE**

**POR:**

**SABAS ROSAS CORRO**

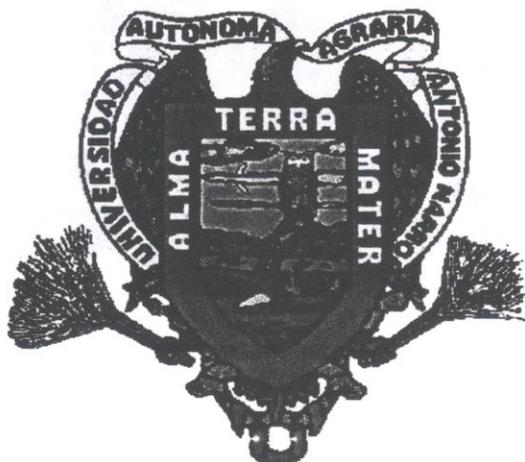
  
\_\_\_\_\_

**M.C. JOSÉ DE JESÚS QUESADA AGUIRRE**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS ANIMAL**

**"UNIDAD LAGUNA"**



**EFFECTO QUE TIENE LA POTABILIZACION DEL AGUA EN LA  
PRODUCCION DE LECHE**

**POR:**

**SABAS ROSAS CORRO**

**M.C. JOSÉ DE JESÚS QUESADA AGUIRRE**

**ASESOR PRINCIPAL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

**M.C. JOSÉ LUÍS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS**

**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN REGIONAL  
CIENCIA ANIMAL

## DEDICATORIAS

Son muchas personas a las que dedico este logro que he concebido y en especial a dos seres que me han apoyado tanto emocional, moral y económicamente en lo largo de mi vida, en todo momento, que gracias a ellos pude lograr alcanzar esta meta, que desde muy pequeño me propuse y sin ellos no hubiera podido lograrlo

### A MIS PADRES

Mi madre, **Sra. Julia Rosas Corro**, que no tengo palabras para agradecerle todo lo que ha hecho por mi, es una mujer a la que admiro porque ante cualquier circunstancia me ha sabido apoyar a mi y a mis hermanas, solo puedo decirle que me siento muy orgulloso de ser tu hijo, muchas gracias mamita, te Amo con todo mi ser.

A mi señor padre **Ing. Sabas Pérez Rodríguez**, por haberme brindado su apoyo en todo momento, te admiro y te respeto, eres el mejor padre del mundo, y me siento muy orgulloso que seas el mió, te quiero mucho papa, no te fallare, solo te digo, gracias mil gracias papa.

### A MIS HERMANAS

Por haberme apoyado en todo momento de mi vida, a mi hermana la mayor, **Lic. Jessica Rosas**, te admiro porque has sido la que nos ha motivado a todos en las situaciones difíciles que hemos pasado. A mi hermana la menor **Ing. Jannet Rosas**, que hemos estado juntos desde muy pequeños a ti te debo mucho de lo que hoy estoy logrando, fuiste la persona que estando aquí mas me diste la motivación y el apoyo, te quiero mucho hermanita linda.

### A MIS HIJOS

**FELIPE DE JESUS y SABAS ROSAS**, a estos dos chiquitos que no he podido disfrutarlos tanto como yo quisiera, los quiero mucho mis chingones.

### A MIS ABUELITOS

**DULCE MARIA  
ISIDRO**

**BEATRIS**

Por darme sus consejos en todo momento, los llevo muy presentes y los llevare toda mi vida, los quiero mucho.

### A MIS TIOS

A mi tía **Maria del Rosario, Ignacio, Isidro**, y a toda mi familia que siempre me apoyo y motivo para lograr lo que ahora soy, a mis primos **Carlos, Biany, Isidro (piolin)**.

## AGRADACIMIENTOS

Antes que nada a Dios, por permitirme lograr mi objetivo, y así poder lograr una de mis metas.

A mis padres Sra. Julia Rosas Corro y Sr. Sabas Pérez Rodríguez porque me han dado su apoyo tanto, emocional, moral y económico, no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí, LOS QUIERO MUCHO

A mi Alma Terra Mater, UAAAN-UL, esta institución por haberme dado la oportunidad de prepararme profesionalmente, a todos los maestros que me brindaron sus conocimientos, gracias a ustedes tengo las armas necesarias para enfrentar cualquier reto que me venga mas adelante

Un agradecimiento muy en especial al Dr. José De Jesús Quezada Aguirre, por haberme apoyado desde el momento en que ingrese a la universidad hasta el día de hoy que fue el asesor principal de este trabajo, también un agradecimiento a los profesores, MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso, MVZ. Cuauhtemoc Félix Zorrilla, I.Z. Jorge Horacio Borunda Ramos, todos ellos por que me apoyaron y asesoraron en toda mi carrera.

A todas las personas que confiaron en mí, y que siempre me estuvieron dando su apoyo moral, a mis amigos, Miguel Ángel León, Omar Loyo, Ángel Guzmán, "Noriel, Walter, (panameños) Guillermo Torres, y a todos mis compañeros que convivimos durante cinco años.

# Contenido

Efecto que tiene la potabilización del agua en la producción de leche .....	4
INTRODUCCION .....	4
CICLO DEL AGUA .....	5
PROPIEDADES QUIMICAS DEL AGUA.....	9
PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA .....	11
DIFERENTES TIPOS DE AGUA.....	14
Agua potable.....	14
Agua salada.....	15
Agua salobre.....	15
Agua dulce.....	15
Agua dura.....	15
Agua blanda.....	15
Aguas negras.....	15
Aguas grises.....	15
Aguas residuales.....	16
Aguas residuales municipales.....	16
Agua bruta.....	16
Aguas muertas.....	16
Agua alcalina.....	16
Agua capilar.....	16
Agua de adhesión.....	16
Agua de desborde.....	16
Agua de formación.....	16
Agua de gravedad.....	17
Agua de suelo.....	17
Agua disforia.....	17
Agua estancada.....	17
Agua fósil.....	17
Agua freática.....	17
Agua funicular.....	17

Agua primitiva .....	17
Agua magmática .....	18
Agua metamórfica .....	18
Agua vadosa .....	18
Agua subterránea .....	18
Agua superficial .....	18
DUREZA DEL AGUA .....	19
Dureza temporal .....	19
Dureza permanente .....	19
Medidas de la dureza del agua (8) .....	20
Clasificación de la dureza del agua (9) .....	20
Eliminación de la dureza .....	21
Problemas de salud .....	21
ARSENICO EN EL AGUA .....	22
El arsénico como contaminante del agua .....	22
Concentraciones de arsénico permitidas en el agua potable .....	22
TRATAMIENTO DE AGUAS .....	23
Las principales fuentes de aguas residuales son: .....	23
1. Aguas domésticas o urbanas .....	23
2. Aguas residuales industriales .....	24
3. Aguas de usos agrícolas .....	24
4. Aguas pluviales .....	24
PROSESO DE DEPURACION DE AGUAS RECIDUALES .....	26
POTABILIZACION DEL AGUA .....	26
SEDIMENTACION: .....	26
FILTRACIÓN: .....	27
AIREACION DEL AGUA .....	28
METODOS FISICOS .....	28
MÉTODOS QUIMICOS .....	29
Ozono .....	29
Yodo .....	29
Plata .....	29
Cloro .....	29
METODO BACTERIOLOGICO: .....	30

DESALINIZACION DEL AGUA .....	30
COLOR EN EL AGUA .....	31
Efectos del Cloro sobre la salud .....	32
Efectos ambientales del Cloro .....	34
PRUEBA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTABLO SAN VICENTE .....	34
PROSEDIMIENTO DE LA PRUEBA: .....	35
DESARROLLO: .....	36
BIBLIOGRAFIA .....	41

# Efecto que tiene la potabilización del agua en la producción de leche

## INTRODUCCION

Las vacas gustan beber agua inmediatamente después del ordeño. En estudios de campo, encontramos que las vacas beben tanto como un 50 - 60 % de su consumo total diario de agua inmediatamente después del ordeño

La atmósfera, océanos y continentes, principales reservorios del agua, así como los ríos, las nubes y la lluvia, están en constante cambio, o dicho de otra manera, en una circulación continua: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes se precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. A esta serie de cambios que determinan la circulación y conservación del agua en la Tierra se le llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua, el cual es mantenido por la energía radiante del sol y por la fuerza de la gravedad. Este ciclo se formó hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, con el agua que la Tierra contenía ya en su interior en forma de vapor de agua. Siendo nuestro planeta en su origen una enorme bola en constante fusión, con cientos de volcanes activos en su superficie, el magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie debido a estas erupciones constantes. Así la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia.

