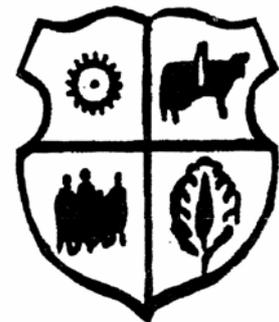




Curso:

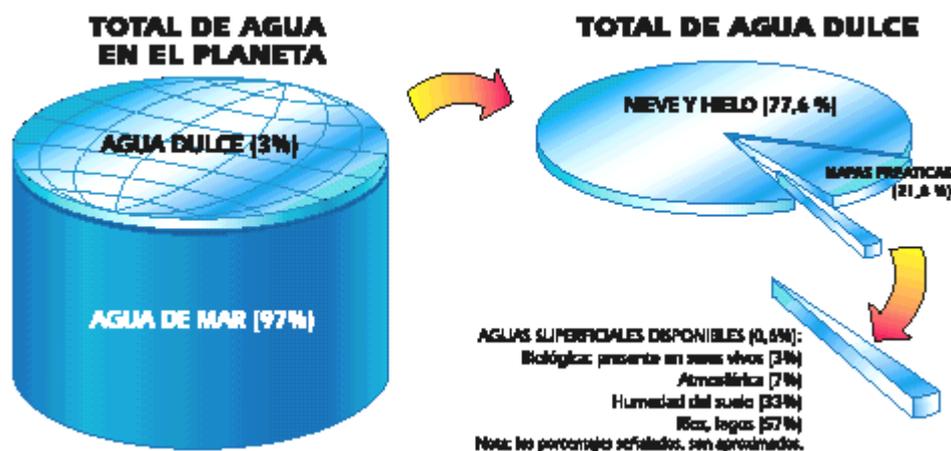
Capacitación en calidad de agua para hidroponía



Agua

¿Para qué usa el agua la sociedad?

- Obtención de agua potable
- Intervención en procesos industriales y mineros
- Riego y ganadería
- Recreación y belleza escénica
- Extinción de incendios
- Generación de energía.



Fuente: Guía Metodológica de Educación Ambiental para el recurso Agua, Abraham Vega

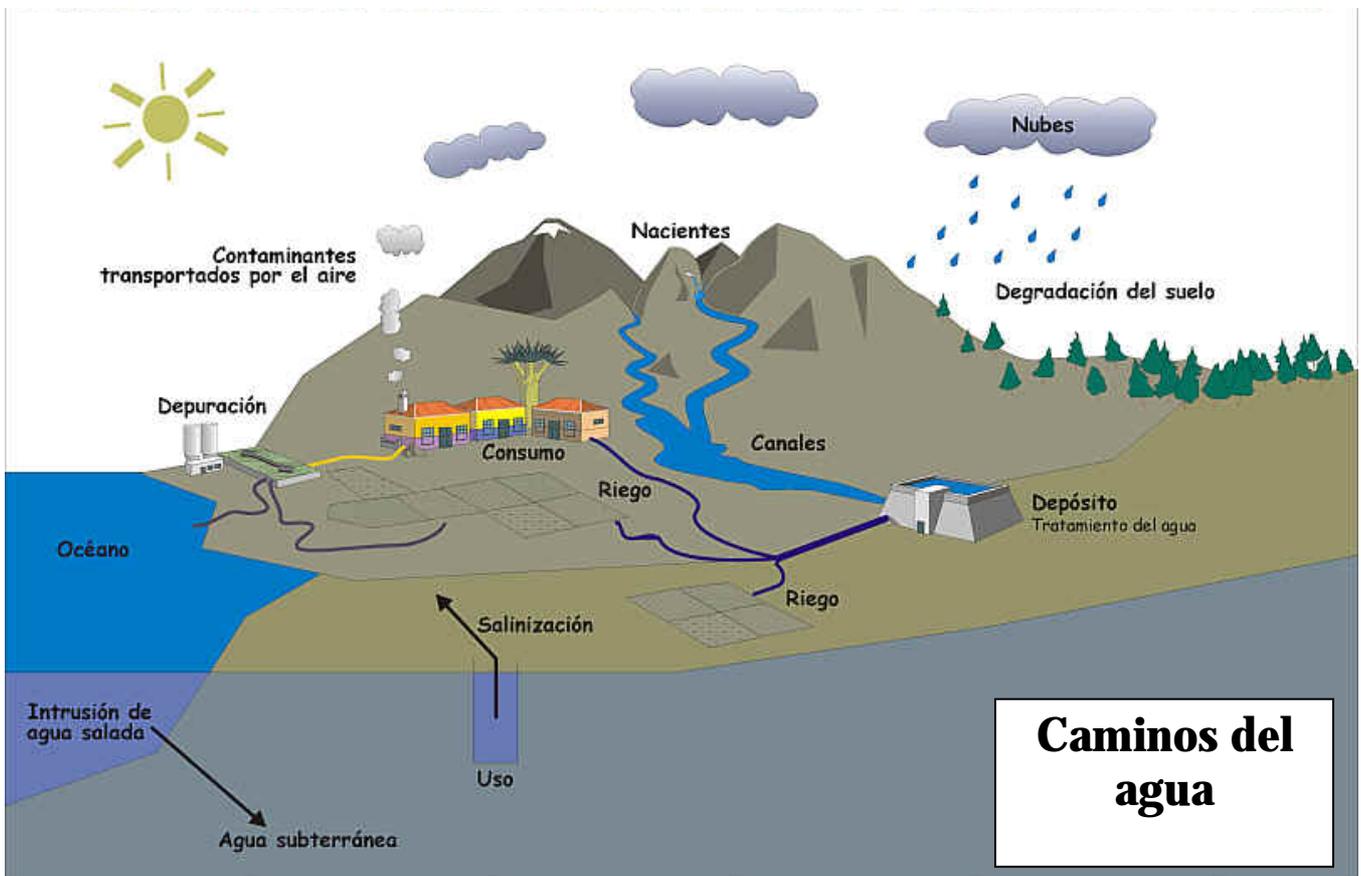
Dentro de las necesidades básicas, y quizás una de las más importantes que requiere toda población, está relacionada con el acceso al agua de buena calidad, es decir, al “agua potable”. Es así como el agua, su accesibilidad y su calidad han comenzado a condicionar directamente el tipo de vida de una comunidad y por lo tanto su calidad de vida.

