



Informe Técnico



Medentech®

AGUA MÁS SEGURA, UN MUNDO MÁS SEGURO

Clonard, Wexford, Irlanda

tel.: +353 53 9117900

fax: +353 53 9141271

info@medentech.com

www.medentech.com

ACRÓNIMOS

ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
CDC	Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades (EUA)
DPB	Subproductos de Desinfección
EN	Norma Europea (Estándar)
EPA	Agencia de Protección del Medio Ambiente (EUA)
EU	Unión Europea
GMP	Prácticas Correctas de Manufactura
GV	Valor de Referencia (OMS)
HWTS	Tratamiento y Almacenamiento de Agua en los Hogares
HPRA	Organismo Regulador de Productos para la Salud
JECFA	Comité de Expertos para los Aditivos alimenticios de la OMS/Alimentación y Agricultura
JMP	Programa de Monitoreo Conjunto para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua (OMS/Unicef)
LD _{LO}	Dosis Letal Mínima
MDG	Objetivos de Desarrollo del Milenio
NaDCC	Dicloroisocianurato de sodio
NGO	Organización No Gubernamental
NSF	Fundación Nacional de Saneamiento (Internacional/EUA)
NTU	Unidades de Turbidez Nefelométrica
POU	Punto de utilización
EUA	Estados Unidos de América
NSAI	Organismo Nacional de Estándares de Irlanda
TCCA	Ácido Tricloroisocianúrico
TDI	Ingesta Tolerable Diaria
TDS	Sólidos Disueltos Totales
THM	Trihalometano
OMS	Organización Mundial de la Salud

1.0	Resumen	1
2.0	Introducción	2
	Tabla 1 Necesidades Básicas de Agua para Supervivencia (adaptadas de Gleick (1996))	3
2.1.	Relación entre Calidad Bacteriológica e Impacto en la Salud	4
2.2.	Tratamiento de agua en el Punto de utilización (POU)	5
2.3.	Criterios para productos para tratamiento de agua en POU	6
2.3.1.	Cloración	6
	Tabla 2. Clasificación de la OMS para coliformes fecales o <i>E.coli</i> en el Agua	7
2.4.	Tratamiento de Agua (POU) Aquatabs® (POU)	8
3.0	Análisis <i>In Vitro</i> de Aquatabs®	9
	Tabla 3: Eficacia del NaDCC frente a una gama de bacterias	9
4.0	Evaluaciones de Campo con Aquatabs®	11
	Tabla 5. Estudios de Campo con Aquatabs®	12
4.1.1.	Recomendaciones para la Dosificación	14
	Tabla 6. Uso y dilución recomendados para Aquatabs®	15
5.0	Pruebas de Campo a Largo Plazo con Aquatabs®	16
5.1.	Estudio Fiocruz en Vila São Bento, Bangu, Brasil	16
5.2.	Estudio del Efecto de las Aquatabs® en Dhaka, Bangladesh	17
5.3.	Investigación sobre la Calidad del Agua en Dar es Salaam, Tanzania	20
5.4.	Hallazgo Principal: el Efecto del Tipo de Contenedor y el Tamaño en la Eficacia	21
5.5.	Conclusiones y Recomendaciones de Estudios de Campo a Largo Plazo	22
6.0	Análisis Químico y Técnico	23
6.2.	Estudios Químicos y Físicos de Aquatabs® en Solución	24
	Tabla 7. Resultados de la eficacia de las Aquatabs® de la evaluación de campo en Sudáfrica	25
6.3.	Seguridad de las Aquatabs®	26
6.1.1.	Sub productos de Desinfección	27
	Tabla 8. Formación de Cloroformo a partir de la adición de Aquatabs®	28
6.2.	Garantía de Calidad	29
6.3.	Conformidad de las Aquatabs® (NaDCC/TCCA)	31
7.0	Comparación con otras Tabletas de Purificación y otros Métodos	33
	Tabla 9 Comparación de Aquatabs® con otros Productos Desinfectantes	34
8.0	Bibliografía	39

1.0 Resumen

El abastecimiento de agua potable segura a todo el mundo no es tarea fácil, sin embargo, se debe intentar si se quiere erradicar enfermedades como cólera, tifoidea y disentería. Estas enfermedades con origen en el agua matan 2.2 millones de personas al año en el mundo, la mayoría niños menores de 5 años, e infectan a millones más. Se ha calculado que, en un momento dado, más de la mitad de las camas de hospitales en el mundo están ocupadas por pacientes con enfermedades originadas en el agua. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud estima una reducción del 45% en la morbilidad por diarrea si se pudiera mejorar el abastecimiento y la calidad del agua.

El motivo de este informe es explorar el uso de Aquatabs® para desinfectar el agua para consumo en el punto de utilización, reduciendo así la transmisión de patógenos de origen en el agua que pueden causar las enfermedades mencionadas anteriormente. Se ha comprobado que las Aquatabs® son seguras de usar en agua para beber, son químicamente estables y de calidad extremadamente alta y, aún más importante, son un agente biocida altamente efectivo contra una variedad de bacterias patógenas, quistes, helmintos, virus y hongos. Algunos estudios en países donde actualmente se usan las Aquatabs® demuestran tener un alto impacto en la salud, así como altos niveles de satisfacción del cliente con el producto. También se muestra en el presente informe una comparación entre Aquatabs® y otros productos desinfectantes, la cual demuestra claramente los beneficios de utilizar Aquatabs®, que van desde los aspectos financieros hasta la actividad biocida y la facilidad en su uso.

Actualmente se usan las Aquatabs® en Agencias de Ayuda, Organizaciones No Gubernamentales y en las Fuerzas de Defensa, así como en comunidades locales en países en vías de desarrollo. Han estado usándose durante más de veinte años y solamente el año pasado se utilizaron más de mil millones de tabletas. El uso continuo y expandido de Aquatabs® para tratar el agua para beber podría llevar a reducciones considerables en las enfermedades con origen en el agua e incrementos en la salud y calidad de vida de adultos y niños en todo el mundo.

2.0 Introducción

El agua es esencial para la vida y ningún ser vivo puede sobrevivir sin ella. Sin embargo, más de 780 millones de personas no tienen acceso a una fuente de agua potable y 2 mil 500 millones no tiene la higiene adecuada. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), casi 4,000 niños mueren diariamente debido al agua sucia o a la falta de higiene (1,2). Más de 3 mil 500 millones de casos de diarrea al año se atribuyen al agua contaminada y a un saneamiento e higiene inadecuados, representando el 5.7% de la carga global de enfermedades, colocando a la diarrea como la tercera causa de morbilidad y la sexta de mortalidad (3). Cientos de millones de familias africanas, asiáticas y latinoamericanas están perdiendo ingresos, debido a la falta de acceso a agua potable e instalaciones de saneamiento. En un momento dado, la mitad de las camas de hospitales en el mundo están ocupadas por pacientes con enfermedades originadas por el agua (3).

La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de 2012 declaró, a través de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (MDG), el objetivo de disminuir a la mitad la población del mundo sin acceso a agua potable y saneamiento para el año 2015. El Programa de Monitoreo Conjunto para el Abastecimiento y Saneamiento del Agua de la OMS/Unicef (JMP) monitorea los indicadores encaminados a lograr este objetivo (4). A pesar de que se ha logrado un gran progreso, aún existen muchas disparidades, pues las fuentes de agua mejoradas aún no llegan a la mayoría del mundo “en desarrollo”. Además, debe tenerse en cuenta que las cifras se basan en el acceso a fuentes de agua “mejoradas”, es decir entubadas, bien cubiertas, etc. Sin embargo, algunas de dichas fuentes pueden no recibir el mantenimiento adecuado y pueden no suministrar agua “segura” (2). Se han reconocido las opciones de puntos de utilización y tratamiento y almacenamiento de agua potable como intentos que pueden alcanzar agua más segura hasta que se puedan alcanzar los objetivos a largo plazo de agua tratada entubada (5, 6). Este tema se va a tratar más a detalle en la siguiente sección.

A pesar de que se han realizado grandes avances en el progreso dirigidos a alcanzar los objetivos MDG de llevar agua “mejorada” a toda la población del mundo, siempre surgirán situaciones donde el agua se contamina o necesita algún tipo de desinfección. Se ha estimado que un desastre importante, ya sea natural o provocado por el hombre, sucede cada 3 días (7). Esto a menudo puede generar averías en las infraestructuras locales o el desplazamiento de grandes poblaciones. Existen muchas organizaciones con experiencia en requerimientos de logística para ayuda en caso de desastres y emergencias, en satisfacer necesidades básicas

como albergue, alimento, medicinas, agua, etc. Muchas de estas necesidades pueden ser suplidas desde lejos, pero el agua debe encontrarse tan cerca como sea posible de las personas en necesidad.