Se piensa que el agua natural que conocemos es un compuesto químico de fórmula  $H_2O$ . Pero no es así debido a su gran capacidad disolvente toda el agua que se encuentra en la naturaleza contiene diferentes cantidades de diversas sustancias en solución y hasta en suspensión, lo que corresponde a una mezcla

Estado físico: sólida, líquida y gaseosa. Color: incolora. Sabor: insípida. Olor: inodoro. Densidad: 1 g. /c.c. a 4°C. Punto de congelación: 0° C. Punto de ebullición: 100°C. Presión crítica: 217.5 atm. Temperatura crítica: 374° C

Ni sabe, ni huele, ni tiene color: éstas son quizá algunas de las características más conocidas del agua. Estas cualidades corresponden al agua químicamente pura.

En química, se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales, en particular sales de magnesio y calcio.

Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas.

La dureza del agua tiene una distinción compartida entre *dureza temporal* (o de carbonatos). Y *dureza permanente* (o de no-carbonatos).

La OMS (Organización Mundial de la Salud) advierte que la máxima concentración segura para la salud es de 10ppb. Aunque el arsénico puede encontrarse en las aguas superficiales, las aguas subterráneas son la principal fuente de arsénico en agua. Consecuentemente, concentraciones por encima de 10ppb pueden ser encontradas en aguas subterráneas de forma natural

## **CICLO DEL AGUA**

Se pudiera admitir que la cantidad total de agua que existe en la Tierra, en sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa, se ha mantenido constante desde la aparición de la Humanidad (2)

La atmósfera, océanos y continentes, principales reservorios del agua, así como los ríos, las nubes y la lluvia, están en constante cambio, o dicho de otra manera, en una circulación continua: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes se precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. A esta serie de

cambios que determinan la circulación y conservación del agua en la Tierra se le llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua, el cual es mantenido por la energía radiante del sol y por la fuerza de la gravedad. Este ciclo se formó hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, con el agua que la Tierra contenía ya en su interior en forma de vapor de agua. Siendo nuestro planeta en su origen una enorme bola en constante fusión, con cientos de volcanes activos en su superficie, el magma, cargado de gases con vapor de agua, emergió a la superficie debido a estas erupciones constantes. Así la Tierra se enfrió, el vapor de agua se condensó y cayó nuevamente al suelo en forma de lluvia. (2)

El ciclo hidrológico, como tal, se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. (2)

Veamos de manera detallada los distintos pasos de este proceso. El ciclo del agua comienza con la evaporación del agua desde la superficie del océano u otros cuerpos de agua superficiales como lagos y ríos. A medida que se eleva el vapor, el aire humedecido se enfría y se transforma en agua, luego de haber recorrido distancias que pueden sobrepasar los 1000 Km. a este fenómeno se le llama condensación. El agua condensada da lugar a la formación de nieblas y nubes. Cuando las gotas de agua caen por su propio peso, se presenta el fenómeno denominado precipitación. Esto es, si en la atmósfera hace mucho frío, el agua se precipita en su fase sólida, es decir, como nieve o granizo, con una estructura cristalina, en el caso de la nieve, y con estructura granular, en el caso del granizo. En cambio, cuando la temperatura de la atmósfera es más bien cálida, el agua se precipita en su fase líquida, o sea, en forma de lluvia. La precipitación incluye también el agua que pasa de la atmósfera a la superficie terrestre por condensación del vapor de agua, que es a lo que comúnmente llamamos rocío, o por congelación del vapor, las famosas heladas, y por intercepción de las gotas de agua de las nieblas, lo que podemos apreciar cuando encontramos nubes que tocan el suelo o el mar. (3)

El agua que se precipita en tierra puede tener varios destinos. Una parte será aprovechada por los seres vivos. Otra, es devuelta directamente a la atmósfera por evaporación; una porción más se escurre por la superficie del terreno, lo que se conoce como escorrentía superficial, concentrándose en surcos, originando así las líneas de agua, por donde fluirá hasta llegar a un río, un lago o el océano. (3)

Por otro lado, el escurrimiento subterráneo, especialmente cuando se da a través de medios porosos, ocurre con gran lentitud y sigue alimentando los cursos de agua mucho después de haber terminado la precipitación que le dio origen. Así, los cursos de agua alimentados por capas freáticas presentan caudales más regulares. (3)

El agua restante se infiltra, esto es, penetra en el interior del suelo formando capas de agua subterránea; a eso se le conoce como percolación. (4)

El agua infiltrada puede volver a la atmósfera por evapotranspiración, o bien, puede alcanzar la profundidad de las capas freáticas. Tanto el escurrimiento superficial como el subterráneo van a alimentar los cursos de agua que desaguan en lagos y en océanos y, en algún momento, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación. Por eso se dice que la cantidad total de agua que existe en la Tierra (en sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa), se ha mantenido constante desde la aparición de la humanidad. (4)

El término de evapotranspiración se emplea cuando hablamos de la cantidad de agua que se mueve en conjunto por medio de los procesos de evaporación y transpiración. A continuación hablaremos de dichos procesos. (4)

Al evaporarse, el agua deja atrás muchos de los elementos que la contaminan o la hacen no apta para beber (sales minerales, químicos, desechos). Por eso se dice que el ciclo del agua nos entrega un elemento puro. (4)

Existe también otro proceso purificador del agua, y que forma parte de este ciclo, se trata de la transpiración de las plantas. Las raíces de las plantas absorben el agua, la cual se desplaza hacia arriba a través de los tallos o troncos, movilizándolo consigo los elementos que necesita la planta para nutrirse. Al llegar a las hojas y flores, se evapora hacia el aire en forma de vapor de agua. Este fenómeno es la transpiración. (5)

La sublimación, definida como el paso directo del agua sólida a vapor de agua, es otro medio por el cual el agua se mueve dentro del ciclo. Sin embargo, la cantidad de agua movida por este fenómeno es insignificante en relación a las cantidades movidas por evaporación y por transpiración, cuyo proceso conjunto se denomina evapotranspiración. (5)

La energía solar es la fuente de energía térmica necesaria para el paso del agua desde las fases líquida y sólida a la fase de vapor, y también es el origen de las circulaciones atmosféricas que transportan el vapor de agua y mueven las nubes. (5)

La fuerza de gravedad da lugar a la precipitación y al escurrimiento. El ciclo hidrológico es un agente modelador de la corteza terrestre debido a la erosión y al transporte y deposición de sedimentos por vía hidráulica. Condiciona la cobertura vegetal y, de una forma más general, la vida en la Tierra. (5)

El calentamiento de las regiones tropicales debido a la radiación solar provoca la evaporación continua del agua de los océanos, la cual es transportada bajo forma de vapor de agua por la circulación general de la atmósfera, a otras regiones. Durante la transferencia, parte del vapor de agua se condensa debido al enfriamiento y forma nubes que originan la precipitación. El regreso a las regiones de origen resulta de la acción combinada del escurrimiento proveniente de los ríos y de las corrientes marinas. (5)

El ciclo hidrológico puede ser visto, en una escala planetaria, como un gigantesco sistema de destilación, extendido por todo el planeta. Además, el ciclo hidrológico es un agente modelador de la corteza terrestre debido a la

erosión y al transporte y deposición de sedimentos por vía hidráulica, condicionando así la cobertura vegetal y, de una forma más general, la vida en la Tierra. (5)

Ejemplos:



## PROPIEDADES QUÍMICAS DEL AGUA



Se piensa que el agua natural que conocemos es un compuesto químico de fórmula  $\text{H}_2\text{O}$ . Pero no es así debido a su gran capacidad disolvente toda el agua que se encuentra en la naturaleza contiene diferentes cantidades de diversas sustancias en solución y hasta en suspensión, lo que corresponde a una mezcla (6)

Características

En cuanto a las propiedades químicas del agua sabemos que:



- 1) Reacciona con los óxidos ácidos
- 2) Reacciona con los óxidos básicos
- 3) Reacciona con los metales
- 4) Reacciona con los no metales
- 5) Se une a las sales formando hidratos

Ejemplos:

A continuación se exponen ejemplos de cada una de estas reacciones, muchas de las cuales ya existen de por sí en la naturaleza:

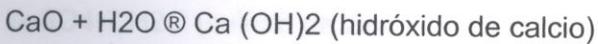
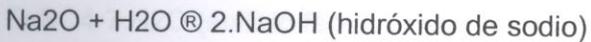
1) *Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.*

Ejemplos:



2) Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.