Aún cuando el concepto de calidad de vida es amplio, en este caso no sólo se trata del problema de presencia o ausencia de enfermedades, sino cómo la carencia de agua condiciona el tiempo de recreación, áreas verdes, juegos, conductas, etc., en una población. En este sentido involucra todas las actividades de una persona (independiente de su estado de salud) e incluye a todos los miembros de la comunidad.

Directamente asociado a la salud está el consumo, calidad y disponibilidad del agua. Estos tres componentes, separada o conjuntamente, han determinado

una gran cantidad de problemas de salud que afectan a vastos sectores de la población mundial.

Un ejemplo de esto lo da el hecho que, aproximadamente, el 40% de la población mundial sufre en la actualidad por falta de agua, y se ha comprobado que en los países del tercer mundo o en vías de desarrollo, más del 80% de las enfermedades tienen su origen en esta carencia o en las condiciones insalubres del agua que utilizan.



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. El agua de la Tierra - que constituye la hidrosfera - se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera, entre los cuales existe una circulación continua - el ciclo del agua o ciclo hidrológico. El movimiento del agua en el ciclo hidrológico es mantenido por la energía radiante del sol y por la fuerza de la gravedad.

El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor

(evaporación directa y transpiración de seres vivos) a la atmósfera y regresa en sus fases líquida (como lluvias) y sólida (nieve y granizo).

El agua que precipita sobre los suelos va a repartirse en tres grupos: uno vuelve a la atmósfera por evapo - transpiración, otro que produce escurrimiento superficial y el tercero produce escurrimiento subterráneo. Esta división está condicionada por varios factores climáticos y dependientes de las características físicas del lugar donde ocurre la precipitación.

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.

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.

Contaminación del agua

Con el desarrollo demográfico e industrial apareció y se agrava día a día el problema de la contaminación de las fuentes de agua. La contaminación obedece a diversas causas:

-  La actividad agropecuaria (desechos animales y vegetales, materia fecal animal, fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, etc.).
-  Las descargas cloacales y los mismos pozos sépticos (por infiltración aportan materiales y organismos patógenos al agua subterránea).
-  Las descargas industriales (detergentes, colorantes, ácidos, soda cáustica, etc.).
-  La mala disposición de los residuos urbanos sólidos que contaminan las fuentes superficiales y subterráneas.

La contaminación del agua se produce por la introducción directa o indirecta de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, así como de energía calórica, entre otras, interrumpiéndose el normal desarrollo de su ciclo natural.

Los principales usos que el hombre hace del agua son domésticos, industriales y agrícolas. En todos ellos, cuando el agua después de ser utilizada retorna a la naturaleza es siempre agua residual, ya que contiene sustancias extrañas y contaminantes.

Tipos de contaminación, según su origen



De origen natural: a través de su ciclo natural, el agua puede entrar en contacto con ciertos contaminantes que están en las aguas, la atmósfera y la corteza terrestre. Ejemplos de este tipo de contaminación son los aluviones (que alteran el funcionamiento de las plantas de agua potable) o las erupciones volcánicas que pueden alterar la temperatura de las aguas, dañando el ecosistema acuático.



De origen artificial: por la acción del ser humano, que vierte desechos líquidos y sólidos a las aguas. Pueden ser aguas servidas, o sustancias residuales de un proceso industrial, o pesticidas, insecticidas, etc.

Hay contaminantes de tres tipos:



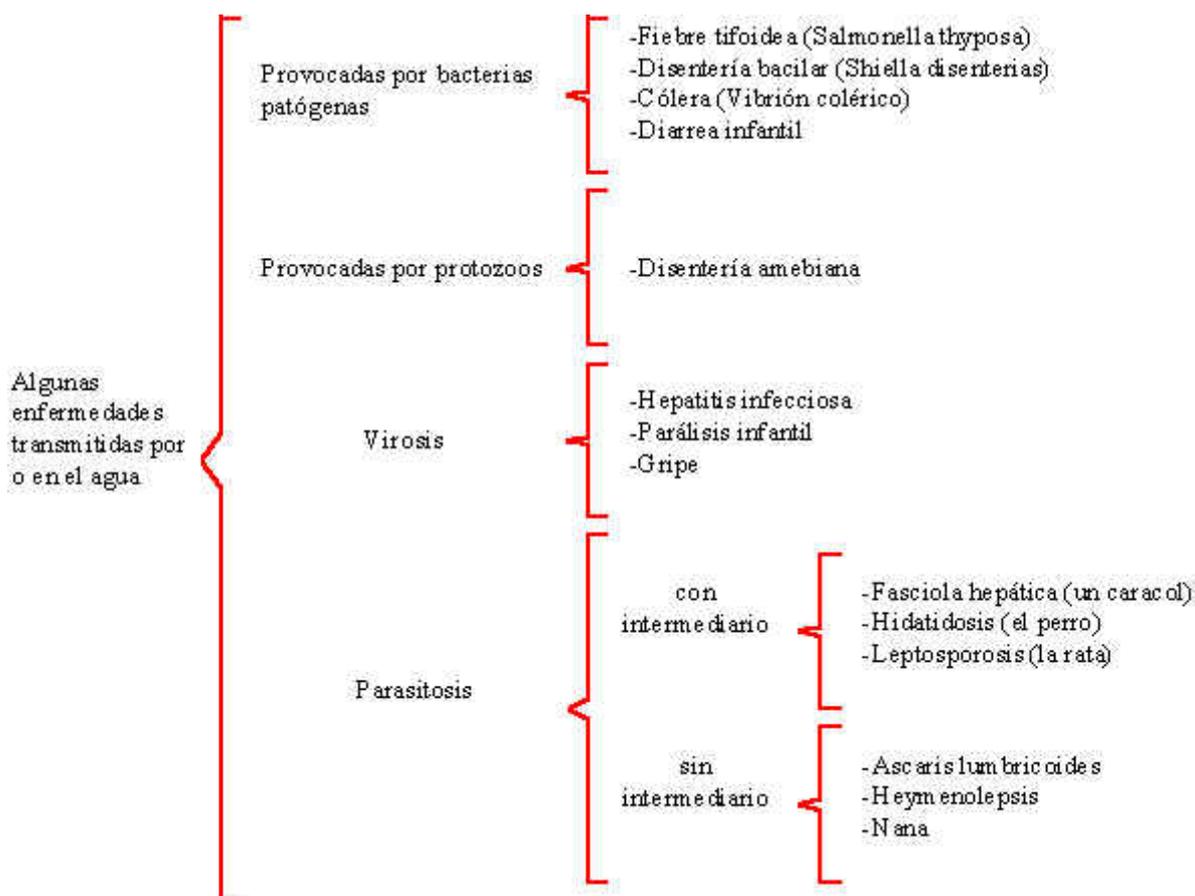
Los contaminantes biológicos:

Son aquellos organismos vivos, (virus, bacterias, hongos, protozoos...), que pueden ser patógenos para el hombre, alterando además, las características organolépticas, físicas y químicas del agua, que generalmente proceden de los desechos orgánicos, tales como la materia fecal y los alimentos, provenientes fundamentalmente de las aguas residuales urbanas, domésticas y de la industria alimenticia.