Diez mil personas necesitan un mínimo de cincuenta toneladas diarias de agua potable para sobrevivir, e idealmente cuatro veces esta cantidad para beber, cocinar y lavar. Para un tanque de 10 toneladas en promedio, esto equivale a 20 tanques por cada 10,000 personas diariamente. Para prevenir la propagación de las enfermedades diarreicas se debe garantizar la suficiencia y seguridad de dichos volúmenes tan grandes en condiciones, a menudo, sobrepobladas y faltas de recursos. Gleick ha expresado que las necesidades de agua básicas y las necesidades institucionales son alrededor de 15 litros diarios, lo cual se explica más a detalle en la Tabla mostrada a continuación (8).

Tabla 1 Necesidades Básicas de Agua para Supervivencia (adaptadas de Gleick (1996))

Necesidades de supervivencia: ingesta de agua (bebida y alimento)	2.5-3 litros por día	Depende de: el clima y la fisiología individual
Prácticas básicas e higiene	2-6 litros por día	Depende de: normas sociales y culturales
Necesidades básicas de preparación de alimentos	3-6 litros por día	Depende de: tipo de alimentos, así como de normas sociales y culturales
Total de necesidades básicas de agua	7.5-15 litros por día	

Además, los millones de personas que viajan de países “industrializados” a países “en vías de desarrollo” cada año también necesitan el saneamiento y desinfección del agua. Incluyendo a turistas, aventureros, estudiantes, empresarios, voluntarios, personal militar, etc. Se ha calculado que entre el 20 y el 50% de dichas personas sufren de un ataque de diarrea “del viajero” -con base en una estancia de dos semanas. En promedio, los viajeros “pierden” de 3 a 4 días de su estancia por causa de la diarrea. En el 10% de los casos la diarrea persiste durante más de una semana y en alrededor del 2% durante más de un mes (9). El agua contaminada es una causa común de la diarrea “del viajero”.

Numerosos informes también relacionan los brotes de diarrea entre el personal militar. Cook afirma que los brotes de diarrea han tenido influencia sobre el resultado de campañas militares “desde tiempos memoriales” (10). Durante la Operación Escudo del Desierto,

después de un promedio de 2 meses en Arabia Saudita en 1990, el 57% de los 2,022 soldados encuestados reportó por lo menos un episodio de diarrea y 20% reportó que dicho episodio le impidió desempeñar sus obligaciones. Se identificó un patógeno entérico bacteriano en 49% de las tropas con gastroenteritis. (11). Entre 1985 y 1987 se llevó a cabo un estudio de diarrea aguda entre el personal militar de EUA desplegado en Sudamérica y África del Este. Se identificó un enteropatógeno en 51% de los casos de diarrea. En 17% de los casos agudos se encontró *Escherichia coli* (*E. coli*) enterotoxigénico, Rotavirus en 11% y Virus Norwalk en 10% de los pacientes (12). El tratamiento en el punto de utilización (Ver la sección 2.3) se pudo haber utilizado de manera preventiva tanto para casos de emergencias como para viajeros y personal militar.

2.1. Relación entre Calidad Bacteriológica e Impacto en la Salud

Se ha investigado la relación entre la calidad bacteriológica del agua para beber en los hogares en países en vías de desarrollo y la incidencia de diarrea. Gundry *et al.* (2004) demostró una relación estadísticamente importante entre las intervenciones del agua en los hogares (incluyendo cloración, desinfección solar y tanques de almacenaje mejorados) y la reducción en la incidencia de diarrea (13).

Un análisis extensivo y sistemático de 42 estudios controlados entre 56,000 participantes mostró una relación estadísticamente importante entre las mejoras en la calidad microbiana del agua para beber y la reducción en la incidencia de diarrea en adultos y niños (14). Los cálculos combinados de 12 estudios que presentan proporciones sugieren que las intervenciones en los hogares son más efectivas que las intervenciones en las fuentes de agua. Las intervenciones en la calidad del agua fueron efectivas en reducir la diarrea aún en la ausencia de saneamiento y abastecimiento de agua mejorada. Se encontraron indicios de que las intervenciones en los hogares tienen un nivel mucho mayor de eficacia, comparadas con otras intervenciones medioambientales para prevenir diarrea, como saneamiento mejorado, higiene y abastecimiento de agua mejorados.

Dichos resultados validan la promoción de las intervenciones HWTS (Tratamiento y Almacenamiento de Agua en los Hogares) como medio de acelerar las ganancias de salud por medio del abastecimiento de agua potable “segura”, a pesar de que, en algunos casos, no reduzca el número de personas sin acceso a fuentes de agua “mejoradas”.

2.2. Tratamiento de agua en el Punto de utilización (POU)

Varios estudios han examinado la contaminación del agua potable entre la Fuente y el punto de utilización (POU) (15-17). En un estudio realizado en Sudáfrica y Zimbabue, más del 40% de las muestras de agua de fuentes “mejoradas” mostraron estar en riesgo intermedio o alto respecto a los niveles de *E. coli*. Los autores llegaron a la conclusión que la supuesta equivalencia entre el acceso a agua potable “mejorada” (monitoreada por el JMP [Programa de Monitoreo Conjunto para el Abastecimiento y la Sanitización del Agua]) y el acceso a agua potable “segura” puede ser errónea. De esta manera, una proporción importante de agua de fuentes de agua “mejoradas” puede estar contaminada, lo que llama no solo a extender el acceso a aquellos que no lo tienen, sino a garantizar que los que tienen acceso a agua “mejorada” también tengan acceso a agua “segura” (16).

Se puede hacer una gran contribución de agua “segura” a través del tratamiento de agua en el punto de utilización (POU) a nivel de los hogares, lo que puede lograr un impacto inmediato en la reducción de la diarrea. En respuesta a esta crisis mundial, se han impulsado iniciativas para promocionar y proveer el tratamiento y almacenamiento de agua en los hogares a través de la Red Internacional para Promover Tratamiento y Almacenamiento de Agua en los Hogares (HWTS). Dicha Red lucha por mejorar la calidad del agua en los POU por diferentes razones, incluyendo la disminución del contenido microbiano del agua, la disminución de la incidencia de diarrea, la rentabilidad, velocidad y facilidad de implementación por poblaciones vulnerables. Un gran conjunto de investigaciones ha indicado la validez de utilizar la desinfección en POU en combinación con, o por separado, el tratamiento de agua en la fuente (17-21). Medentech Ltd es una organización que colabora con la Red, comprometida con su misión, principios y logro de objetivos.

2.3. Criterios para productos para tratamiento de agua en POU

Los productos para tratamiento de agua en POU deben demostrar ser:

- seguros, de conformidad con los estándares y certificación reconocidos y aceptados internacionalmente
- de calidad constante, verificados a través de estándares y pruebas internacionales
- eficaces como biocidas en los POU y, especialmente, en ambientes no controlados
- capaces de producción constante de agua “segura” en los POU y/o tener un impacto en la salud
- aceptable por los usuarios, tanto desde el punto de vista estético como práctico
- económico, incluyendo que los usuarios estén “dispuestos a pagar”, especialmente donde el producto sea distribuido a través de canales comerciales (sin subsidios) de menudeo en países en vías de desarrollo
- sustentable, en términos de adopción a largo plazo de los programas HWTS, sin subsidios
- escalable, en términos de tener la capacidad de llegar a miles de millones de personas; y reaccionar a los requerimientos de abastecimiento para ayuda en desastres
- estar disponibles en los POU

2.3.1. Cloración

La cloración de agua potable es reconocida universalmente por proveer una barrera contra las enfermedades que se generan en el agua. La simple introducción de la cloración a los EUA y Europa a principios de los 1900 se conoce como el acontecimiento de salud pública más importante en la historia de la tecnología de abastecimiento de agua (22). La cloración es, por mucho, el método de desinfección más común en Europa, EUA y la mayoría de los países “desarrollados”.

La práctica de la cloración del agua potable en los hogares ha sido investigada exhaustivamente. Los ensayos aleatorios controlados realizados por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y sus socios, muestran una reducción en los niveles de diarrea entre 24% y 84% utilizando hipoclorito sódico como el donante de cloro en los hogares (23). La OMS/Unicef informa que la cloración en los POU y el almacenamiento

seguro reduce la incidencia de diarrea en un 39% (21).

Sin embargo, el cloro libre reacciona rápidamente con materia orgánica e inorgánica en el agua. Para lograr una desinfección eficaz, la materia visible debe ser filtrada antes de tratar el agua (por ejemplo, si el agua está turbia). Para lograr una desinfección adecuada, se necesita añadir suficiente cloro para superar las reacciones con la materia en el agua y para dejar un “residual libre” de cloro para evitar la recontaminación del agua. Se recomienda un nivel mínimo de “residual libre” de cloro de 0.5mg/l después de un tiempo de contacto de 30 minutos y no menor a 0.2mg/l después de 24 horas. Desde una perspectiva saludable, el nivel de referencia máximo no debe ser mayor a 5mg/l de cloro para uso diario (24).