Ejemplos:



3) Algunos metales se descomponen e agua fría y otros lo hacen a temperatura elevada.

Ejemplos:

En agua fría



En agua a temperatura elevada



4) El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, dando los siguientes compuestos:



Al pasar carbón al rojo sobre agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua):



5) El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominadas *hidratos*, como:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (sulfato cúprico hidratado con 5 moléculas de agua)

$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (sulfato ferroso hidratado con 7 moléculas de agua)

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (sulfato de zinc hidratado con 7 moléculas de agua)

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (carbonato sódico hidratado con 10 moléculas de agua) (6)

En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización y cambian de aspecto. Se dice que *son eflorescentes*, como le sucede al sulfato cúprico que cuando está hidratado es de color azul, pero al perder agua se transforma en sulfato cúprico *anhidro* de color blanco. (6)

Por otra parte, hay sustancias que tienden a tomar el vapor de agua de la atmósfera. Se llaman *hidrófilas* y también *higroscópicas*; se dice entonces que la sal *delicuesce*, tal es el caso del cloruro cálcico. (6)

## PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA

Estado físico: sólida, líquida y gaseosa. Color: incolora. Sabor: insípida. Olor: inodoro. Densidad: 1 g. /c.c. a 4°C. Punto de congelación: 0°C. Punto de ebullición: 100°C. Presión crítica: 217.5 atm. Temperatura crítica: 374°C (6)

Ni sabe, ni huele, ni tiene color: éstas son quizá algunas de las características más conocidas del agua. Estas cualidades corresponden al agua químicamente pura. (6)

Para la mayoría de nosotros es común identificar al agua por su fórmula:  $\text{H}_2\text{O}$ . Esta fórmula representa a una molécula formada por dos elementos, hidrógeno y oxígeno, que contiene dos átomos del primero y uno del segundo. La molécula del agua es bipolar, es decir, presenta un polo positivo, por parte del

hidrógeno, y uno negativo, debido al oxígeno. Los dipolos se forman a través de la molécula de agua como resultado de un covalente polar que se une entre el hidrógeno y el oxígeno. Ya que los electrones que se enlazan son compartidos desigualmente por los átomos de hidrógeno y de oxígeno, una carga parcial negativa ( $\delta^-$ ) se forma en la parte del oxígeno de la molécula de agua, y una carga parcial positiva ( $\delta^+$ ) se forma en la parte del hidrógeno. Puesto que los átomos de hidrógeno y oxígeno en la molécula contienen cargas opuestas, moléculas de agua vecinas se atraen entre sí como pequeños imanes. La atracción electrostática entre el hidrógeno ( $\delta^+$ ) y el oxígeno ( $\delta^-$ ) en las moléculas adyacentes se llama enlace de hidrógeno. Así pues, esta estructura permite que muchas moléculas iguales sean atraídas y se unan con gran facilidad, formando enormes cadenas que constituyen el líquido que da la vida a nuestro planeta: el agua. (6)

Existen otras propiedades físicas del agua. Tenemos que, aún siendo incolora, el agua toma un tono azulado cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros. Esto se debe a que absorbe las radiaciones rojas. No posee por sí misma una forma definida, por eso es que toma la forma del recipiente que la contiene; no obstante, su superficie conserva una posición horizontal. Además, este líquido tiene densidad; ésta se define como la relación de la masa entre el volumen, de ahí que 1 kilo de agua ocupa el volumen de 1 litro del mismo elemento. También, el agua es el medio en que se disuelven casi todas las sustancias y se producen muchas reacciones químicas. (6)

Al igual que el aire, el agua tiene una fuerza con la que empuja, esto se llama presión. Así mismo, el agua posee una tensión superficial producida por la fuerte unión entre sus moléculas. Es por eso que si dejamos caer una aguja engrasada al agua, ésta no tendrá suficiente peso para romper la tensión de las moléculas en la superficie del agua, y por lo tanto flotará. (6)

La temperatura y la presión atmosférica determinan los tres diferentes estados del agua: sólido, líquido y gaseoso. Dependiendo de la temperatura y la presión, el agua cambia con facilidad de un estado a otro. Así, a una

temperatura de 0° C se produce la congelación y el agua se convierte en hielo. En cambio, a una temperatura de 100° C, el líquido se transforma en vapor. (6)  
Por estos factores es posible que el agua de pronto pueda surgir como un líquido que fluye o un gas que sube por la atmósfera o un sólido quieto guardado en el refrigerador. (6)

El paso del agua por los diferentes estados físicos ocurre como se explica a continuación. Cuando el sol calienta el agua de los mares, ríos o cualquier lugar donde haya humedad, ésta se convierte en vapor de agua. Algo similar ocurre cuando se calienta el agua en una cafetera: al hervir se produce un humo blanco, que es agua convertida en vapor. (6)

El agua puede pasar directamente del estado sólido al gaseoso. Este proceso recibe el nombre de sublimación. El vapor de agua pesa menos que el aire, por esta razón puede subir a grandes alturas en la atmósfera y formar nubes. (6)

Al enfriarse, el agua adquiere el estado sólido, conocido como hielo y en éste, a diferencia de los otros dos, puede adquirir formas definidas. En los países en que la temperatura baja mucho durante el invierno, el aire se enfría a tal grado que las gotas de lluvia de las nubes se convierten en pedacitos de hielo, formándose la nieve. En los polos del planeta las temperaturas son permanentemente bajas, lo que provoca la formación de grandes masas de hielo, tan inmensas como continentes. (6)

El agua en su estado líquido es muy abundante en nuestro planeta, al igual que en el organismo humano. Se ha calculado que 83% del peso corporal de un niño está constituido por agua; conforme va creciendo, el porcentaje de agua en su cuerpo va disminuyendo hasta llegar a 60% en un hombre adulto y a 45% en una mujer adulta. (6)

Es preciso señalar que las constantes físicas del agua sirvieron para marcar los puntos de referencia de la escala termométrica centígrada. A la presión atmosférica de 760 milímetros el agua hierve a temperatura de 100°C y el punto de ebullición se eleva a 374°, que es la temperatura crítica a que

corresponde la presión de 217,5 atmósferas; en todo caso el calor de vaporización del agua asciende a 539 calorías/gramo a 100°. (6)

Mientras que el hielo se funde en cuanto se calienta por encima de su punto de fusión, el agua líquida se mantiene sin solidificarse algunos grados por debajo de la temperatura de cristalización (agua subenfriada) y puede conservarse líquida a -20° en tubos capilares o en condiciones extraordinarias de reposo. La solidificación del agua va acompañada del desprendimiento de 79,4 calorías por cada gramo de agua que se solidifica; se cristaliza en el sistema hexagonal y adopta formas diferentes, según las condiciones de cristalización. (6)

A consecuencia de su elevado calor específico y de la gran cantidad de calor que pone en juego cuando cambia su estado, el agua es un excelente regulador de temperatura en la superficie de la Tierra, específicamente en las regiones marinas. (6)