La salud humana puede verse afectada por utilizar agua contaminada para beber o en la preparación de alimentos, por simple contacto en el aseo corporal u otras actividades, ya que el agua es el medio donde se pueden desarrollar microorganismos patógenos o portar contaminantes químicos.

Las bacterias patógenas presentes en el agua de bebida o en alimentos por ella contaminados provocan enfermedades tales como la fiebre tifoidea y paratifoidea, gastroenteritis, cólera, diarrea infantil, etc... Los virus de las aguas contaminadas causan enfermedades como la hepatitis infecciosa, la gripe y probablemente la poliomielitis o parálisis infantil.

En la transmisión de ciertas parasitosis, necesitan huésped intermediarios (Fasciola Hepática, intermediario: un caracol; Hidatidosis, el perro), o no, (Ascaris lumbricoides, Heymenolipsis nana) el agua desempeña una función fundamental.



No cabe aquí hacer un estudio de cada una de éstas afecciones. Sólo recordaremos que en general los síntomas de las enfermedades de transmisión hídrica son: decaimiento, dolor, diarrea, deshidratación y a veces fiebre, según la infección.

Para medir el nivel de contaminación biológica que tiene el agua, se controla la presencia de las bacterias coliformes que provienen de las vías intestinales del ser humano. Las enfermedades producidas por agua contaminada con microorganismos podemos evitarlas sometiendo al agua de consumo a tratamientos adecuados de desinfección.



Los contaminantes químicos:

Pueden ser orgánicos como abonos de las prácticas agrícolas, restos de comida, grasas, papeles generalmente biodegradables, o inorgánicos como mercurio, cadmio, plomo, etc. que son muy tóxicos y con alta capacidad de acumulación en los organismos vivos. Son fruto principalmente de la actividad industrial, se mantienen en el agua por mucho tiempo, generalmente, no son biodegradables. Lo más grave es que se contaminen las aguas subterráneas. Ello puede ocurrir cuando hay pozos mal construidos o desechos tóxicos mal manejados. Los efectos son graves: un derrame de petróleo o marea negra puede ocasionar la destrucción de la cadena alimentaria, ya que al no pasar la luz, no puede haber fotosíntesis. El plomo y el cadmio contenidos en la pintura,

si caen a un curso de agua, son incorporados a la cadena alimentaria y aparecen mucho más tarde en los peces o mariscos con efectos tóxicos.

Otros no se consideran tóxicos, como calcio, magnesio, sodio, etc. y disueltos en el agua hacen variar considerablemente la calidad de ésta, ya sea salinizándola, caso del cloruro de sodio o sal común, o bien aumentando la dureza debido a la presencia de carbonato de calcio que crea obturaciones en las cañerías y disminuye la eficacia del jabón. La presencia de éstos suele deberse a la composición química del terreno que atraviesa el agua.

Los contaminantes químicos pueden producir intoxicaciones y enfermedades de aparición a largo plazo (cáncer, afecciones hepáticas, renales, del sistema nervioso, etc).

Respecto a la composición química, la adopción de una fuente de agua como tal debe interpretarse como que no contiene sustancias cuyas concentraciones superen los límites fijados por las normas sanitarias.



Los contaminantes físicos:

Pueden ser partículas que son emitidas por una fuente fija o están en el aire contaminado; o aguas calientes arrojadas a los cursos de agua, que alteran la temperatura del medio. De esta manera pueden contaminarse ríos, por descargas de aguas residuales; bahías, por descargas de relaves mineros y residuos industriales líquidos; lagos, por la industria pesquera y salmonera y por las aguas lluvias convertidas en lluvia ácida.

Radiactividad: producida por aquellas actividades en las que están implicados el uranio u otros elementos radioactivos, como la minería, armamento nuclear, centrales nucleares etc.

¿A qué se denomina agua potable?

Agua potable es aquella que, bien en su estado natural o después de un tratamiento adecuado, es apta para el consumo humano y no produce ningún efecto perjudicial para la salud. Es limpia, transparente, sin olores o sabores desagradables y está libre de contaminantes.

De acuerdo a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S), el agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos:



A. No debe contener sustancias nocivas para la salud, es decir, carecer de contaminantes:

Biológicos (microbios y / o gérmenes patógenos)

Químicos

Tóxicos (orgánicos o inorgánicos),

Radiactivos.

 B. Poseer una proporción determinada tanto de gases (O₂ y CO₂), como de sales inorgánicas disueltos(as).

 C. Debe ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

Agua potable según el Código Alimentario Argentino (C.A.A.)

Características físicas	
Color	máx. 5 Pt - Co
Olor	sin olor
Turbiedad	máx 3 NTU
Características químicas	
pH	6,50 a 8,50
pHs	pH± 0,2
Sustancias inorgánicas	[mg / l ó ppm]
Aluminio	máx. 0,20
Amoníaco	máx. 0,20
Arsénico	máx. 0,05
Cianuro	máx. 0,100
Cloruro	máx. 350
Cobre	máx. 1,00
Cromo	máx. 0,05
Dureza total como Ca CO ₃	máx. 400
Fluoruro	Depende de la temperatura de la zona
Hierro total	máx. 0,30
Manganeso	máx. 0,10
Mercurio	máx. 0,001

Nitrato	máx. 45
Nitrito	máx. 0,10
Plata	máx. 0,05
Plomo	máx. 0,05
Sólidos disueltos totales	máx. 1.500
Sulfatos	máx. 400
Zinc	máx. 5
Cloro activo residual	mín. 0,20
Contaminantes orgánicos	
DDT	máx. 1,00 µg/l
Detergente	máx. 0,50 µg/l
Lindano	máx. 3,00 µg/l
Benceno	máx. 10 µg/l
Tricloroetileno	máx. 30,0µg/l
Etc...	
Características microbiológicas	
Escherichia coli	ausencia en 100 ml
Pseudomonas aeruginosa	ausencia en 100 ml
Bacterias mesófilas	máx 500 UFC/ml

¿Qué es un sistema de abastecimiento de agua potable?