Es posible detectar y medir muchos patógenos diferentes en el agua. Sin embargo, dicha detección y enumeración lleva mucho tiempo y es costosa. La diseminación de las enfermedades con origen en el agua ocurre a través del ciclo fecal-oral. La detección de *E. coli* o bacterias coliformes fecales (termo tolerantes) proporciona evidencia concluyente de contaminación fecal. La detección de *E. coli* o bacterias coliformes ha sido utilizada durante mucho tiempo como el indicador microbiano básico para el agua potable y la eficacia de los métodos de tratamiento del agua (25,26). Se han publicado los valores de referencia para la calidad bacteriológica del agua (24).

Tabla 2. Clasificación de la OMS para coliformes fecales o *E.coli* en el Agua

Conteo por 100ml	Anotaciones
0	Dentro de las referencias de la OMS
1 -10	Bajo Riesgo
10 – 100	Riesgo Intermedio
100 – 1000	Riesgo Alto
> 1000	Riesgo Muy Alto

De manera ideal, toda el agua para beber o que vaya a entrar a un sistema de distribución, debe estar libre de *E. coli*, coliformes totales o fecales en una muestra de 100ml. En caso de emergencia es aceptable menos de 10 coliformes por 100ml (riesgo bajo) (27).



2.4. Tratamiento de Agua (POU) Aquatabs® (POU)

Aquatabs® es una marca de tabletas de purificación reconocida internacionalmente. Se utilizan en la desinfección de agua para consumo humano; cuando son añadidas al agua se disuelven rápidamente para liberar una dosis medida de cloro.

Las Tabletas Aquatabs® para Purificación de Agua son:

- seguras
- eficaces contra un amplio espectro de microorganismos
- mejor aceptadas que el hipoclorito en términos de sabor y olor del agua tratada
- fácil de usar y más seguras de almacenar y manejar que los productos de cloro granulado o líquido
- no peligrosas para su transportación
- económicas.

Medentech ha desarrollado una variedad de tamaños de tabletas diseñadas específicamente para satisfacer las necesidades de la desinfección de agua en situaciones remotas y de emergencia, y para adecuarse al uso diario del tratamiento de agua en los hogares. Estudios de campo han demostrado que las Aquatabs® son tanto eficaces como bien aceptadas por los pueblos indígenas. Las Aquatabs® se pueden utilizar para la desinfección de volúmenes fijos de agua, así como para la dosificación continua de sistemas de agua potable, dependiendo de los requerimientos locales.

Las Aquatabs® han sido entregadas a todas las Agencias de Ayuda más importantes desde mediados de la década de los 1980 para desinfección de agua, a menudo en las condiciones más adversas. Además, el producto se vende al menudeo y es utilizado de manera constante para el tratamiento de agua en los hogares en países en vías de desarrollo en Asia, África y Latinoamérica/el Caribe.

Este Informe Técnico tomará en cuenta las Aquatabs® con respecto al cumplimiento de los criterios de seguridad, calidad de producto, impacto calidad/salud y aceptabilidad. Los demás criterios serán analizados en informes separados.

3.0 Análisis *In Vitro* de Aquatabs®

Se han llevado a cabo un gran número de estudios de laboratorio para analizar la eficacia de las Aquatabs® y su ingrediente activo dicloroisocianurato (NaDCC) frente a una gama de microorganismos que se describen en la tabla siguiente.

Tabla 3: Eficacia del NaDCC frente a una gama de bacterias

Organismo	Tiempo de exposición (mins)	Dosis (mg/L)	Valor CT (min.mg/L)	Enfermedad/Efecto	Ref.
<i>Campylobacter jejuni</i>	-	7	-	Campilobacteriosis	(30)
<i>Escherichia coli</i>	30	2	60	Enteritis	(33)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	30	2	60	Neumonía	(33)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30	6.7	201	Infecciones del Tracto Respiratorio	(35)
<i>Raoultella terrigena</i>	30	2.6	78	Sepsis en personas con Inmunodepresión	(36)
<i>Salmonella poona</i>	5	35	175	Enteritis	(28)
<i>Salmonella typhimurium</i>	0.5	5	2.5	Enteritis	(37)
<i>Serratia marcescens</i>	-	1.14	-	Infecciones de los Tractos Respiratorio y Urinario	(38)
<i>Shigella flexneri</i>	30	2	201	Shigelosis	(33)
<i>Staphylococcus aureus</i>	30	6.7	201	Infección de Heridas	(35)
<i>Streptococcus sp</i>	5	15	75	Fascitis Necrosante	(34)
<i>Vibrio cholerae</i>	10	10	100	Cólera	(39)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	30	2	60	Enfermedad Gastrointestinal	(33)
Micobacterias					
<i>Mycobacterium avium complex</i>	25	5	125	Infecciones Pulmonares en personas con Inmunodepresión	(38)
<i>Mycobacterium kansasii</i>	25	3	75	Infecciones Pulmonares en personas con Inmunodepresión	(38)
<i>Mycobacterium tuberculosis B5</i>	30	6.7	201	Tuberculosis	(35)

Tabla 4: Eficacia de Aquatabs® frente a una gama de Hongos, Protozoos y Virus

Organismo	Tiempo de exposición (mins)	Dosis (mg/L)	Valor CT (min.mg/L)	Enfermedad/Efecto	Ref.
Hongos					
<i>Candida albicans</i>	30	6.7	402	Candidiasis	(28)
Protozoos					
<i>Entamoeba histolytica</i>	10	10	100	Amibiasis/ Disentería Amebiana	(29)
<i>Giardia lamblia</i>	45	4	180	Giardiasis	(30)
<i>Giardia muris</i>	30	2.6	78	Giardiasis	(31)
Virus					
<i>Poliovirus I</i>	30	2.6	78	Polio	(31)
<i>Rotavirus</i> (Simian)	30	2.6	78	Gastroenteritis	(31)

3.1. Conclusiones

Estos resultados demuestran la capacidad de alto espectro de las Aquatabs® y el NaDCC y demuestran por qué las Aquatabs® son un excelente producto para utilizarse en el tratamiento de agua en los puntos de utilización (POU). Las Aquatabs® pueden eliminar la mayoría de las enfermedades que se originan en el agua causadas por microorganismos registrados por los CDC (Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades en EUA).

4.0 Evaluaciones de Campo con Aquatabs®

Se realizaron varios estudios con Aquatabs® para validar el abastecimiento de agua “segura” en los POU. Se ha demostrado que las Aquatabs® tienen excelente actividad biocida (Sección 3) y se ha establecido claramente que las intervenciones para mejorar la calidad microbiana del agua potable son eficaces en reducir la incidencia de diarrea endémica (Sección 2.2). Sin embargo, era imperativo que la aplicación de Aquatabs® en el campo obtuviera los mismos resultados.

Con el fin de definir agua microbiológicamente “segura”, se han tomado los parámetros críticos de la calidad del agua según sigue:

- clasificación de “riesgo bajo” o menor, en términos de *E.coli* o coliformes fecales (termo tolerantes) (ver Tabla 4), y
- un residual “libre de cloro” de 0.5mg/l después de 30 minutos como barrera para evitar la recontaminación del agua

De ser posible:

- < pH 8
- turbidez < 5 Unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU)

Debido a que no siempre es posible medir los niveles de “residuales libres” de cloro, los niveles de turbidez o los niveles de pH en circunstancias donde se van a utilizar las Aquatabs® (por ejemplo, en hogares particulares, donde no se tiene acceso a equipo y asesoramiento; en situaciones de emergencia; viajeros, etc.), se realizaron una serie de pruebas de campo para valorar la dosis típica de cloro necesaria para garantizar un nivel de cloro “libre residual” en una gran variedad de fuentes de agua, los niveles de turbidez y pH y aun así no presentar efectos adversos significativos en las propiedades organolépticas, lo que disuadiría a la gente de tratar su agua potable. En la Tabla 5 presentada en las siguientes páginas se muestran los resultados de las pruebas de campo.

Tabla 5. Estudios de Campo con Aquatabs®

Fuente de Agua y Modo de Abastecimiento	pH	Turbidez (NTU)	Dosis de Aquatabs® (mg/l)	Cloro Residual Libre Después de 30 min (mg/l)	Coliformes por 100ml Antes de la Desinfección		Coliformes per 100ml Después de la Desinfección		Referencia
					Total MPN	Fecal MPN	Total MPN	Fecal MPN	
Ruiru, Kenya Agua de pozo y manantial	6.6-7.2	2-70	0.8-2.0	0.1-0.5	>2400-240	93-4	0	0	(32)
Río Siena, Paris	8.0-8.2	3-98	3.8-7.7	1.0-4.4	-	71000-38000	-	0	(33, 34)
Agua de pozo contaminada Honduras	-	-	2	1.4-1.9	180000-2332	-	2-5	-	(35)
Cisterna contaminada, Spain	-	-	10	9	37	2000	0	14	(36)
Río Nhue, Vietnam	-	-	2	1.97	270	-	0	-	(37)
Autopista Fernão Dias, São Paulo, Brasil	-	-	5	-	4106	109	0	0	(38)
Cajamar, São Paulo Brasil	-	-	5	-	>200	20.7	0	0	(38)
Agua de la llave, El Salvador	-	-	3	-	8800-500	-	0	-	(39)
Agua de pozo, El Salvador	-	-	3	-	>30000	-	0	-	(39)