Se dice que el agua se comporta anormalmente; su presión de vapor crece con rapidez a medida que la temperatura se eleva y su volumen ofrece la particularidad de ser mínimo a la de 4°. A dicha temperatura la densidad del agua es máxima. A partir de 4°C no sólo se dilata cuando la temperatura se eleva, sino también cuando se enfría hasta 0°: a esta temperatura su densidad es 0,99980 y al congelarse desciende bruscamente hasta 0,9168, la densidad del hielo a 0°. Esto significa que en la cristalización su volumen aumenta 9 %. (6)

## **DIFERENTES TIPOS DE AGUA**

Existen diferentes tipos de agua, de acuerdo a su procedencia y uso

### **Agua potable.**

Es agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. (7)

**Agua salada.**

Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 MG/l). (7)

**Agua salobre.**

Agua que contiene sal en una proporción significativamente menor que el agua marina. La concentración del total de sales disueltas está generalmente comprendida entre 1000 - 10 000 mg/l. Este tipo de agua no está contenida entre las categorías de agua salada y agua dulce. (7)

**Agua dulce.**

Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente considerada adecuada, previo tratamiento, para producir agua potable. (7)

**Agua dura.**

Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras. (7)

**Agua blanda.**

Agua sin dureza significativa. (7)

**Aguas negras.**

Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes. (7)

**Aguas grises.**

Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos. (7)

### **Aguas residuales.**

Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida. (7)

### **Aguas residuales municipales.**

Residuos líquidos, originados por una comunidad, formados posiblemente aguas residuales domésticas o descargas industriales. (7)

### **Agua bruta.**

Agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo, o agua que entra en una planta para su ulterior tratamiento. (7)

### **Aguas muertas.**

Aguas en estado de escasa o nula circulación, generalmente con déficit de oxígeno. (7)

### **Agua alcalina.**

Agua cuyo pH es superior a 7. (7)

### **Agua capilar.**

Agua que se mantiene en el suelo por encima del nivel freático debido a la capilaridad. (7)

### **Agua de adhesión.**

Agua retenida en el suelo por atracción molecular, formando una película en las paredes de la roca o en las partículas del suelo. (7)

### **Agua de desborde.**

Agua que se inyecta a través de una fisura en una capa de hielo. (7)

### **Agua de formación.**

Agua retenida en los intersticios de una roca sedimentaria en la época en que ésta se formó. (7)

**Agua de gravedad.**

Agua en la zona no saturada que se mueve bajo la influencia de la fuerza de gravedad. (7)

**Agua de suelo.**

Agua que se encuentra en la zona superior del suelo o en la zona de aireación cerca de la superficie del terreno, de forma que puede ser cedida a la atmósfera por evapotranspiración. (7)

**Agua disforia.**

Agua pobre en nutrientes y que contiene altas concentraciones de ácido húmico. (7)

**Agua estancada.**

Agua inmóvil en determinadas zonas de un río, lago, estanque o acuífero. (7)

**Agua fósil.**

Agua infiltrada en un acuífero durante una antigua época geológica bajo condiciones climáticas y morfológicas diferentes de las actuales y almacenada desde entonces. (7)

**Agua freática.**

Agua subterránea que se presenta en la zona de saturación y que tiene una superficie libre. (7)

**Agua funicular.**

Agua presente en los mayores poros que rodea las partículas del suelo formando, en los puntos de contacto con dichas partículas, anillos que se fusionan entre ellos.

**Agua primitiva.**

Agua proveniente del interior de la tierra, que no ha existido antes en forma de agua atmosférica o superficial. (7)

**Agua magmática.**

Agua impulsada hasta la superficie terrestre desde gran profundidad, por el movimiento ascendente de rocas ígneas intrusivas. (7)

**Agua metamórfica.**

Agua expulsada de las rocas durante el proceso de metamorfismo. (7)

**Agua vadosa.**

Cualquier agua que aparece en la zona no saturada. (7)

**Agua subterránea.**

Agua que puede ser encontrada en la zona saturada del suelo, zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos. (7)

**Agua superficial.**

Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales. (7)

## DUREZA DEL AGUA

En química, se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales, en particular sales de magnesio y calcio. (8)

Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas. (8)

La dureza del agua tiene una distinción compartida entre *dureza temporal* (o de carbonatos). Y *dureza permanente* (o de no-carbonatos) (8)

### Dureza temporal

La dureza temporal se produce por carbonatos y puede ser eliminada al hervir el agua o por la adición de cal (hidróxido de calcio). (8)



El bicarbonato de calcio es menos soluble en agua caliente que en agua fría, así que hervir (que contribuye a la formación de carbonato) se precipitará el carbonato de calcio fuera de la solución, dejando el agua menos dura. (8)

Los carbonatos pueden precipitar cuando la concentración de ácido carbónico disminuye, con lo que la dureza temporal disminuye, y si el ácido carbónico aumenta puede aumentar la solubilidad de fuentes de carbonatos, como piedras calizas, con lo que la dureza temporal aumenta. Todo esto está en relación con el pH de equilibrio de la calcita y con la alcalinidad de los carbonatos. Este proceso de disolución y precipitación es el que provoca las formaciones de estalagmitas y estalactitas. (8)

### Dureza permanente

Esta dureza no puede ser eliminada al hervir el agua, es usualmente causada por la presencia del sulfato de calcio y magnesio y/o cloruros en el agua, que son más solubles mientras sube la temperatura. Puede ser eliminada utilizando

el método SODA (Sulfato de Sodio). También es llamada "dureza de no carbonato" (8)

### Medidas de la dureza del agua (8)

Las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua son:

#### MG CaCO<sub>3</sub>/l o ppm de CaCO<sub>3</sub>

Miligramos de carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>) en un litro de agua; esto es equivalente a ppm de CaCO<sub>3</sub>.

#### Grado alemán

Equivale a 17,9 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

#### Grado americano

Equivale a 17,2 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

#### Grado francés

Equivale a 10,0 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

#### Grado inglés o grado Clark

Equivale a 14,3 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

La forma más común de medida de la dureza de las aguas es por titulación con EDTA. Este agente complejante permite valorar tanto la concentración de Ca como la de Mg. (8)

### Clasificación de la dureza del agua (9)

Tipos de agua	mg/l	°FR	°DE	°UK
Agua blanda	≤17	≤1.7	≤0.95	≤1.19
Agua levemente dura	≤60	≤6.0	≤3.35	≤4.20
Agua moderadamente dura	≤120	≤6.70	≤8.39	
Agua dura	≤180	≤18.0	≤10.05	≤12.59
Agua muy dura	>180	>18.0	>10.05	>12.59
Agua extremadamente dura	>9999	>9999	>9999	>9999

## **Eliminación de la dureza**

Un proceso para la eliminación de la dureza del agua, es la desdionización de esta mediante resinas desdionizantes. (9)

La dureza se puede determinar fácilmente mediante reactivos. La dureza también se puede percibir por el sabor del agua.

Es conveniente saber si el agua es agua dura, ya que la dureza puede provocar depósitos de carbonatos en conducciones de tuberías, equipo de refrigeración y calderas.