Este consta de diferentes etapas:



Toma del río. Punto de captación de las aguas; **La reja** impide la penetración de elementos de gran tamaño (ramas, troncos, peces, etc.).

 **Desarenador.** Sedimenta arenas que van suspendidas para evitar dañar las bombas.

 **Bombeo.** Toma el agua directamente de un río, lago o embalse, enviando el agua cruda a la cámara de mezcla.

 **Cámara de mezcla.** Donde se agrega al agua productos químicos. Los principales son los coagulantes (sulfato de alúmina), alcalinizantes (cal).

 **Decantador.** El agua llega velozmente a una pileta muy amplia donde se reposa, permitiendo que se depositen las impurezas en el fondo. Para acelerar esta operación, se le agrega al agua coagulante que atrapa las impurezas formando pesados coágulos. El agua sale muy clarificada y junto con la suciedad quedan gran parte de las bacterias que contenía.

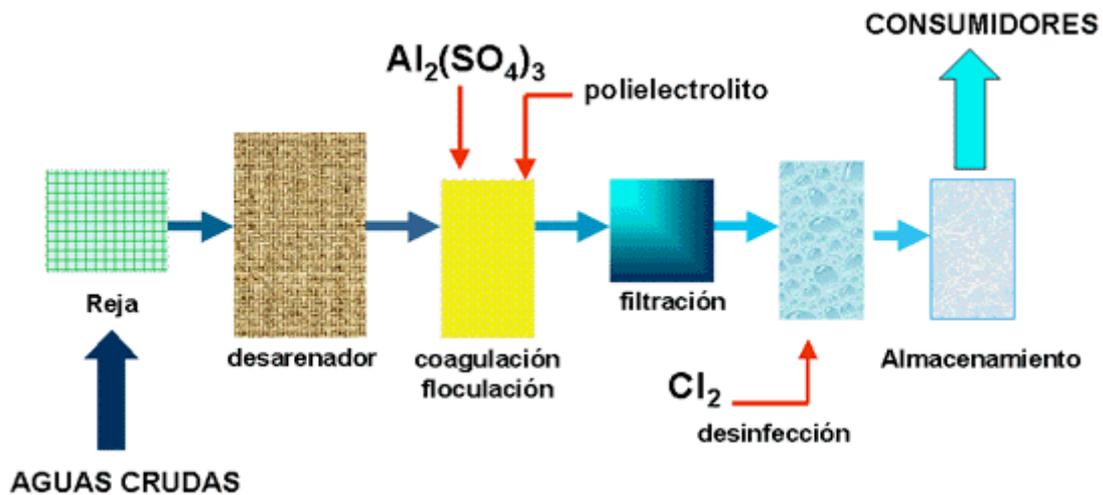
 **Filtro.** El agua decantada llega hasta un filtro donde pasa a través de sucesivas capas de arena de distinto grosor. Sale prácticamente potable.

 **Desinfección.** Para asegurar aún más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina el exceso de bacterias y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas.

 **Bombeo.** Toma el agua del depósito de la ciudad.

 **Depósito.** Desde donde se distribuye a toda la ciudad.

 **Control Final.** Antes de llegar al consumo, el agua es severamente controlada por químicos expertos, que analizan muestras tomadas en distintos lugares del sistema.



Desinfección

Las aguas destinadas al consumo público deberán ser sometidas a una serie de operaciones de tratamiento para eliminar los agentes patógenos y reducir los demás contaminantes a niveles insignificantes, no perjudiciales para la salud. Por lo tanto, al estimar la calidad del agua se deben de tener en cuenta diferentes condicionantes como son la protección de las fuentes, la eficacia y la confiabilidad del tratamiento y la protección de la red de distribución.

Objetivos

- a) Contribuir a disminuir los riesgos de contraer enfermedades entéricas asociadas a la ingesta de agua y alimentos de consumo crudo contaminados.
- b) Dar a conocer los procedimientos más adecuados, para que las poblaciones que carecen de sistemas de abastecimiento de agua potable o que se abastecen de sistemas que funcionan en forma intermitente, puedan desinfectar el agua de consumo humano e higienizar sus alimentos de consumo crudo.

Se entiende por sistemas de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario al conjunto de elementos técnicos, organizacionales y socio-culturales que tienen relación entre sí e interactúan con la finalidad de que los habitantes, que no cuentan con agua segura, tengan condiciones para mejorar en su propio domicilio, la calidad del agua que utilizan para beber y para desinfectar los alimentos de consumo crudo, principalmente verduras.

Componentes del sistema de desinfección

Los elementos que conforman el sistema de desinfección del agua y alimentos a nivel domiciliario se describen a continuación.

• Fuente de abastecimiento: se entiende como tal el lugar de donde la población se abastece habitualmente del agua que utiliza para su consumo doméstico.

• Conducción del agua desde la fuente hasta el domicilio: es el proceso de acarreo del agua en recipientes, desde la fuente de abastecimiento hasta el domicilio.

• Distribución del desinfectante: proceso que permite la entrega a cada familia, del desinfectante. Se emplea para este efecto, botellitas cuyas tapas sirven como dosificador.

• Almacenamiento y desinfección del agua: acción dirigida a depositar y desinfectar el agua de bebida en un recipiente adecuado. El diseño de este recipiente debe facilitar la colocación del desinfectante y al mismo tiempo proteger su contenido de la manipulación inadecuada.

• Consumo del agua desinfectada: empleo del agua desinfectada de los recipientes, en bebida, higiene bucal, enjuague de la vajilla, etc. Esto normalmente demanda cambios en los hábitos de las familias, que deben ser contemplados.

• Desinfección de alimentos de consumo crudo: utilización del desinfectante y del agua desinfectada en el lavado de alimentos que se consumen crudos, principalmente de las verduras.