Fuente de Agua y Modo de Abastecimiento	pH	Turbidez (NTU)	Dosis de Aquatabs® (mg/l)	Cloro Residual Libre Después de 30 min (mg/l)	Coliformes por 100ml Antes de la Desinfección		Coliformes per 100ml Después de la Desinfección		Referencia
					Total MPN	Fecal MPN	Total MPN	Total MPN	
Quebrada El Prado, El Salvador Agua Residual	-	-	4	-	>30000	-	0	-	(39)
Pozo Tanzania	6.0-6.4	5-47	2	0.1-1.8	20,000-10000	2,000-500	0	0	(40)
Pozo llano, Tanzania	5.6	53	2	0.1	260,000	220,000	0	0	(40)
Bethany, Suazilandia	6.5	18.2	1.6	0.6	630	6	0	0	(41)
Elwandle, Suazilandia	7.2	26.5	1.6	0.4	2560	900	0	0	(41)
Msunduza, Suazilandia	6.2	1.12	1.6	0.6	33140	31	5	3	(41)

4.1. Conclusiones de los Datos de la Prueba de Campo y Dosificación Recomendada

La riqueza de la información de campo que existe para Aquatabs® soporta la capacidad del producto de cumplir con los parámetros críticos de calidad para el agua “segura” aún en las fuentes de agua más diversas y exigentes. Aquatabs® ha producido consistentemente un nivel de “residual libre” de cloro aún en aguas contaminadas con materia fecal, y con niveles de turbidez muy por arriba de 5 NTU y con niveles de pH de 8. Aquatabs® consistentemente redujo el conteo de materia fecal y coliformes, y *E.coli* (y, en donde también se midieron, otros microorganismos específicos) a cero o a riesgo bajo.

4.1.1. Recomendaciones para la Dosificación

Tratamiento de Agua en los Hogares

Con base en los datos de campo para producir agua de calidad “segura” en los puntos de utilización (POU)

Para agua limpia (es decir del municipio/agua subterránea):

- 2mg/l de cloro libre disponible

Para agua sucia a la vista o turbia (es decir aguas superficiales):

- 4mg/l de cloro libre disponible, filtrando el agua primero

Estas dosis recomendadas son compatibles con los análisis realizados por los CDC utilizando hipoclorito y Aquatabs® (42, 43)

Tratamiento de Agua Potable en Emergencias

Ya se han publicado las dosis recomendadas para desinfección de agua utilizando tabletas NaDCC y Aquatabs®:

El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas recomienda una dosis de 5mg/l de NaDCC para uso de emergencia y la OMS ha redactado la siguiente tabla con las diluciones de las Aquatabs® (27, 44).

Tabla 6. Uso y dilución recomendados para Aquatabs®

Aquatabs®		Tipo de agua y fuente			
		Agua limpia entubada	Pozos entubados, pozos de anillos protegidos, agua de lluvia	Pozos sin protección y agua turbia: filtrar antes de purificar	Agua contaminada con materia fecal: filtrar antes de purificar
Tamaño de la tableta	Cloro por tableta (mg)	Volumen de agua tratada por tableta (litros)			
8.5mg	5	5	2.5	1	0.5
17mg	10	10	5	2	1
67mg	39.4	39.41	19.7	7.88	3.94
	1				
340mg	200	200	100	40	20
500mg	294	294	147	58.8	29.4
Contenido de cloro libre disponible después del tratamiento (residual)		1mg/litro	2mg/litro	5mg/litro	10mg/litro

5.0 Pruebas de Campo a Largo Plazo con Aquatabs®

La siguiente sección resume los estudios a largo plazo que han analizado el impacto de Aquatabs® en la calidad del agua y la reducción de diarrea/patógenos en los hogares.

5.1. Estudio Fiocruz en Vila São Bento, Bangu, Brasil

Se llevó a cabo un estudio de doce meses, de junio de 1995 a junio de 1996, en Vila São Bento área de Bangu en Brasil, con una población con abastecimiento de agua no seguro y mal saneamiento (45). El proyecto se llevó a cabo para establecer las condiciones en los hogares, para investigar la incidencia de patógenos bacterianos y parasitarios, para analizar la calidad del agua y evaluar los efectos en la salud de utilizar tabletas NaDCC (Aquatabs®) para desinfectar el agua. El estudio contempló 197 familias (618 personas) de nivel socioeconómico bajo.

Se escogió a 100 familias para utilizar Aquatabs® para que ellos mismos trataran el agua en sus hogares, siendo las 97 familias restantes el grupo de control. Se condujeron los análisis utilizando criterios que representaban los diferentes métodos de recolección y almacenamiento de agua, y las diferentes condiciones de saneamiento. Los resultados fueron los siguientes: Se observó una reducción del 18% en la incidencia de parásitos en hogares con cisternas, mientras que la reducción donde se usaban barriles para el agua fue del 20%. Algunos hogares tenían recolección de aguas residuales, en donde la incidencia de casos positivos era del 84% antes de la utilización de Aquatabs®, reduciéndose a 72% después de la introducción de las tabletas -una reducción del 12%. En aquellos hogares con fosas sépticas, la incidencia de casos se redujo del 97% al 73% en el grupo que utilizaba las tabletas Aquatabs® - una reducción del 21%. Asimismo, se observaron reducciones importantes en patógenos bacterianos en el mismo grupo en comparación con el grupo de control.

En general, hubo una reducción importante en microorganismos enteropatógenos de >44% en muestras de heces entre el grupo que utilizaba Aquatabs® y el grupo de control.



Las conclusiones y recomendaciones reportadas fueron las siguientes:

- Los análisis de laboratorio de los resultados de este proyecto mostraron que, después del uso de tabletas NaDCC, se redujo el número de agentes parasitarios y bacterianos causantes de diarrea
- El uso de tabletas de NaDCC redujo el riesgo de enfermedades diarreicas en la población
- El uso de tabletas de NaDCC en agua potable garantiza la calidad del agua y la seguridad para beberla
- El uso de tabletas de NaDCC en agua potable, acompañado de un programa de educación, tratamiento médico y la adecuada eliminación de las heces, pueden significar mejores condiciones sanitarias para la población.

No se reportaron efectos adversos u otras reacciones negativas.

5.2. Estudio del Efecto de las Aquatabs® en Dhaka, Bangladesh

Se realizó un estudio piloto en el área de Lalbagh, Bangladesh (46, 47). Esta área es una comunidad de bajos recursos que padece de falta de servicios básicos de salud, incluyendo la falta de instalaciones adecuadas de agua potable y saneamiento. 50 madres de familia trataron con Aquatabs® el agua utilizada por 318 personas, incluyendo a 70 niños menores de 5 años, durante un periodo de un mes. Una encuesta de antes del estudio y pruebas del agua demostraron que el conteo del coliforme fecal era de $> 10^3$ MPN/100ml y que todos los niños (100%) formaban parte de un “Grupo de Diarrea Severa” (> 3 incidencias de diarrea ligera o cualquier condición de diarrea durante los últimos 30 días).

La madre añadió una tableta efervescente Aquatabs® (67mg NaDCC) al contenedor local (llenado de una pipa o llave de la comunidad, a menudo por medio de conexiones ilegales), con capacidad de 20-25 litros de agua contaminada, dando como resultado alrededor de 2mg/l de cloro libre.



Durante el periodo del estudio se analizaron las muestras de agua por periodos de 3 x 10 días midiendo los niveles de cloro residual libre y conteo de coliformes fecales en los hogares. Los resultados del estudio piloto demostraron que:

- Los niveles de cloro residual libre estaban entre el rango de 0.2 – 2.8mg/l (en todos los hogares en todos los periodos de muestreo)
- Ningún hogar había “sobrecolorado” su agua (>5mg/l cloro residual libre) en cualquier periodo de muestreo
- 90% de las muestras durante los periodos de 3 x 10 días (132 muestras de 147) demostraron una “cloración correcta” (>0.5mg/l; <5mg/l cloro residual libre).
- 84% de las muestras durante los periodos de 3 x 10 días mostraron una ausencia de conteo de coliformes fecales (123 muestras de 147).
- El conteo máximo de coliformes fecales fue de 23 MPN/100ml. Los coliformes fecales encontrados pudieron ser ocasionados por contaminación secundaria.
- Existió una fuerte relación entre la ausencia del conteo de coliformes fecales y las muestras de agua “cloradas correctamente”
- Se redujo la diarrea en niños menores de 5 años de un nivel pre-estudio del 100% en el “Grupo de Diarrea Severa” al 20% durante el periodo del estudio. Se informó que el 65.7% de los niños no presentó diarrea durante el periodo del estudio.
- Hubo una fuerte relación entre el agua “clorada con una dosis menor a la recomendada” (<0.5mg/l cloro residual libre) y las incidencias de diarrea reportadas

Se llevó a cabo un estudio más en la zona de campamento Ginebra en el área de Mohamamdpur en Dhaka, Bangladesh (48, 49). Las condiciones ambientales en este campamento son malas. Se utilizan letrinas comunales inadecuadas y la fuente de agua son pozos ya sea comunales (66%) o de hogares (34%). Los pozos comunales se localizan adyacentes a las letrinas, lo que genera contaminación del agua. La duración del estudio fue de 5 meses, en cuyo primer mes se realizó una encuesta de referencia.