Si ya se han formado hay productos anticales, aunque un método muy válido para diluir los carbonatos es aplicar un ácido débil (acético, cítrico etc.) en los depósitos. (9)

## **Problemas de salud**

Algunos estudios han demostrado que hay una débil relación inversa entre la dureza del agua y las enfermedades cardiovasculares en los hombres y animales, por encima del nivel de 170 mg de carbonato de calcio por litro en el agua. La organización mundial de la salud ha revisado las evidencias y concluyeron que los datos eran inadecuados para permitir una recomendación para un nivel de la dureza. (9)

Niveles máximos y mínimos el calcio (40-80 mg/l) y el magnesio (20-30 mg/l) en agua potable, y de una dureza total expresada como la suma de las concentraciones del calcio y del magnesio de 2-4 mmol/L. (9)

## **ARSENICO EN EL AGUA**

### **El arsénico como contaminante del agua**

El arsénico puede ser encontrado en ciertos suelos de forma natural. Cuando el arsénico entra en contacto con el agua subterránea este puede terminar en el agua de nuestro grifo. El arsénico es un metaloide, lo cual básicamente significa que tiene propiedades de metal y no metal. Como compuesto, el arsénico puede ser tóxico, es por eso que es aplicado comúnmente en el veneno de rata. (10)

El arsénico puede terminar en el ambiente a través de la producción industrial de Cobre, Plomo y Zinc. Y a través de la aplicación de insecticidas en granjas. Adicionalmente, éste es un ingrediente de preservación de las maderas. La toma de grandes cantidades por largo tiempo en el agua potable que contiene arsénico puede causar problemas en la piel y ciertos cánceres, como el de piel y pulmón. La purificación del agua es importante cuando el arsénico está presente. (21)

### **Concentraciones de arsénico permitidas en el agua potable**

La OMS (Organización Mundial de la Salud) advierte que la máxima concentración segura para la salud es de 10ppb. Aunque el arsénico puede encontrarse en las aguas superficiales, las aguas subterráneas son la principal fuente de arsénico en agua. Consecuentemente, concentraciones por encima de 10ppb pueden ser encontradas en aguas subterráneas de forma natural. (23)

En aguas subterráneas el arsénico existe como iones As (V) inorgánico insoluble en agua o moléculas de As (III). (10)

En Bangla Desh las concentraciones de arsénico en agua subterránea pueden exceder las 100 ppm. En algunos lugares (22)

El arsénico se encuentra en muchas formas alotrópicas y tiene a la vez propiedades metálicas y no metálicas. (20)

Fue descubierto en el siglo XIII por Alejandro magno (aunque se cree que se empleo mucho antes como adición al cobre para dar un acabado lustroso) (10)

El arsénico se presenta en forma natural en rocas sedimentarias y rocas volcánicas (forma el 0.00005 % de la corteza terrestre) y también en aguas geotermales. (24)

En el agua (aguas superficiales y aguas subterráneas) el arsénico se encuentra comúnmente en estado de oxidación +5 (arsenato) y +3 (arsenito). (10)

En **aguas superficiales** con alto contenido de oxígeno la especie más común es el arsénico pentavalente o arsenato (10)

Bajo condiciones de reducción, generalmente en los **sedimentos de los lagos y aguas subterráneas** predomina el arsénico trivalente o arsenito. (10)

## TRATAMIENTO DE AGUAS

Descripción del proceso de las estaciones depuradoras de aguas residuales  
Se define como agua residual aquella a la que se han incorporado productos de desecho. (11)

**Las principales fuentes de aguas residuales son:**

### 1. Aguas domésticas o urbanas

(un área metropolitana estándar vierte un volumen de aguas residuales entre el 60 y el 80% de sus requerimientos diarios totales, y el resto se usa para lavar coches y regar jardines, entre otros). (12)

## **2. Aguas residuales industriales**

(la cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de la gestión de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de su descarga). (12)

## **3. Aguas de usos agrícolas.**

Son aquellas que se utilizan en siembras y muchas veces pueden provenir de establos lecheros que esa agua fue utilizada en su mayoría en la sala de ordeno (12)

## **4. Aguas pluviales**

(el agua de lluvia residual contiene concentraciones significativas de bacterias, elementos traza, petróleo y productos químicos orgánicos). (12)

Si bien es cierto que, en México, el 90% de las aguas residuales provienen del uso doméstico e industrial, actualmente se otorga especial atención a las aguas residuales provenientes de usos agrícolas y pluviales, debido a que los escurrimientos de fertilizantes (fosfatos) y pesticidas representan los principales causantes del envejecimiento de lagos y pantanos, proceso denominado *eutrofización*. Se dice que un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Esto podría parecer, a primera vista, positivo. No obstante, cuando hay exceso de nutrientes en el agua, las plantas y otros organismos crecen en abundancia. Más tarde, cuando estos seres mueren, se pudren, llenando el agua de malos olores y dándole un aspecto nauseabundo, con lo que se disminuye drásticamente su calidad. (12)

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso complejo, exige un importante esfuerzo para la evaluación de las necesidades de depuración, tales como la caracterización de las aguas residuales. Esto último se logra a partir de diversas mediciones físicas, químicas y biológicas, entre las cuales se incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno y el ph. (12)

El término depuración se utiliza para nombrar los distintos procesos implicados en la extracción, tratamiento y control sanitario de los productos de desecho arrastrados por el agua. (13)

La depuración cobró importancia progresivamente desde principios de la década de 1970 como resultado de la preocupación general expresada en todo el mundo sobre el problema, cada vez mayor, de la contaminación humana del medio ambiente, desde el aire a los ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas, por los desperdicios domésticos, industriales, municipales. (13)

### **Las estaciones depuradoras de aguas residuales constituyen un método convencional de tratamiento.**

Los objetivos de operación de estas estaciones son:

La eliminación de los desperdicios, grasas y aceites flotantes, arenas y, en general, todos los elementos gruesos que pueda contener el agua.

La eliminación de los materiales decantables, tanto orgánicos como inorgánicos.

La eliminación de la materia orgánica biodegradable disuelta en el agua.

La estabilización y disposición de los fangos extraídos en los procesos. (14)

De acuerdo a estos objetivos, la depuración consta de tres fases de tratamiento: primaria, secundaria y terciaria. En la primaria, se elimina un gran porcentaje de sólidos en suspensión y materia inorgánica. En la secundaria se trata de reducir el contenido en materia orgánica, acelerando los procesos biológicos naturales. La terciaria es necesaria cuando el agua va a ser reutilizada; elimina un 99% de los sólidos y además se emplean varios

procesos químicos para garantizar que el agua esté tan libre de impurezas como sea posible. (14)

## **PROSESO DE DEPURACION DE AGUAS RECIDUALES**

El proceso tiene como producto principal el agua depurada que se incorpora a los cauces, pero también conlleva la producción de gran cantidad de subproductos, especialmente los fangos ricos en materia orgánica que se producen en el tratamiento biológico y en las sucesivas decantaciones. (12)

## **POTABILIZACION DEL AGUA**

La potabilización profesional generalmente incluye los siguientes procesos: (15)

**Sedimentación**

**Coagulación.**

**Ablandamiento.**

**Eliminación de hierro y manganeso.**

**Eliminación de olor y sabor.**

**Filtrado**

**Aireación.**

**Control de corrosión.**

**Evaporación**

**Desinfección**

## **SEDIMENTACION:**

Es el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas contenidas en el agua. Se realiza en depósitos anchos y de poca profundidad. La sedimentación puede ser simple o secundaria. La simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de tratamiento especial mientras mayor sea el

tiempo de reposo, mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbiedad será menor haciendo el agua mas transparente. El reposo prolongado natural también ayuda a mejorar la calidad del agua debido a la acción del aire y los rayos solares; mejor sabor y el olor, oxida el hierro y elimina algunas substancias.

La secundaria se emplea para quitar aquellas partículas que no se depositan ni aun con reposo prolongado, y que es la causa principal de turbiedad. En este caso, se aplican métodos de coagulación con sustancias como el alumbre, bajo supervisión especializada. (15)

## **FILTRACIÓN:**

Se emplea para obtener una mayor clarificación y generalmente Se aplica después de la sedimentación. Hay muchos tipos de filtros con características que varían de acuerdo con su empleo.

La filtración más usual se realiza con un lecho arenoso de unos 100 por 50 metros y 30 centímetros de profundidad. En esta capa actúan bacterias inofensivas que descomponen la materia orgánica presente en el agua en sustancias inorgánicas inocuas. Para uso domestico existen en el mercado unidades filtrantes pequeñas: algunas combinadas con sistemas de potabilizaron. Cuando se adquiere algún aparato de estos es muy importante recordar que la función principal de un filtro es la de eliminar materias en suspensión; pueden retener ciertas bacterias, quistes etc., pero por si solos no garantizan la potabilidad del agua. Para lograr esto último deben tener, además del filtro algún dispositivo de potabilización. Los filtros más útiles en el medio rural son los que se construyen con grava y arena. (15)

## **AIREACION DEL AGUA.**

Se efectúa haciendo caer el agua sobre una cascada para incrementar la proporción de oxígeno disuelto en el agua. Se reduce de este modo el contenido de dióxido de carbono hasta un 60% y mejora la purificación con bacteria aeróbicas. Además existen varios métodos físicos y químicos para desinfectar el agua. (15)

## **METODOS FISICOS**

El tratamiento corrector para este fin consiste en:

1. Filtración. Ayuda a eliminar bacterias, pero por sí solo, no puede garantizar la potabilidad del agua.
2. Ebullición. Método excelente para destruir los microorganismos patógenos que suelen encontrarse en el agua: bacterias, quistes y huevos. Para que sea efectiva, debe ser turbulenta. El desprendimiento de burbujas a veces se confunde con la ebullición. Es conveniente hervir el agua en el mismo recipiente en que haya de enfriarse y almacenarse procurando usarlo exclusivamente para estos propósitos.
2. Rayos ultravioleta Su empleo es muy limitado, ya que se necesita de un aparato especial que requiere energía eléctrica para su funcionamiento. Su efectividad es muy reducida en aguas turbias.