• Prácticas adecuadas de higiene: es la aplicación, por parte de la población, de procedimientos adecuados de higiene, en los que se incluyen los hábitos de protección del agua desinfectada y el uso adecuado de ella. Comprenden también los hábitos para obtener seguridad en el manejo de alimentos en general y en la ingesta de alimentos de consumo crudo en particular.

• Control: es el monitoreo continuo del funcionamiento del sistema, en todos sus aspectos, tanto en el mantenimiento de las condiciones adecuadas de la fuente como del desinfectante y de su utilización. Si el desinfectante es un compuesto clorado, el control incluye la verificación del cloro residual.

Debe tenerse en cuenta que el éxito en la aplicación de esta tecnología radica en la acción conjunta de todos sus componentes, por lo que la ausencia de alguno de ellos pone en riesgo su eficacia.

Métodos de desinfección



Hervido del agua

Es un método bastante efectivo para desinfectar pequeñas cantidades de agua clara, aun si presenta contenido de materia orgánica.

Procedimiento

1. Llene un recipiente con el agua a tratar.
2. Hierva y deje el agua en ebullición (presencia de burbujas) unos minutos (aproximadamente de 5 minutos).
3. Si el agua es un poco turbia, fíltrela en un paño o tela tupida y después hiérvala.
4. Los recipientes deben encontrarse perfectamente limpios antes de verter el agua a almacenar y deberán limpiarse de nuevo al vaciarlos.
5. Almacene el agua hervida en recipientes con tapa y en lo posible con el sistema de canilla. Evite sacar el agua con otros utensilios como pocillos, vasos u otros.



Desinfección doméstica del agua a través de la cloración.

La cloración es el nombre que se le da al procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio.

El cloro se presenta como cloro gaseoso (Cl_2), hipocloritos y cloraminas. El efecto desinfectante se debe a la liberación de cloro libre (Cl_2); a su vez, el Cl_2 reacciona con el agua para dar ácido hipocloroso (HClO), que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte.

Los compuestos que tienen cloro poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causantes de enfermedades.



Ozono:

El ozono es un oxidante muy potente. Es muy volátil y no es conveniente su utilización como desinfectante único aunque sí puede dosificarse como complementario del cloro y rebajar la concentración necesaria del mismo, con lo que mejora el sabor del producto final. Tiene también poder desodorizante al reaccionar con distintas sustancias orgánicas causantes del mal olor.

Actualmente no es muy utilizado debido al elevado costo de producción y a la necesidad de personal muy cualificado. Es empleado en fase de pre - oxidación en alguna de sus estaciones de tratamiento.



U.V.:

Elimina bacterias, helmintos, protozoarios y virus y debe estar acompañado con una desinfección con cloro o compuestos de cloro.

El cloro se encuentra en varias presentaciones:



Hipoclorito de sodio:

Es un líquido transparente de color amarillo ámbar que se comercializa bajo los nombres de agua lavandina, lejía o agua de Javel. Se suministra en envases plásticos.

Teniendo en cuenta las clases de aguas lavandinas que se comercializan, podemos establecer una clasificación según la forma de presentación y el color.

Envase amarillo: Es el agua lavandina por excelencia, adecuada para diversas aplicaciones de desinfección e higiene doméstica y para la desinfección del agua para beber.

Envase blanco: Comprende las aguas lavandinas con una fórmula especialmente adecuada para el tratamiento de ropa, ya que combinan una gran eficacia blanqueadora y desinfectante.



Hipoclorito de calcio:

Es un producto seco, granulado o en polvo, de color blanco. Se comercializa en tambores metálicos o bolsas plásticas con concentraciones entre el 30 y el 65% de cloro activo. Para su aplicación se prepara una solución.



Cloro gaseoso:

Es un gas amarillo verdoso utilizado generalmente en las plantas de tratamiento de los acueductos convencionales.

Para la desinfección doméstica del agua, la presentación más usada es el hipoclorito de sodio, por su fácil aplicación, su costo relativamente bajo, y su efectiva acción contra bacterias y virus presentes en el agua.

El cloro como desinfectante

Las investigaciones acerca de los efectos del cloro sobre los microorganismos han revelado que afecta a las funciones vitales de los mismos, tales como la respiración y el transporte activo. Se supone que el cloro altera la pared celular bacteriana, la que actúa como barrera protectora de la célula y ello deriva en la muerte del microorganismo.

El cloro es el agente más ampliamente utilizado como desinfectante ya que además de ser un germicida de amplio espectro, tiene alta persistencia en los sistemas de distribución de agua, es de fácil aplicación y económico. Todos los compuestos basados en cloro presentan propiedades residuales duraderas, lo que impide un nuevo crecimiento microbiano y previene la contaminación del agua durante su recorrido desde la planta de tratamiento hasta el lugar de consumo.

Otro atributo del cloro es que tiene la capacidad de controlar el gusto y olor del agua. Por ejemplo es capaz de oxidar muchas sustancias que se presentan naturalmente, tales como las secreciones de algas malolientes y los olores de la vegetación en descomposición, dando como resultado agua potable inodora y de mejor sabor.

El beneficio principal del agua potable clorada es la protección de la salud pública a través del control de las enfermedades transmitidas por el agua. La cloración desempeña una función primordial en el control de los agentes patógenos presentes en el agua, tal como lo demuestra la virtual ausencia de enfermedades transmitidas por el agua, como la tifoidea y el cólera, en algunas regiones de los países desarrollados.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable sin tratar, o con un tratamiento inadecuado, siguen siendo la mayor amenaza para la salud pública, especialmente en los países en desarrollo, donde casi la mitad de la población consume agua contaminada. En estos países, enfermedades como el cólera, la tifoidea y la disentería crónica son endémicas y matan a niños y a adultos. En 1990, más de tres millones de niños menores de cinco años murieron por enfermedades diarreicas.

Instrucciones para desinfectar el agua con cloro

Desinfección de tanques y cisternas

En general, todos los depósitos que se utilizan para contener agua potable son pasibles de contaminación. En los casos en que el examen de las aguas de un sistema de distribución revela una contaminación y esta procede del depósito intercalado en el mismo, debe procederse a su desinfección.

La limpieza y desinfección de los depósitos requieren de las siguientes normas:

1° Vaciar completamente el depósito.