El estudio se llevó a cabo en 100 hogares; los cuales fueron divididos al azar en dos grupos. Uno de los grupos fue suministrado con tabletas Aquatabs® de 67mg y el otro recibió tabletas placebo. El 95% de los hogares no trataron el agua por ningún método durante la encuesta de referencia.



Los medios principales para recolección y almacenamiento son un “kalshi” (vasija de barro de cuello estrecho) (76%), cubetas (17%), ollas (4%), barriles (2%) y jarras (1%). Semanalmente el investigador registró la incidencia de diarrea y midió el cloro libre disponible (con el método DPD) en el agua potable de los hogares. Durante una visita semanal durante un mes, se tomaron muestras de agua para valoración de coliformes fecales (kit de prueba DelAgua). También se medían los niveles de turbidez. Durante el estudio, ningún hogar, ni del grupo de intervención ni del grupo de control presentaba turbidez mayor a 5 NTU.

El investigador anotó que:

- Las Aquatabs[®] proporcionadas eran de 67 mg NaDCC para tratar 20 – 25 litros de agua (dosis 1.6-2 mg/l de cloro)
- En el área de estudio la capacidad del “kalshi” era, en promedio, de 12 a 14 litros de agua (dosis de 3.3-2.9 mg/l de cloro). También se utilizaron otros recipientes similares.
- Se deben distribuir tabletas más pequeñas– 33mg NaDCC (20mg cloro) para 10 litros de agua
- Los que abandonaron el grupo de intervención fue debido a una alta dosificación que le daba al agua un sabor más evidente y molesto a cloro

Se concluye que los niveles altos de cloro residual libre son, probablemente, resultado del uso de tabletas Aquatabs[®] de 67mg NaDCC (40mg cloro libre) en recipientes de recolección y almacenamiento más pequeños. Los tamaños de los recipientes del estudio piloto en Bangladesh descrito anteriormente, estaban en el rango de 18-25 litros, reflejando así los niveles de cloro residual libre alcanzados. Estos participantes vaciaban el agua tratada de los recipientes/ollas más grandes a los más pequeños que tenían en los hogares.

Se observaron reducciones importantes en el conteo de coliformes con el 85% de los conteos de coliformes llegando a la categoría de riesgo bajo o sin riesgo de la OMS (ver la Tabla 4) después del tratamiento con Aquatabs[®]. Lo anterior comparado con >80% de conteos cayendo en los rangos alto o muy alto del grupo de control. La incidencia de diarrea también se redujo, con una gran diferencia entre el grupo de intervención y el grupo de control. Conforme a las pruebas estadísticas Chi-square, el investigador concluyó que las Aquatabs[®] fueron eficaces en la prevención de diarrea.

5.3. Investigación sobre la Calidad del Agua en Dar es Salaam, Tanzania

Las Aquatabs® se introdujeron al mercado tanzano por Servicios de Población Internacional (Population Services International) a finales del 2005/principios del 2006. Alumnos de la maestría en ciencias de la Escuela de Londres en Higiene y Medicina Tropical llevaron a cabo una investigación estructurada (50), en el que analizaron la dosificación y el desempeño microbiológico a nivel hogar. Dichos análisis se realizaron en 3 distritos de Dar es Salaam (Kinondoni, Ilala, and Temeke), después de que había empezado la introducción y marketing de las Aquatabs® en el 2006.

Durante el periodo de análisis de 5 semanas, se realizaron 165 visitas a usuarios de Aquatabs®. Debido a limitaciones de tiempo, no fue factible hacer visitas al azahar, por lo que los hogares estudiados fueron seleccionados por los Agentes de Ventas PSI. Se recogieron muestras de la fuente del agua (donde fue posible, agua tratada almacenada en la casa) y agua tratada, para analizarse en busca de coliformes fecales, cloro Residual y niveles de turbidez. Se analizaron todas las muestras utilizando técnicas de filtración de membrana con el kit Oxfam DelAgua.

Fue evidente en este estudio que, cuando se medía el total de coliformes después del tratamiento con las Aquatabs® casi el 90% de las muestras alcanzaron las categorías de riesgo bajo conforme a la OMS, comparado con solo el 33% de las muestras sin tratar, lo que demostró la eficacia de las Aquatabs® en estas muestras de agua bajo las condiciones usadas. Hubo algunos problemas en cuanto a los niveles de la dosificación, ya que las personas que participaron en el estudio creían que el agua de pozo debía tratarse con 2 tabletas por cada 20 litros (4mg/l cloro disponible), y que 1 tableta por 20 litros (2mg/l cloro disponible) era la dosis correcta para agua del “gobierno” o entubada, lo que provocó niveles altos de cloro libre en algunas muestras de agua.

5.4. Hallazgo Principal: el Efecto del Tipo de Contenedor y el Tamaño en la Eficacia

En términos de calidad del agua, los participantes de este estudio constantemente alcanzaban niveles de cloro residual en su agua almacenada. En ningún caso existe registro de cloro residual inexistente, en ninguna prueba. Sin embargo, el nivel más alto de cloro residual registrado fue de 6mg/l, lo que excede el nivel de la OMS de (5mg/l). En estos casos, se concluyó que la razón para dicha “sobredosis” era el uso de una tableta Aquatabs® para 20 litros en un recipiente mucho más pequeño que 20 litros. Se recomienda ser más específico al dar las instrucciones/guía para el uso de las Aquatabs®; o distribuir tabletas de dosis menores donde los recipientes son consistente y sustancialmente diferentes a 20 litros.

Muchos autores han señalado que el tamaño y tipo de contenedor contribuyen tanto a la contaminación del agua como a procedimientos incorrectos de desinfección. Levy et al. (2008) examinó el efecto del tipo de contenedor en la calidad del agua utilizando contenedores de control con su grupo de estudio. Descubrieron que los recipientes con bocas grandes tenían muchas más probabilidades de recontaminación que aquellos con boca pequeña. Reed (2011) también estudió los diferentes tipos de contenedores de agua utilizados en comunidades de bajos recursos y llegó a la conclusión de que el tipo y tamaño contribuyen en gran manera a la calidad del agua. Además, sugieren que los abastecedores de agua deben investigar qué tipo de contenedores usan las personas y tomarlo en cuenta al planear el abastecimiento de agua a los hogares. En estudio de campo en Bolivia, se observó que los vasos para beber agua representan un gran riesgo de recontaminación (18). Estos autores sugieren que la educación sobre higiene puede reducir dichos riesgos.

5.5. Conclusiones y Recomendaciones de Estudios de Campo a Largo Plazo

- Los conteos de coliformes fecales se redujeron en todos los estudios donde el agua fue desinfectada con Aquatabs®
- Más del 84% de las muestras de agua analizadas después del uso de Aquatabs® cumplió con las referencias de la OMS para la clasificación de riesgo bajo, cumpliendo así con los criterios para el agua “segura”
- La incidencia de diarrea disminuyó considerablemente en todos los estudios de campo.
- Se debe dar educación sobre higiene e instrucciones claras de dosificación a los usuarios de Aquatabs®, haciendo énfasis en los tipos de contenedores. Aunque los niveles de cloro residual deben también desinfectar los contenedores, puede ser de utilidad esterilizar los contenedores con un desinfectante como Aquatabs FoodSafe®.

Los datos de los estudios de las secciones 3, 4, y 5 de este Informe Técnico, muestran la capacidad consistente de Aquatabs® de cumplir con los criterios de agua “segura” (en términos de niveles de cloro residual y en términos de *E.coli* y/o coliformes fecales en el nivel de riesgo bajo o menor, según la OMS).

6.0 Análisis Químico y Técnico

6.1 Composición y Química

Las Aquatabs® son tabletas que contienen el ingrediente activo NaDCC y una base inerte efervescente de excipientes farmacéuticos y de grado alimenticio. El NaDCC también se conoce como trocloseno sódico o sal sódica de dicloro s-triazina-triona, y también puede abreviarse SDIC. Es un donante orgánico de cloro. En solución, el NaDCC libera cloro y cianurato, un subproducto biodegradable y no tóxico. Algunas veces el cianurato se confunde con cianuro porque se parecen un poco en su deletreo, pero son dos entidades químicas totalmente diferentes sin relación alguna y la una no se convierte en la otra. Como parte de las pruebas de seguridad, tanto el NaDCC como las Aquatabs® son analizados de manera rutinaria para buscar niveles de cianuro, lo que nunca ha sido detectado. En la Norma de la Unión Europea para el uso de NaDCC como desinfectante de agua potable (53), se establece que “el Cianuro, que no existe en un medio fuerte como el NaDCC, no es una sustancia tóxica relevante”.

Se incluye un análisis completo del NaDCC en el informe Medentech titulado: “La Química y Microbiología del Dicloroisocianurato De Sodio (NaDCC).