Potabilizador puede ser físico, químico o microbiológico. (15)

3. Eliminación de la turbiedad y el color; es decir la eliminación de materias en suspensión, finamente divididas, que no asientan fácilmente, acompañadas muchas veces de materias orgánicas coloidales o disueltas, que no son retenidas por la simple filtración por la simple filtración. Para ello es necesario un tratamiento previo con coagulante químico, seguido de decantación o clarificación y luego filtración, a través de un manto de arena u otro material inerte y finalmente un tratamiento de desinfección, más o menos intenso, según el grado de contaminación. (15)

4. Eliminar o reducir la intensidad de los gustos u olores para lo cual se recomienda distintos procedimientos, que dependen de la naturaleza de la naturaleza del problema, como ser: aireación, Carbón activado, uso de cloro u otros oxidantes, como el ozono, etc. y algunas veces combinando con tratamiento previo del agua natural con un algicida. (15)

## **MÉTODOS QUIMICOS**

### **Ozono.**

Es un oxidante poderoso. No deja olor pero sí sabor, aunque no desagradable. Es difícil regular su aplicación. No tiene acción residual.

### **Yodo.**

Muy buen desinfectante, necesita un tiempo de contacto de media hora. Es muy costoso para emplearse en abastecimientos públicos.

### **Plata.**

En forma coloidal o iónica es bastante efectiva; no da sabor ni olor al agua, tiene una acción residual muy conveniente. Su efectividad disminuye con la presencia de ciertas sustancias, como cloruros, que se encuentran a veces en exceso en el agua. (16)

### **Cloro.**

El cloro es indudablemente el elemento más importante que existe para la desinfección del agua. Se suele usar en una dosis de 0,0001% que destruye todos los microbios en cuatro minutos. Además se usa para:

1. Eliminar olores y sabores.
2. Decolorar.
3. Ayudar a evitar la formación de algas.
4. Ayudar a quitar el hierro y manganeso.
5. Ayudar a la coagulación de materias orgánicas

El tratamiento corrector químico se refiere a la corrección del pH del agua, a la reducción de la dureza, a la eliminación de los elementos nocivos o al agregado de ciertos productos químicos, buscando siempre mejorar la calidad del agua. (16)

La corrección del pH puede hacerse agregando cal o carbonato de sodio, antes o después de la filtración. La reducción de la dureza, puede hacerse por métodos simples (cal, soda, Zeolita o resinas) o métodos compuestos (cal-soda; cal zeolita, cal-resinas). La eliminación de elementos nocivos puede referirse a bajar los contenidos excesivos de hierro, manganeso, fluor, arsénico o vanadio. Por ultimo con respecto al agregado de productos químicos, decimos que se refiere al agregado de fluor (prevenir caries). (16)

### **METODO BACTERIOLOGICO:**

El tratamiento bacteriológico se refiere casi exclusivamente a la desinfección con cloro, pudiéndose utilizar cloro puro, sales cloró genas o hipocloritos. Las dosis a utilizar generalmente se fijan en base al cloro residual, cuyo valor debe estar entre 0.05 mg/ l y 0.1 mg/l para quedar a cubierto de cualquier contaminación secundaria. (17)

### **DESALINIZACION DEL AGUA**

Tres de estos procesos, caracterizados por incluir la evaporación seguida de la condensación del vapor resultante, son los siguientes: **evaporación de múltiple efecto, destilación por compresión de vapor y evaporación súbita**. Este último es el más utilizado; consiste en calentar el agua del mar e introducirla por medio de una bomba en tanques de baja presión, donde el agua se evapora bruscamente; al condensarse el vapor se obtiene el agua pura. (18)

La **congelación** es un método alternativo. Tiene como base los diferentes puntos de congelación del agua dulce y del agua salada. Los cristales de hielo se separan del agua salobre, se lavan para extraerles la sal y se derriten, convirtiéndose así en agua dulce. Otro proceso, la **ósmosis inversa**, consiste en el empleo de presión para hacer pasar el agua dulce a través de una fina membrana que impide el paso de minerales. La ósmosis inversa sigue desarrollándose de forma intensiva. También existe la **electro diálisis**, que se utiliza para desalinizar aguas salobres, esto es, cuando la sal se disuelve en agua, se separa en iones positivos y negativos, que son extraídos pasando una corriente eléctrica a través de membranas aniónicas y catiónicas. (18)

### **COSTOS DE DEZALINIZACION DE AGUA**

Un problema importante en los proyectos de desalinización son los costos para producir agua dulce. (18)

Ante esto, la mayoría de los expertos confían en obtener mejoras sustanciales para purificar agua ligeramente salobre, es decir, aquella que contiene entre 1.000 y 4.500 partes de minerales por millón, en comparación a las 35.000 partes por millón del agua del mar. Puesto que el agua resulta potable si contiene menos de 500 partes de sal por millón, **desalinizar el agua salobre es comparativamente más barato que desalinizar el agua del mar** (18)

### **CLORO EN EL AGUA**

Elemento químico, símbolo Cl. de número atómico 17 y peso atómico 35.453. El cloro existe como un gas amarillo-verdoso a temperaturas y presiones ordinarias. Es el segundo en reactividad entre los halógenos, sólo después del flúor, y de aquí que se encuentre libre en la naturaleza sólo a las temperaturas elevadas de los gases volcánicos. Se estima que 0.045% de la corteza terrestre es cloro. Se combina con metales, no metales y materiales orgánicos para formar cientos de compuestos. (19)

*Propiedades:* El cloro presente en la naturaleza se forma de los isótopos estables de masa 35 y 37; se han preparado artificialmente isótopos radiactivos. El gas biatómico tiene un peso molecular de 70.906. El punto de ebullición del cloro líquido (de color amarillo-oro) es  $-34.05^{\circ}\text{C}$  a 760 mm de Hg. (101.325 kilopascales) y el punto de fusión del cloro sólido es  $-100.98^{\circ}\text{C}$ . La temperatura crítica es de  $144^{\circ}\text{C}$ ; la presión crítica es 76.1 atm (7.71 megapascales); el volumen crítico es de 1.745 ml/g, y la densidad en el punto crítico es de 0.573 g/ml. Las propiedades termodinámicas incluyen el calor de sublimación, que es de 7370 (+-) 10 cal/mol a OK; el calor de vaporización, de 4878 (+-) 4 cal/mol; a  $-34.05^{\circ}\text{C}$ ; el calor de fusión, de 1531 cal/mol; la capacidad calorífica, de 7.99 cal/mol a 1 atm (101.325 kilopascales) y  $0^{\circ}\text{C}$ , y 8.2 a  $100^{\circ}\text{C}$ . (19)

El cloro es uno de los cuatro elementos químicos estrechamente relacionados que han sido llamados halógenos. El flúor es el más activo químicamente; el yodo y el bromo son menos activos. El cloro reemplaza al yodo y al bromo de sus sales. Interviene en reacciones de sustitución o de adición tanto con materiales orgánicos como inorgánicos. El cloro seco es algo inerte, pero húmedo se combina directamente con la mayor parte de los elementos. (19)