2° Cepillar y rasquetear las paredes, tapas y fondo. Luego lavar con abundante agua desagotando simultáneamente hasta eliminar todo residuo. De ser posible, el agua de lavado y los residuos acumulados deben eliminarse por un grifo de purga o de manera que no pasen por las cañerías de distribución.

3° Llenar el depósito con agua agregándole un litro de hipoclorito o lavandina concentrada por cada mil litros de agua.

Es importante que la mezcla de hipoclorito y agua sea homogénea para lo cual debe agregarse el hipoclorito a medida que ingresa el agua. De no ser esto factible, puede llenarse el tanque con agua hasta la mitad, agregar entonces el hipoclorito y completar luego con agua hasta llenar el tanque.

4° Abrir todas las canillas de instalación hasta que el agua que sale por ella presente olor o sabor a cloro (lavandina). De este modo se consigue que no sólo el tanque sino también las cañerías estén llenas con la solución desinfectante y sometidas por lo tanto a desinfección. Si el nivel de agua en el tanque desciende apreciablemente por motivo de esta operación, reponer el agua consumida y la cantidad proporcional de lavandina concentrada.

5° Dejar actuar el desinfectante por lo menos cuatro horas y finalizado ese período eliminar el agua clorada haciéndola salir por todas las canillas.

6° Sin lavado posterior, llenar el tanque con agua y librarlo al consumo.

7° Es importante que el tanque este provisto de tapa o cierre hermético para evitar el contacto del agua con partículas o cuerpos extraños que puedan contaminarlo.

8° Es recomendable que las operaciones de lavado y desinfección del tanque sean realizadas, al menos, una vez por año.

Desinfección del agua para consumo, para casos en que se carece de instalaciones para cloración continua

Agregar dos gotas de lavandina por cada litro de agua a desinfectar. El producto a usar debe ser concentrado (55 g de cloro por litro), de muy buena calidad y que se encuentre dentro de su vida útil (cuatro meses).

¿Por qué debemos conocer el contenido de cloro?

El cloro es el desinfectante de mayor uso debido a su bajo costo, a su fácil comercialización, y a que tiene sobre el agua un efecto residual.

El cloro residual es el cloro presente en agua como ácido hipocloroso (HClO) e iones hipoclorito (ClO⁻). La determinación del contenido de **cloro residual**, tanto **libre** como **combinado**, es esencial para evaluar la eficacia de la limpieza y evitar exceso de concentración que genere corrosión o algún otro efecto no deseado.

El cloro presente en el agua reacciona con las **bacterias**, dejando sólo una parte de la cantidad original (**cloro libre o residual**) para continuar su acción desinfectante. Si el nivel de **cloro libre** no es el apropiado con respecto al pH, el agua tendrá un gusto y olor desagradable y el potencial desinfectante del cloro estará disminuido.

El **cloro libre** reacciona con los iones amonio y los compuestos orgánicos para formar compuestos que disminuyen las capacidades desinfectantes del cloro libre. Los compuestos de cloro junto con las cloraminas forman el **cloro combinado**. El **cloro combinado** y el **cloro libre** son el **cloro total**. Mientras que el cloro libre tiene un mayor poder desinfectante, el cloro combinado tiene una mayor estabilidad y menor volatilidad.

Diferentes métodos rápidos para análisis de cloro disponibles en el mercado

Los equipos rápidos son completos mini - laboratorios con reactivos y accesorios para el análisis de aguas. Permiten realizar los análisis sin utilizar ningún equipo adicional y sin tener previa experiencia química.

Los equipos rápidos se caracterizan por tener una baja susceptibilidad frente a interferencias y una elevada sensibilidad para la sustancia que se quiere analizar.

Debe destacarse que estos métodos permiten obtener datos orientadores, los que en casos de dudas o en aquellos que necesiten mayor certidumbre, se

debe recurrir a métodos estandarizados según las normas oficiales en laboratorios analíticos.

Los equipos rápidos están basados en métodos **químico-analíticos** del tipo **colorimetría visual** y **análisis volumétrico** (valoración o titulación).

Principios analíticos

Análisis volumétrico

Para algunas sustancias es difícil o casi imposible evaluarlas colorimétricamente. En estos casos, pueden utilizarse métodos de titulación o valoración para su análisis.

El análisis volumétrico se realiza añadiendo gota a gota una solución de valorante en un volumen conocido de muestra. La sustancia activa presente en la solución reacciona con el analito que debe ser determinado en la muestra. Tras completar la reacción, el añadir una cantidad mayor de solución valorante provocaría un exceso en la concentración de sustancia activa. El punto que marca que la reacción ha finalizado (punto final o punto de equivalencia) se visualizará con un cambio de color del indicador añadido a la muestra.

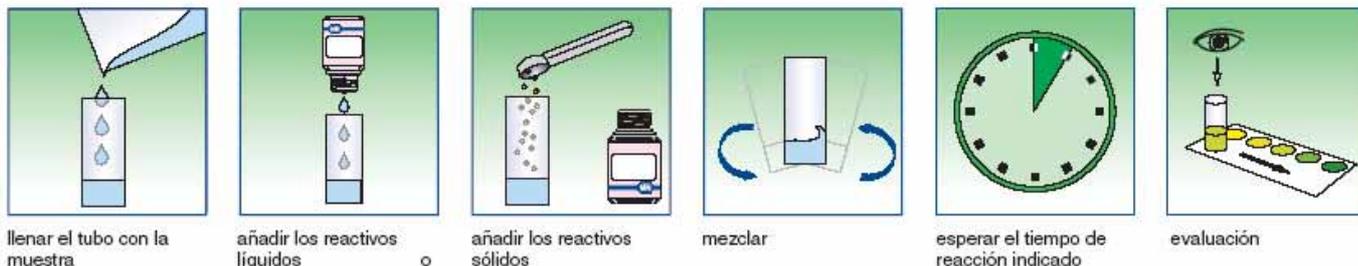


Modo de uso: recuento de gotas

Colorimetría visual

La intensidad del color es directamente proporcional a la concentración de la sustancia que se analiza. Los colores de reacción obtenidos se comparan con patrones en una cubeta llamada comparador. Cuando el color de la reacción coincide con uno

Modo de uso: es tan fácil como sumergir una tira de ensayo pero con la precisión de reactivos líquidos de fácil manejo sin reactivos peligrosos.