6.2. Estudios Químicos y Físicos de Aquatabs® en Solución

Se estudiaron los efectos de una dosis de 2mg/cloro libre, salvo donde se indique de otra manera, al añadirse a un litro de agua de la llave en India (54). Se observaron los siguientes resultados:

- No se presentó cambio importante en la turbidez
- La dureza del agua tiende a reducirse
- La alcalinidad tiende a aumentar
- Cambio mínimo en Sólidos Totales Disueltos (TDS)
- Aquatabs® es completamente soluble en agua de prueba
- Tiene Buena retención de cloro después de 24 horas y 7 días
- Las pérdidas de transmisión son bajas
- No hay cambios sustanciales en metales pesados
- No hay cambio en la Demanda Biológica de Oxígeno después de 5 días
- No hay cambio en la Demanda de Oxígeno Químico

En una evaluación adicional en Sudáfrica (55), donde se utilizó una tableta Aquatabs® de 167mg para tratar 25 litros de agua cruda (dosis de 4mg/l cloro), se dieron los resultados mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la eficacia de las Aquatabs® de la evaluación de campo en Sudáfrica

Hrs	Turbidez (NTU)	pH	Conductividad	TDS	Fe	Cu	Alcalinidad	Dureza Total	Dureza de Calcio	Cloro Residual Libre	Cloro Total
0.0	105	7.66	24	121	1.21	0.08	40	58	32		
0.5	104	7.38	26.1	130	1.48	0.08	40	58	32	3.9	4.8
1.0	103	7.42	25.5	128	1.71	0.08	38	56	30	1.25	2.05
1.5	104	7.4	23.7	120	1.81	0.08	38	56	30	3.02	3.48
2.0	103	7.4	24.5	122	1.9	0.08	38	56	30	2.94	3.3
2.5	103	7.4	24.7	123	2.08	0.08	38	56	30	3	3.22
3.0	103	7.4	24.1	120	1.85	0.08	38	56	28	3.08	3.24
3.5	103	7.4	25.4	127	1.8	0.08	38	56	30	2.64	3.3
23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	2.1
72.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.31	1.74
96.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.13	1.47
120.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	1.21
144.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	1.03

Fe = Hierro; Cu = Cobre

6.3. Seguridad de las Aquatabs®

La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA), la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) Internacional y el Comité de Expertos para los Aditivos Alimenticios de la OMS/Alimentación y Agricultura (JECFA), han realizado análisis del NaDCC respecto a la aprobación y el uso rutinario de isocianuratos para el tratamiento de agua para consumo humano.

En julio de 2001 la EPA aprobó los isocianuratos clorados, incluyendo el NaDCC (Registro No. 935-41), para el tratamiento de rutina del agua potable (56)

En 2016, las Aquatabs® fueron las únicas tabletas de cloro evaluadas y aprobadas para su uso en la Ronda I del Plan Internacional para Evaluar las Tecnologías de Tratamiento de Agua en los Hogares de la OMS (83).

Los isocianuratos clorados, incluyendo el NaDCC, también están certificados por la NSF Internacional bajo el estándar 60 de la ANSI/NSF, el cual es un estándar certificable para productos de tratamiento de agua que analiza los efectos potenciales en la salud de los químicos del tratamiento y su proceso de fabricación (57). Dicha certificación no solo incluye un análisis del químico, sino también una auditoría GMP de la planta de fabricación y su distribución para revisar el cumplimiento de los estándares de calidad, y para garantizar que ningún subproducto del proceso de fabricación pueda generar efectos adversos en la salud. Se lleva a cabo una auditoría sorpresa anual para garantizar el cumplimiento continuo de las normas. La certificación se otorga específicamente a una marca de producto en particular y la ubicación de su fabricación.

El JECFA avaluó el NaDCC como agente de tratamiento de agua en junio de 2003, recomendando una Ingesta Tolerable Diaria (TDI) de hasta 2mg/kg de peso corporal para anhídros NaDCC, al ser utilizado de manera rutinaria para desinfección de agua potable (58). Se ha derivado un Valor de Referencia (GV) de este TDI (59). Dicho Valor de Referencia de 40mg/l es considerablemente más alto que el utilizado por Aquatabs® para el tratamiento rutinario de agua potable.

Asimismo, la Unión Europea ha producido un estándar (EN12931:2008) para el uso de emergencia del NaDCC en agua potable, en donde se presentan niveles máximos de sustancias tóxicas en el NaDCC (53).

Las Aquatabs® únicamente utilizan fuentes de NaDCC que cumplen con estas especificaciones publicadas y que provienen de fabricantes certificados por la NSF. Para la



base efervescente se utilizan únicamente materiales de grado aptos para el consumo humano (alimentario/farmacéutico). No se utilizan materiales de grado técnico ya que pueden no ser aptos para el consumo humano.

Además, las Aquatabs®, como un producto formulado, está certificado por la NFS Internacional en cumplimiento con el Estándar 60 de la ANSI/NSF, garantizando su calidad y seguridad para el tratamiento de agua de manera rutinaria.

Con respecto a la toxicidad aguda, la Dosis Letal Mínima (LD_{50}) para la ingesta de NaDCC en humanos es de 3.57g por kg (38), equivalente a 214g en un adulto de 60kg o 17.85g en un niño de 5kg. La tableta Aquatabs® más pequeña fabricada actualmente contiene 3.5mg de NaDCC (50mg peso final) y la más grande contiene 8.68g de NaDCC (17.36g peso final). Sería muy difícil que ocurriera una ingesta de tales cantidades tan grandes, especialmente por el sabor organoléptico extremadamente desagradable y la naturaleza efervescente de las tabletas. La tableta Aquatabs® más pequeña (de hasta 2.5g de NaDCC) además viene empaquetada en tira, lo que le da protección extra en cuanto a los niños.

Se especifican más detalles respecto a la seguridad en el informe titulado “*The Safety of Aquatabs®*” (La Seguridad de las Aquatabs®).

6.1.1. Subproductos de Desinfección

Los subproductos de desinfección (DPB) son sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas que se pueden formar cuando un desinfectante reacciona con materia orgánica presente de manera natural en el agua. La formación de dichos productos ocurre básicamente durante las reacciones en las cuales las sustancias orgánicas, como el ácido húmico y el ácido fúlvico, desempeñan un papel. Estos materiales terminan en el agua durante la descomposición de materia vegetal (60).

Los DPB que deben cuidar cuando se lleva a cabo una desinfección con cloro incluyen los trihalometanos (THMs), ácidos haloacéticos, clorito, y los llamados DBP “emergentes” como los halonitrometanos, haloamidos, halofurones, ácidos-yodo, trihalometanos-yodo, nitrosaminas (61). Los trihalometanos incluyen cuatro compuestos con efectos potenciales en la salud: Cloroformo, bromoformo, bromodiclorometano y dibromoclorometano (60).

El valor de referencia para el cloroformo en el agua potable publicado por la OMS es de 300µg/litro (24), lo que deja un margen amplio de seguridad aún con la dosis alta de

10mg/litro de cloro disponible de las Aquatabs®, lo que se puede observar en los estudios a continuación. Se ha estudiado la formación de cloroformo a partir de la adición de las Aquatabs® al agua contaminada de río (33), obteniendo los resultados indicados en la Tabla 8.

Tabla 8. Formación de Cloroformo a partir de la adición de Aquatabs®

Dosis de Aquatabs® mg/litro presencia de cloro	Formación de Cloroformo µg/litro después de 24 horas
3.8	2.0
5.0	10.1
7.7	5.0
10.0	21.7

Gupta (2004) llevó a cabo una investigación acerca de la formación de THM en muestras de agua almacenadas cloradas con hipoclorito de sodio. Dicha investigación encontró que ninguna muestra excedía los valores de referencia de la OMS para THM, sin importar el contenedor utilizado, el método pre-tratamiento o la fuente del agua. Determinaron que la “cloración de agua turbia y agua no turbia no produce concentraciones de trihalometanos que excedan el valor de referencia de la OMS” (62).

Se realizó un estudio adicional en Tanzania, para investigar la posible formación de THM cuando el agua es desinfectada con Aquatabs® y Aquafloq® con una variedad de métodos de desinfección. La investigación realizada determinó que el uso de Aquatabs® y Aquafloq® no genera niveles de formación de THM de preocupación con respecto a las referencias de la OMS (24).

Aún más, los riesgos y las consecuencias devastadoras de beber agua contaminada con materia biológica sobrepasan por mucho los daños cancerígenos potenciales a largo plazo por desinfectar el agua. Las referencias de la OMS específicamente indican que “Bajo ninguna circunstancia se debe comprometer la eficacia de la desinfección para tratar de cumplir con las referencias de DBP, incluyendo los subproductos de cloración, o al tratar de reducir las concentraciones de dichas sustancias” (24)

6.2. Garantía de Calidad

Para que un químico para tratar el agua (donante de cloro) consistentemente alcance los estándares adecuados de calidad del agua en los POU, el producto mismo debe tener una calidad constantemente verificable de lote a lote, y durante toda la vigencia del producto en almacenamiento.