**Fabricación:** El primer proceso electrolítico para la producción de cloro fue patentado en 1851 por Charles Watt en Gran Bretaña. En 1868, Henry Deacon produjo cloro a partir de ácido clorhídrico y oxígeno a  $400^{\circ}\text{C}$  ( $750^{\circ}\text{F}$ ), con cloruro de cobre impregnado en piedra pómez como catalizador. Las celdas electrolíticas modernas pueden clasificarse casi siempre como pertenecientes al tipo de diafragma y de mercurio. Ambas producen sustancias cáusticas (NaOH o KOH), cloro e hidrógeno. La política económica de la industria del cloro y de los álcalis incluye principalmente la mercadotecnia equilibrada o el uso interno del cáustico y del cloro en las proporciones en las que se obtienen mediante el proceso de la celda electrolítica. (19)

### **Efectos del Cloro sobre la salud**

El cloro es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da de forma natural. Los mayores consumidores de cloro son las compañías que producen

dicloruro de etileno y otros disolventes clorinados, resinas de cloruro de polivinilo (PVC), clorofluorocarbonos (CFCs) y óxido de propileno. Las compañías papeleras utilizan cloro para blanquear el papel. (19)

Las plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos (desinfección). (19)

La exposición al cloro puede ocurrir en el lugar de trabajo o en el medio ambiente a causa de escapes en el aire, el agua o el suelo. Las personas que utilizan lejía en la colada y productos químicos que contienen cloro no suelen estar expuestas a cloro en sí. Generalmente el cloro se encuentra solamente en instalaciones industriales. (19)

El cloro entra en el cuerpo al ser respirado el aire contaminado o al ser consumido con comida o agua contaminadas. No permanece en el cuerpo, debido a su reactividad. (19)

Los efectos del cloro en la salud humana dependen de la cantidad de cloro presente, y del tiempo y la frecuencia de exposición. Los efectos también dependen de la salud de la persona y de las condiciones del medio cuando la exposición tuvo lugar. (19)

La respiración de pequeñas cantidades de cloro durante cortos periodos de tiempo afecta negativamente al sistema respiratorio humano. Los efectos van desde tos y dolor pectoral hasta retención de agua en los pulmones. El cloro irrita la piel, los ojos y el sistema respiratorio. No es probable que estos efectos tengan lugar a niveles de cloro encontrados normalmente en la naturaleza. (19)

Los efectos en la salud humana asociados con la respiración o el consumo de pequeñas cantidades de cloro durante periodos prolongados de tiempo no son conocidos. Algunos estudios muestran que los trabajadores desarrollan efectos adversos al estar expuestos a inhalaciones repetidas de cloro, pero otros no. (19)

## **Efectos ambientales del Cloro**

THE ANSLO CORP

El cloro se disuelve cuando se mezcla con el agua. También puede escaparse del agua e incorporarse al aire bajo ciertas condiciones. La mayoría de las emisiones de cloro al medio ambiente son al aire y a las aguas superficiales. (19)

Una vez en el aire o en el agua, el cloro reacciona con otros compuestos químicos. Se combina con material inorgánico en el agua para formar sales de cloro con materia orgánica para formar compuestos orgánicos clorinados. (19)

Debido a su reactividad no es probable que el cloro se mueva a través del suelo y se incorpore a las aguas subterráneas. (19)

Las plantas y los animales no suelen almacenar cloro. Sin embargo, estudios de laboratorio muestran que la exposición repetida a cloro en el aire puede afectar al sistema inmunitario, la sangre, el corazón, y el sistema respiratorio de los animales.

El cloro provoca daños ambientales a bajos niveles. El cloro es especialmente dañino para organismos que viven en el agua y el suelo. (19)

## **PRUEBA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTABLO SAN VICENTE**

El exceso de minerales presentes en el agua de bebida, genera limitaciones en el desarrollo normal del ganado lechero, aunado a esto si las condiciones microbiológicas son desfavorables la producción diaria de leche se ve mermada. Ya que como se sabe, la vaca bebe de un 50 – 60 % del agua diaria después del ordeno. Por ello es importante realizar un esfuerzo para mejorar la calidad del agua de bebida. (20)

## **Esta prueba se realizo con productos del laboratorio ANGLO CORP**

La solución integral consiste en el uso sistemático de KLEAR FLO (**Secuestrante de sales**) y ANGLOSAN (**Potabilizador de agua**). Estos productos están hechos a base de Sulfato de Amonio

El establo San José nos permitió realizar la prueba en sus corrales buscando mejorar la calidad del agua, y por ende el consumo de agua y directamente la producción de leche diaria.

### **PROSEDIMIENTO DE LA PRUEBA:**

La prueba se realizó de la siguiente manera:

Se inyectó producto a la mitad de los corrales, aproximadamente 500 vacas, durante 30 días.

Se midieron 2 corrales como "*Testigo*" (5 y 7) y 2 "*Tratados*" (6 y 8).

Se buscó que las vacas de cada grupo de corrales tuvieran condiciones de producción similares para el comparativo.

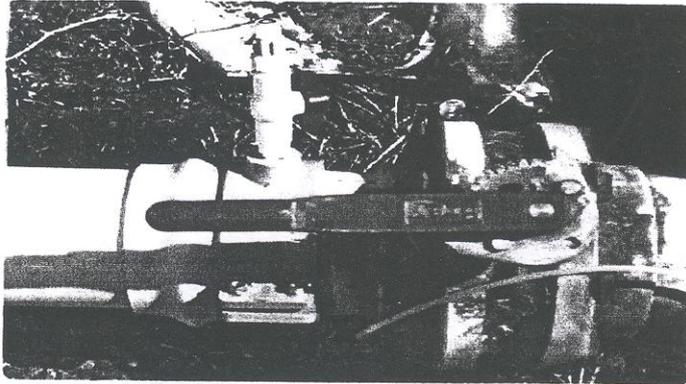
Se midió la producción por ordeña de todas las vacas de cada corral.

Se realizaron mediciones microbiológicas de los bebederos de cada grupo de corrales.

Se generó un archivo gráfico de las condiciones de los bebederos durante la prueba.

**DESARROLLO:**

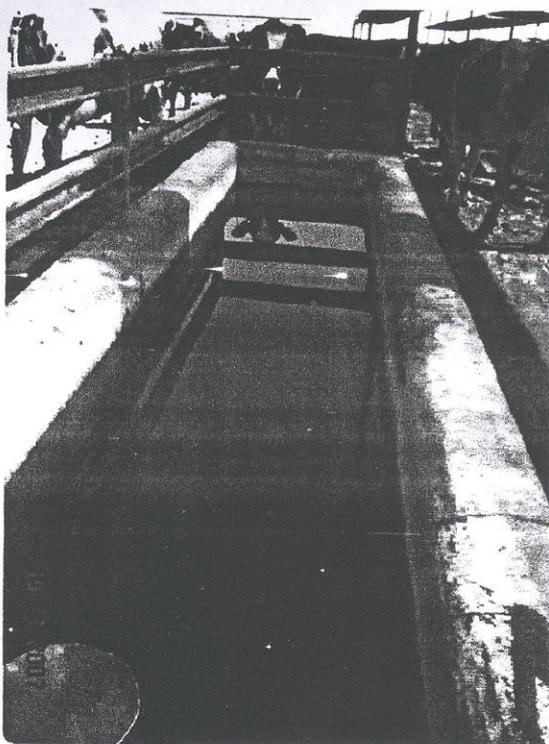
**Instalación de la válvula en la tubería para la inyección sistemática de los productos**