1- Tiras reactivas

Estas tiras para analizar el agua, nos sirven para determinar diferentes contenidos de alguna sustancia específica que nos interese saber del contenido en el agua.

Su manejo es sencillo, ya que sólo se sumerge en el agua, la sacamos y comparamos con las diferentes tonalidades que vienen en el frasco y así obtenemos al contenido con alta precisión.



Parámetro	Rango	Unidades	N ° pruebas
Cloro total	0 - 2,5	mg / l = ppm	50
Cloro libre	0 - 2,5	mg / l	50

2- Equipos rápidos VISOCOLOR

Fundamento de la reacción: a pH 5 – 6 el cloro libre reacciona con N,N-dietil-1,4-fenilendiamina (DPD) para formar un colorante violeta rojizo. En presencia de yoduro, se determina también el cloro combinado. En la determinación de cloro libre se valora también bromo, bromamina, yodo y cloro dióxido.

$$1,0 \text{ mg/l Cl}_2 = 2,3 \text{ mg/l Br}_2 = 3,6 \text{ mg/l I}_2$$

Los compuestos oxidados de manganeso simulan cloro libre. Este método puede utilizarse para el análisis del agua de mar.

2.1- VISOCOLOR® alpha Cloro No. Cat. 935 019

Kit de ensayo para la determinación de cloro libre

Rango y graduación:

0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg/l Cl₂

Contenido del kit: suficiente para 150 determinaciones

Estabilidad: mínimo 18 meses



2.2 VISOCOLOR® ECO Cloro libre 2 No. Cat. 931 016

Kit de ensayo para la determinación de cloro libre

Rango y graduación:

< 0,1; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,9; 1,2; 2,0 mg/l Cl₂

Contenido del kit: suficiente para 150 determinaciones

Estabilidad: mínimo 18 meses

Más sensible que el anterior

2.3- VISOCOLOR® ECO Cloro 2 No. Cat. 931 015

Kit de ensayo para la determinación de cloro libre y total

Rango y graduación:

< 0,1; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,9; 1,2; 2,0 mg/l Cl₂

Contenido del kit: suficiente para 150 determinaciones

Estabilidad: mínimo 18 meses

2.4 VISOCOLOR® HE Cloro No. Cat. 920 015

Kit de ensayo de alta sensibilidad para la determinación de cloro libre y total

Rango y graduación:

0,0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,10; 0,15; 0,20; 0,30; 0,40; 0,60 mg/l Cl₂

Nota: valores por debajo de 0,1 mg/l de cloro deben contrastarse frente a un valor del blanco (agua destilada + reactivos).

Contenido del kit: suficiente para 2 x 160 determinaciones

Estabilidad: mínimo 2 años

Más sensible que el anterior



Calidad de agua para hidroponía

En cuanto a la calidad de agua para ser utilizada en hidroponía, el punto de partida, concepto fundamental, implica que si el agua es apta para el consumo humano, entonces podrá ser utilizada para cultivos hidropónicos.



Para valorar la calidad del agua para cultivos hidropónicos se emplean como criterios de selección su contenido en sales, valor de pH y elementos potencialmente fito - tóxicos (sodio, cloruro y boro). Por otra parte es muy importante tener en cuenta el contenido en microorganismos patógenos y la concentración de metales pesados, nutrientes y compuestos orgánicos, que no suelen presentar problemas en el riego con agua normal.

Se podrán utilizar aguas con alto contenido de sales, pero habría que tener en cuenta el tipo de cultivo que se hará, ya que solo algunos de ellos (el tomate, el pepino, la **lechuga** y claveles) son tolerantes a altos valores de sales.

Es muy importante tener presente la calidad microbiológica del agua. Si se sospecha que el agua está contaminada, la cloración es el camino más utilizado para su desinfección por su economía y facilidad de aplicación (hipoclorito de sodio, 2 a 5 partes por millón de Cloro).

Es importante tener en cuenta que el agua, aún teniendo el pH en un rango normal (6.5 a 8.5), puede contener iones que en concentraciones superiores a ciertos límites pueden causar problemas de toxicidad a las plantas. Esta toxicidad, normalmente ocasiona reducción de los rendimientos, crecimiento poco uniforme, cambios en la morfología de la planta y eventualmente la muerte de la misma. El grado de daño que se registre dependerá del cultivo, la etapa de crecimiento en que se encuentre, la concentración del ión y del clima. Los iones fitotóxicos más comunes que están presentes en las aguas de riego son: **boro (B^{+3})**, **cloro (Cl^-)** y **sodio (Na^+)**.

Boro.

Los síntomas de toxicidad por boro aparecen generalmente en las hojas más viejas (hojas inferiores), como manchas amarillas o secas en los bordes y ápices de las hojas, a medida que el boro se acumula, los síntomas se extienden por las áreas entre las nervaduras hacia el centro de las hojas. En términos generales, se considera que una concentración de boro en el agua de riego inferior a 0.7 mg/l no presenta restricciones en su uso; entre 0.7 y 3.0 mg/l presenta moderadas restricciones y sobre 3.0 mg/l presenta serias restricciones.

Cloro.

Concentraciones elevadas de cloruro en el agua de riego pueden producir problemas de toxicidad en los cultivos. En general, aguas con un contenido de cloruro inferior a 140 mg / l no presentan problema, de 140 a 350 mg / l los problemas aumentan, y valores superiores a 350 mg / l pueden ocasionar problemas de toxicidad graves. Estos valores son orientativos y el problema se puede mejorar impidiendo la acumulación de cloruro en el suelo manteniendo una fracción de lavado del suelo adecuada. Cuando se emplea riego por aspersión, el contenido de cloruro del agua debe ser inferior a 100 mg/l para evitar posibles problemas de fitotoxicidad. Normalmente los daños por cloro se manifiestan primero en las puntas de las hojas, lo que es característico de su toxicidad, para luego desplazarse, a medida que progresa la toxicidad, a lo largo de los bordes. Estas quemaduras de hojas cuando son intensas van acompañadas con caída prematura del follaje. En términos generales, se considera que una concentración de cloro en el agua de riego inferior a 140 mg/l no presenta restricciones en su uso; entre 140 y 280 mg/l presenta moderadas restricciones y sobre 280 mg/l presenta serias restricciones.

Sodio.