Las Aquatabs[®] se fabrican de conformidad con estándares farmacéuticos, asegurando así su calidad. Se fabrican de conformidad con las referencias de las Prácticas Correctas de Manufactura de Estados Unidos (GMP) para productos médicos, por lo que Medentech es inspeccionado de manera rutinaria y certificada por el Organismo Regulador de Productos para la Salud (HPRA). Además, Medentech ha sido auditada por las Naciones Unidas y entidades Regulatorias de diferentes países de todo el mundo. Las Aquatabs[®] también cuentan con Certificación Internacional de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), sujeta a auditorías sorpresa para asegurar el cumplimiento de las normas. Aún más, Medentech tiene, en toda la Empresa, una Garantía de Calidad ISO9001:2000 & ISO13485:2012, certificada por medio del Organismo Nacional de Estándares de Irlanda (NSAI), con auditorías cada dos años.

En resumen, la calidad se garantiza por medio de:

- Revisiones de rutina de materias primas/materiales de empaque principales para garantizar el cumplimiento de las especificaciones escritas, incluyendo la identidad, pureza, actividad, etc., con base en planes de muestreo estadísticos.
- Establecer especificaciones para todas las materias primas y productos intermedios y terminados.
 - Ensayo (NaDCC/contenido de cloro)
 - Uniformidad del contenido
 - Disolución
 - Dureza/friabilidad de la tableta
 - Uniformidad en el peso
 - Apariencia
 - Identidad
- Establecer las especificaciones de conformidad con los estándares publicados (es decir, EN 12931:2000 etc.) y las pruebas de los productos de conformidad

con planes de muestreo estadísticos y documentados.

- Procedimientos documentados para garantizar que los materiales y los productos cumplen con las especificaciones, incluyendo:
 - Auditorías por parte del proveedor
 - Auditorías internas GMP e ISO
 - Auditorías externas (NSAI: ISO9001; ISO13485; HPRA: GMP; NSF etc.)
 - Validación de equipo, sistemas de la fábrica y procesos:
 - Se validan para garantizar la calidad consistente de los productos
 - De conformidad con protocolos de EUA (Anexo 15 de Guía de EUA para GMP)
 - Revalidados cada año o dos, de conformidad con un Plan Maestro de la Empresa
- Procedimientos documentados para garantizar la reconciliación y trazabilidad del producto
- Estabilidad del producto. Los productos deben ser estables y mantener la misma calidad durante toda su vigencia, porque son:
 - Higroscópicos
 - Tienen una base efervescente
 - Se utilizan en climas tropicales
- Los productos tienen una vigencia definida y validada de conformidad con los Estándares de la Conferencia Internacional de Armonización. Se realizan pruebas de estabilidad a todos los productos nuevos o a materiales o procesos, etc. que hayan tenido algún cambio. Cada año se le hacen pruebas de estabilidad a un lote de rutina.

6.3. Conformidad de las Aquatabs® (NaDCC/TCCA)

- El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas especifica el uso de tabletas efervescentes de NaDCC para la purificación de agua (44)
- El Kit de Emergencia de Salud Interinstitucional 2006 especifica el uso de tabletas de NaDCC para la cloración de agua potable (64)
- El Manual de Campo de la OMS “Control de Enfermedades Contagiosas en Emergencias” incluye las diluciones recomendadas de Aquatabs® para el tratamiento de agua (27) (ver tabla 4)
- La Federación Internacional de la Cruz Roja y la Media Luna Roja recomiendan el uso de NaDCC en su Catálogo de Artículos de Emergencia (65)
- La Lista de Productos del Catálogo de Suministros del Fondo de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) incluye las tabletas de NaDCC para la purificación de agua potable (66)
- El catálogo de productos de Médicos sin Fronteras incluye las tabletas de NaDCC para la desinfección el agua (67)
- El Estándar Europeo (EN) para el uso de Químicos para Agua para Consumo Humano -Químicos para Uso en Emergencias, aprobaron el uso del NaDCC (EN 12931: 2000) (53)
- Las Normas Alemanas para el Agua Potable especifican el uso de dicloroisocianurato de potasio o tabletas de NaDCC para el tratamiento de agua potable en emergencias (68)
- La Secretaría de Estado del Reino Unido para el Medio Ambiente, Transporte y Regiones han aprobado las Aquatabs® para la desinfección de agua y de sistemas de abastecimiento de agua (69)
- El Consejo Superior para la Higiene Pública en Francia aprobó las Aquatabs® para tratar el agua potable (70)
- El JECFA ha aprobado el NaDCC como desinfectante para uso rutinario en sistema de agua potable (58, 71)



- La NSF Internacional ha aprobado el dicloroisocianurato de sodio (ACL56 and ACL60) y las Aquatabs® para el tratamiento de rutina del agua potable, de conformidad con el Estándar 60 de la ANSI/NSF (57)
- La EPA aprobó el NaDCC/TCCA para tratamiento de rutina de agua potable y le asignó la etiqueta de pesticida 935-41 (56, 72)
- En el libro "*Médécins des Voyages*" (Medicina de Viajes) se recomiendan las Aquatabs® para viajeros (73)
- Las Aquatabs® se han distribuido en muchas Fuerzas de Defensa para el tratamiento de agua potable, incluyendo países como el Reino Unido, Francia, Irlanda, Alemania, España, Singapur, Indonesia, Tailandia, Polonia, Federación Rusa
- Se distribuyen cientos de millones de Aquatabs® al año en mercados en el mercado mundial en farmacias, droguerías, alivio de emergencias, mercado turístico y fuerzas de defensa.

Las Aquatabs® se producen de conformidad con especificaciones internacionales reconocidas, y se fabrican de acuerdo con estándares farmacéuticos (certificadas de conformidad con las Referencias de EUA para productos medicinales GMP), y a los criterios de la NSF Internacional para químicos para tratamiento de agua (ANSI Estándar 60), lo cual es esencial para controlar la calidad y seguridad de este tipo de producto.

7.0 Comparación con otras Tabletas de Purificación y otros Métodos

Al rededor del mundo se utiliza una variedad de diferentes químicos desinfectantes, los cuales incluyen cloro, hipoclorito de sodio, yodo y plata. En un análisis llevado a cabo por *La Revue du Practicien - Médecine Générale* (74), se consideró el uso de seis desinfectantes químicos para viajeros, enumerados a continuación:

- Aquatabs[®],
- Drinkwell[®] (hipoclorito de sodio),
- Hydroclonazone[®] (tabletas de cloramina),
- Yodo
- Micropur[®] (tableta de plata) y,
- Drinkwell Argent[®] (tableta de plata).

Este estudio determinó que las Aquatabs[®] y Drinkwell[®] tenían un mejor desempeño que Hydroclonazone[®]. El yodo, si se usa durante varias semanas, puede causar problemas de la tiroides en casos con propensión o en embarazo. Micropur[®] y Drinkwell Argent[®] fueron considerados como conservantes de agua (74). Análisis adicionales de otros grupos encontraron una vez más que las Aquatabs[®] eliminaron grandes cantidades de contaminación por bacterias, reducción similar a la de Drinkwell[®], mientras que Hydroclonazone[®] no redujo los números lo suficiente (75-77).

Se incluye una comparación completa de las Aquatabs[®] frente a otros donantes de cloro en el informe técnico de Medentech titulado “La Química y Microbiología del Dicloroisocianurato de Sodio (NaDCC)”.

Otro método para desinfectar el agua es hirviéndola, el cual también ha sido analizado por muchos autores (18, 78-82). Los descubrimientos principales son que hervir el agua es un método eficaz para desinfectar el agua, pero puede ser costoso, dependiendo de la fuente de combustible y del hecho que puede ser un inconveniente que el agua debe dejarse enfriar antes de tomarse. También se notó que el agua puede recontaminarse, dependiendo del recipiente utilizado.

En la Tabla 9 siguiente se muestra un resumen de las comparaciones entre varios productos desinfectantes de agua comúnmente utilizados.