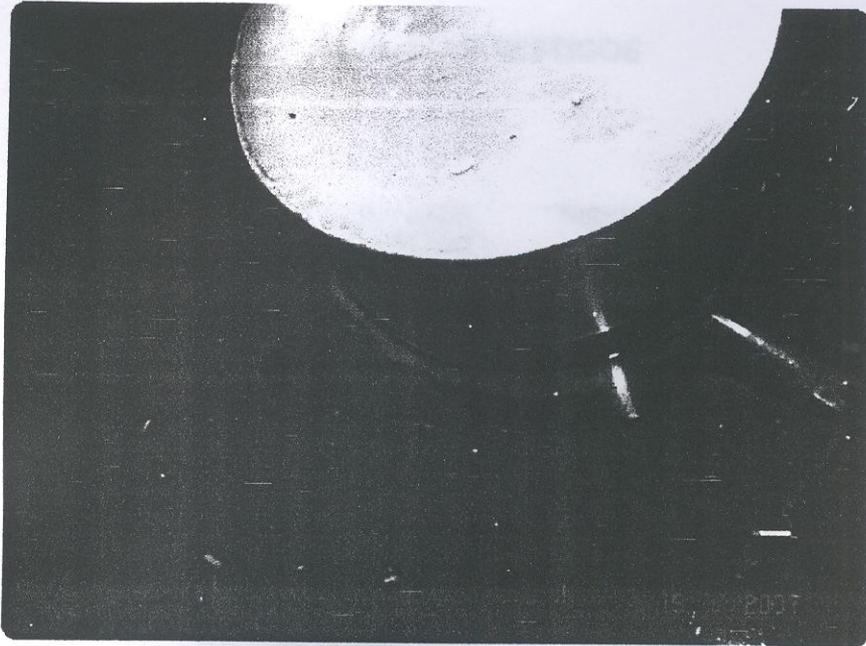


**Detalle de bomba de inyección. Bomba de pulsos que permite la dosificación sistemática y continua de los productos.**



**Los bebederos se lavaron antes del arranque de las pruebas**



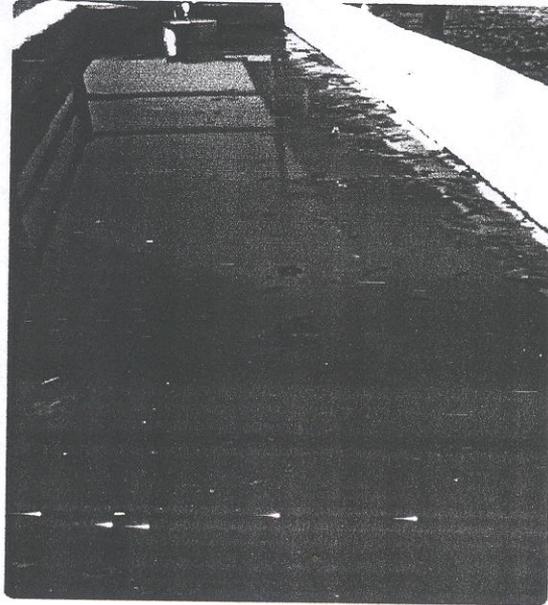


## CORRALES TRATADOS

Las diferencias en los tratamientos de los corrales

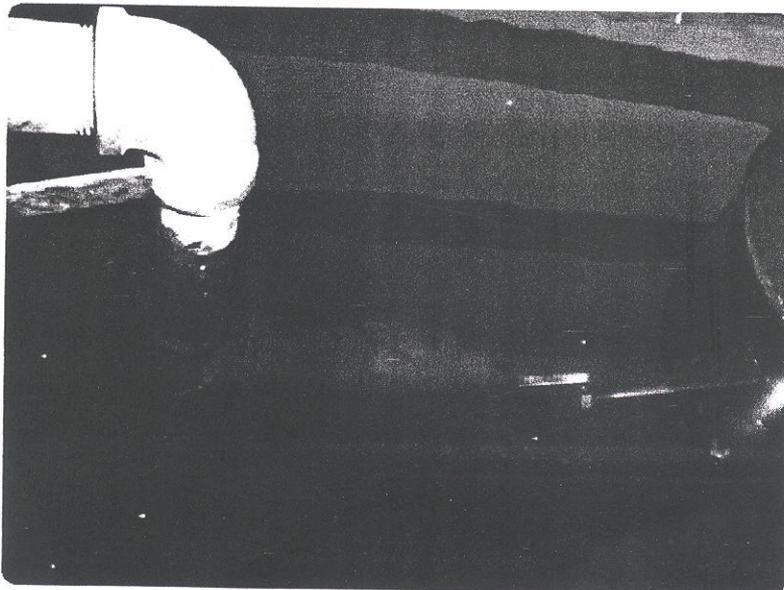


## **CORRALES TESTIGOS**

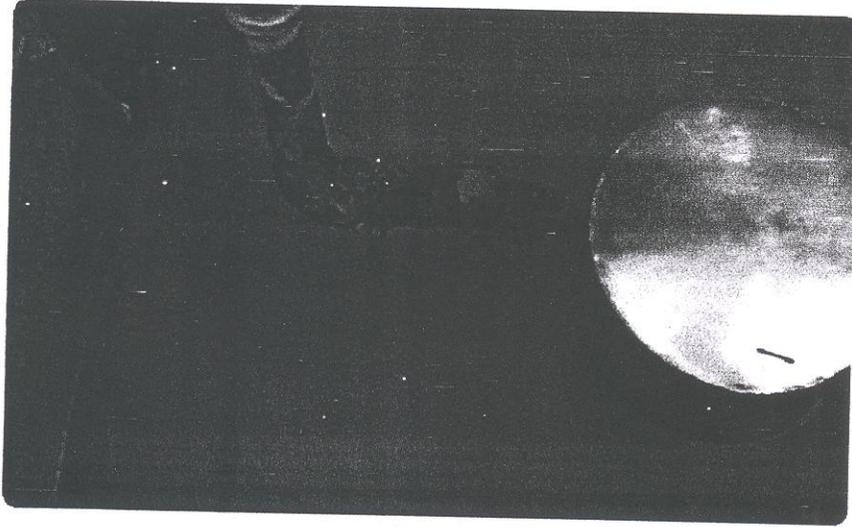


**Las diferencias en las condiciones de los bebederos fueron evidentes durante la prueba**

## **BEBEDEROS TRATADOS**



## BEBEDEROS TESTIGOS



# BIBLIOGRAFIA

1. [http://www.imacmexico.org/ev\\_es.php?ID=16622\\_201&ID2=DO\\_TOPIC](http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=16622_201&ID2=DO_TOPIC)
2. <http://www.sepeap.es/Hemeroteca/EDUKINA/Artikulu/VOL101/M1010107.pdf>
3. <http://www.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/MVZ-81/249.pdf>
4. <http://www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliC003.htm>
5. Departamento de Ciencias Fisiológicas  
<http://med.javeriana.edu.co/fisiologia/fw/c33.htm>
6. <http://revista.seaic.es/extraordinario2002n1/46.pdf>
7. [http://www.produccionbovina.com/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/otras%20patologias/01-problemas\\_pezunas.pdf](http://www.produccionbovina.com/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/otras%20patologias/01-problemas_pezunas.pdf)
8. <http://jpet.aspetjournals.org/cgi/reprint/280/1/114>
9. <http://jpet.aspetjournals.org/cgi/reprint/314/3/1310>
10. <http://jpet.aspetjournals.org/cgi/reprint/287/3/952>
11. <http://biocampus-ve3b.uab.es/univet/docs/dapp.pdf>
12. Sumano H. Farmacología Veterinaria. 3 ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
13. Torales R. Fármacos Simpáticos. [Electronic] 2004 [cited 2007; Available from:

14. Harcourt. Diccionario Mosby. Harcourt; 1995.
15. D. C. Blood U. P Studdent, Diccionario de veterinaria
16. Mc Graw- Hill Interamericana
17. [http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp\\_imagepages/19079.htm](http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/19079.htm)
18. <http://www.encolombia.com/medicina/cirugia/Ciru19204-Ascitis1.htm>
19. <http://jds.fass.org/cgi/reprint/81/9/2369>
20. NORMA Oficial Mexicana NOM-180-SSA1-1998, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Equipos de tratamiento de tipo doméstico.
21. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/>
22. <http://www.biomanantial.com/tipos-de-algas-comestibles-a-50.html>
23. [http://es.wikipedia.org/wiki/Comarca\\_Lagunera](http://es.wikipedia.org/wiki/Comarca_Lagunera)
24. <http://www.excelwater.com/spa/b2c/arsenic.php>
25. <http://www.ambientum.com/revista/2007/septiembre/ArsenicoAgua.asp>