Elevados contenidos de sodio pueden afectar a las plantas y además producir problemas de permeabilidad en los suelos. En contraste con los síntomas de toxicidad del cloro, los síntomas típicos del sodio aparecen en forma de quemaduras o necrosis a lo largo de los bordes de las hojas. En términos generales, se considera que una concentración de sodio en el agua de riego inferior a 60 mg/l no presenta restricciones en su uso; entre 60 y 70 mg/l presenta moderadas restricciones y sobre 70 mg/l presenta serias restricciones

Salinidad del agua

La conductividad eléctrica es ampliamente utilizada para indicar los constituyentes totales que se encuentran ionizados en el agua y está muy relacionada con la concentración total de sales.

Una solución conduce la electricidad tanto mejor cuanto mayor sea su concentración de sales, esta propiedad se aprovecha para medir la salinidad en términos de conductividad eléctrica. La unidad para expresar la conductividad es el dS / m. A continuación una breve tabla de valores de sólidos totales del agua en los que el cultivo alcanza su máximo rendimiento y tolerancia relativa a la salinidad.

Cultivo	Sólidos totales (mg / L = ppm)	Tolerancia a la salinidad
Brócoli	1.900	Moderadamente sensible
Tomate	1.700	Moderadamente sensible
Lechuga	900	Moderadamente sensible
Cebolla	800	Sensible
Zanahoria	700	Sensible
Poroto	700	Sensible
Apio	1.200	Moderadamente sensible
Espinaca	1.300	Moderadamente sensible
Zapallito Italiano	3.100	Tolerante

En general, podemos decir que pueden presentarse problemas por salinidad del agua de riego cuando su conductividad eléctrica es superior a 2 dS / m) Esta conductividad eléctrica corresponde a un contenido aproximado de sales de 1.300 mg / l. Valores de conductividad eléctrica superiores a 3 dS / m (equivalente a unos 2.000 mg / l) producen disminuciones muy importantes de producción en la mayoría de los casos.

Problemas derivados de la cloración de las aguas

Aunque la cloración de las aguas es un tratamiento recomendado para su desinfección, en los últimos años se están estudiando otras alternativas debido a que en la cloración se forman algunos productos como los halometanos (cloroformo por ej.) que son cancerígenos, así como otros compuestos organoclorados tóxicos. Entre estas alternativas se encuentran la desinfección por rayos ultravioleta, el tratamiento con ozono, el dióxido de cloro y la solarización (desinfección por la luz solar) (Blatchley III y Xie, 1994).

Otro aspecto a considerar es el efecto que el cloro residual de las aguas cloradas puede tener sobre los cultivos. La evidencia disponible indica que las concentraciones de cloro residual recomendadas para la cloración (0,5-1,0 mg/l) no suponen un peligro para los cultivos, teniendo además en cuenta que desde el circuito de cloración hasta el punto de utilización de estas aguas para riego la concentración de cloro residual puede disminuir considerablemente.

En las instalaciones de riego localizado es frecuente la adición, al final de cada riego, de Cl₂ o de una solución de hipoclorito sódico (que libera Cl₂) para evitar problemas de obstrucción de emisores por la formación de películas de tipo biológico. No hay evidencia de que esta adición de cloro produzca efectos negativos sobre las plantas. Por otra parte, cuando se emplean aguas residuales en riego por aspersión no se han observado problemas si la concentración de Cl₂ residual es inferior a 1 mg/l; sólo se han observado daños cuando la concentración es superior a 5 mg/l (comunicación personal de Henry J. Vaux).

Hay pocos estudios sobre el efecto del cloro en el agua de riego sobre las plantas. En uno de estos estudios (Frink y Bugbee, 1987), varias especies de

plantas, la mayoría ornamentales, se regaron con aguas de diferente contenido de cloro (de 0 a 77 mg/l), de manera que el agua aplicada mojaba las hojas. Las conclusiones del estudio fueron que después de 6-12 semanas de riego con estas aguas, el crecimiento de la mayoría de las especies no se vió afectado por concentraciones de cloro inferiores a 8 mg/l

En otro estudio en el que se empleó agua de riego con cloro para eliminar hongos y bacterias fitopatógenas en plántones de cítricos (Grech y Rijkenberg, 1992) no se observó ningún efecto fitotóxico en el campo después de 12 meses de tratamiento con agua de riego conteniendo 40-50 mg/l de cloro residual libre; sólo se observó una ligera defoliación en un ensayo en macetas con plántones sobre patrón Troyer a un nivel de cloro de 500 mg/l.

Funciones del cloro en la planta.

El cloro se absorbe a través de las raíces como Cl^- , de allí se transporta transversalmente hasta llegar al Xilema y luego a través de este transporte llegará a las partes aéreas de la planta. Parte del Cl^- será utilizado por las células que a traviesa en su camino.

El Cl^- está involucrado en las reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar, y en la activación de varios sistemas enzimáticos. Este nutriente está también involucrado en el transporte de cationes tales como K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} ... dentro de la planta, regulando la apertura y cerrado de las células guardianes en el estoma, controlando de esta forma la pérdida de agua, estrés por humedad y manteniendo la turgencia de las células.

La investigación ha demostrado que el Cl^- reduce el efecto de las enfermedades radiculares causadas por hongos, como la pudrición de la raíz en los cereales de grano pequeño, cultivos en los cuales también ayuda a suprimir las infecciones causadas por hongos en las hojas y en la panoja. La menor incidencia de la pudrición del tallo en el maíz ha sido relacionada con una adecuada cantidad de Cl en el suelo. Se especula que el Cl compite con la absorción de nitrato (NO_3^-), esto promueve el uso de amonio (NH_4^+) por las plantas. Altas concentraciones de NO_3^- en las plantas han sido relacionadas con la severidad de las enfermedades fungosas.

Se puede suministrar cloro en el cultivo por medio de fertilizantes. La fuente más común es el cloruro de potasio (KCl) que contiene aproximadamente 47% de Cl. El cloruro de amonio (52% de Cl) y el cloruro de magnesio (74% de Cl) son también fuentes disponibles. Aplicaciones antes, durante o después de la siembra han sido efectivas. La aplicación de cantidades altas debe hacerse antes o después de la siembra. El cloro es altamente móvil en el suelo y debe ser manejado de acuerdo con esta característica.

El cloro puede tener efectos negativos en cultivos como el tabaco, algunas variedades de soja, papas y ciertos frutales, especialmente la uva. Los efectos varían con las variedades y con el uso del cultivo.