Tabla 9 Comparación de Aquatabs® con otros Productos Desinfectantes

	Aquatabs®	Hipoclorito de Sodio (Lejía)	Hipoclorito de Calcio (Hth) Tabletas	Hipoclorito de Calcio (Hth) Gránulos	Tabletas Halazone	Tabletas de Cloramina	Líquidos con base de Yodo	Tabletas con base de Yodo	Líquidos con base de Plata	Tabletas con base de Plata	Hervir el agua
Estabilidad	✓ Excelente (3-5 años)	X Mala (Solo meses)	X Mala (Varios meses)	X Mala (Varios meses)	X Mala (Varios meses)	?	✓ Buena	✓ Buena	?	✓ Excelente (10 años)	N/A
Capacidad de análisis	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	?	X Difícil	X Difícil	N/A
Calidad	✓ Calidad Farmacéutica	X Muy variable Varias intensidades	X Puede variar	✓ Normalmente buena	X Puede variar	X Puede variar	X Puede variar	✓ Buena	X Puede variar	✓ Buena	N/A
Actividad en contra de:	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Regular	X Mala	✓ Muy buena	✓ Muy buena	X Regular	X Regular	✓ Muy buena
- bacterias	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Regular	X Mala	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Regular	X Regular	✓ Muy buena
- virus	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Muy buena	✓ Regular	X Mala	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Regular	X Regular	✓ Muy buena
- protozoos	✓ Regular – necesita más tiempo de contacto	✓ Regular – necesita más tiempo de contacto	✓ Buena – puede necesitar más tiempo de contacto en agua fría	✓ Buena – puede necesitar más tiempo de contacto en agua fría	✓ Mala	X Muy mala	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Regular (menos eficaz que el cloro libre)	X Mala	X Mala	✓ Muy buena
- helmintos	✓ Buena	✓ Buena	✓ Buena	✓ Buena	?	?	✓ Buena	✓ Buena	?	?	✓ Muy buena
Efecto Residual	✓ Comprobada	✓ Depende de la contaminación	✓ Depende de la contaminación	✓ Depende de la contaminación	✓ Depende de la contaminación	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí (conservante)	✓ Sí (conservante)	X Sin efecto
Capacidad de probar los residuales	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	X Difícil	X Difícil	X Muy Difícil	X Muy Difícil	N/A
Efecto en el pH	✓ Reduce el pH	X Aumenta el pH	X Aumenta el pH	X Aumenta el pH	X Aumenta el pH	X Aumenta el pH	?	X Reduce el pH (puede afectar la actividad viral)	N/A	N/A	N/A
Alta Turbidez	✓ Efecto comprobado**	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	✓ Efectos Adversos menores	✓ Efectos Adversos menores	✓ Efectos Adversos menores	?	?	✓ Eficaz

	Aquatabs®	Hipoclorito de Sodio (Lejía)	Hipoclorito de Calcio (Hth) Tabletas	Hipoclorito de Calcio (Hth) Gránulos	Tabletas Halazone	Tabletas de Cloramina	Líquidos con base de Yodo	Tabletas con base de Yodo	Líquidos con base de Plata	Tabletas con base de Plata	Hervir el agua
Materia orgánica	✓ Efecto comprobado **	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	✓ Efectos Adversos menores	✓ Efectos Adversos menores	✓ Efectos Adversos menores	X Efectos Adversos	X Efectos Adversos	✓ Eficaz
Temperatura del agua	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Agua más fría reduce la eficacia	X Mayor temperatura reduce el efecto	X Mayor temperatura reduce el efecto	X Requiere hervirse
Dureza del agua	✓ Sin efecto	✓ Sin efecto	✓ Sin efecto	✓ Sin efecto	✓ Sin efecto	✓ Sin efecto	?	?	X Efecto reducido en agua dura	X Efecto reducido en agua dura	✓ Sin efecto
- otro	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con agentes reductores	X Reacciona con fosfatos, cloruros, sulfuros	X Reacciona con fosfatos, cloruros, sulfuros	✓ Sin efecto
Estabilidad	✓ Relativamente estable en luz solar	X Se degrada en luz solar	X Se degrada en luz solar	X Se degrada en luz solar	X Se degrada en luz solar	✓ Mayor estabilidad que los hipocloritos	?	?	✓ Estable	✓ Excelente	N/A
Sabor y Olor	✓ Bueno	✓ Bueno	X Sabor a gis	X Sabor a gis	X Malo	X Malo	X Malo	X Malo	✓ Excelente	✓ Excelente	X El hervirla le quita el sabor al agua. Sin olor
Claridad/color de la solución	✓ Clara	✓ Clara	X Soluciones turbias	X Soluciones turbias	✓ Clara	✓ Clara	X Color café	X Color café	✓ Clara	✓ Clara	✓ Clara
Efectos en la salud	✓ Ninguno con la dosis correcta	✓ Ninguno con la dosis correcta	✓ Ninguno con la dosis correcta	✓ Ninguno con la dosis correcta	✓ Ninguno con la dosis correcta	X Puede causar metahemoglobinemia, hemólisis y anemia	X Personas con sensibilidad al yodo presentaron problemas de tiroides	X Personas con sensibilidad al yodo presentaron problemas de tiroides	X Puede provocar argiria. Los valores de referencia publicados para los niveles residuales limitan las dosis a niveles que reducen su eficacia.	X Puede provocar argiria. Los valores de referencia publicados para los niveles residuales limitan las dosis a niveles que reducen su eficacia.	✓ Ninguno

	Aquatabs®	Hipoclorito de Sodio (Lejía)	Hipoclorito de Calcio (Hth) Tabletas	Hipoclorito de Calcio (Hth) Gránulos	Tabletas Halazone	Tabletas de Cloramina	Líquidos con base de Yodo	Tabletas con base de Yodo	Líquidos con base de Plata	Tabletas con base de Plata	Hervir el agua
Sub productos de desinfección	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de THMs y otros productos clorados	X Posible formación de yodoformas	X Posible formación de yodoformas	?	?	✓ Ninguno
Necesidad de medir o pesar	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	X Sí, se necesita medir el líquido	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	X Se necesitan medir los gránulos para hacer una solución concentrada y luego diluirse	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	X Sí, se necesita medir el líquido	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	X Sí, se necesita medir el líquido	✓ No, añada la tableta a la unidad de volumen	✓ Ni medir ni pesar
Necesidad de triturar las tabletas para disolverse	✓ No, tabletas efervescentes	✓ No, líquido	X Sí, moler y revolver	X No, requiere agitarse	X Sí, moler y revolver	X Sí, moler y revolver	✓ No, líquido	X Sí, moler y revolver	✓ No, líquido	X Sí, moler y revolver	✓ Ni moler ni revolver
Facilidad de entendimiento y uso	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple	X Muy complicado	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple	✓ Simple
Tiempo de contacto	✓ 30 Minutos	✓ 30 Minutos	✓ 30 Minutos	✓ 30 Minutos	X 30 - 60 Minutos	X Requiere de mucho tiempo para ser efectivo (varias horas)	✓ 30 Minutos	✓ 10 - 20 Minutos	✓ 20 Minutos	X 120 Minutos	✓ 2 - 10 Minutos
Disponibilidad en el mercado	✓ Existencias disponibles aún en emergencias	✓ Disponible libremente	✓ Disponible	✓ Disponible libremente	X Disponibilidad limitada	X Disponibilidad limitada	✓ Disponible libremente	✓ Disponible libremente	✓ Disponible	✓ Disponible libremente	✓ Disponible libremente
Flexibilidad	✓ Tabletas para tartar volúmenes de 1 a 2500 litros. Empaque compacto – un tubo de tabletas puede tratar 150,000 litros	X Puede tartar cualquier volumen. Requiere de grandes áreas para almacenamiento	X La tableta puede tartar volúmenes amplios, pero no es para pequeñas unidades	✓ Puede tratar cualquier volumen	X Un solo tamaño (un litro)	X Un solo tamaño (un litro)	X Puede tartar volúmenes pequeños	X Un solo tamaño (un litro)	X Puede tartar volúmenes pequeños	X Un solo tamaño (un litro)	X Limitado al volumen de la olla. Se debe dejar enfriar antes de usarse

	Aquatabs®	Hipoclorito de Sodio (Lejía)	Hipoclorito de Calcio (Hth) Tabletas	Hipoclorito de Calcio (Hth) Gránulos	Tabletas Halazone	Tabletas de Cloramina	Líquidos con base de Yodo	Tabletas con base de Yodo	Líquidos con base de Plata	Tabletas con base de Plata	Hervir el agua
Asequibilidad para los indígenas pobres	✓ Accesible	✓ Muy barato	✓ Accesible	✓ Muy barato	✓ Barato	✓ Barato	✓ Barato	✓ Accesible	✓ Accesible	X Caro	X El costo del combustible es muy caro
Tipo de empaquetado	✓ Tabletas pequeñas empacadas en tiras. Tabletas grandes en tubo.	✓ Normalmente en botellas de plástico (de color oscuro)	✓ Botellas y bidones	✓ Bidones	✓ Botellas de vidrio	✓ Botellas de vidrio y paquetes en tira	✓ Botellas de plástico	✓ Botellas de vidrio	✓ Botellas de plástico	✓ Blíster	N/A
Conveniencia en Condiciones tropicales	✓ Verificado	X Poco fiable	X Poco fiable	X Poco fiable	X Muy poco fiable	X Muy poco fiable	✓ Fiable	✓ Fiable	✓ Fiable	✓ Fiable	✓ Fiable
Conveniencia en ubicaciones remotas	✓ Muy fácil y Seguro de llevar. Ocupa poco espacio.	X No es práctico	✓ Relativamente fácil de llevar	X No es fácil de llevar ni almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Fácil de llevar y almacenar	✓ Adaptable
Transportación-seguridad	✓ No se clasifica como oxidante. "Disolución lenta"	X Requiere cuidado	X Oxidante	X Oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	✓ No se clasifica como oxidante	N/A
Transportación-costo	✓ Barato	X Caro	X Relativamente caro	X Relativamente caro	✓ Barato	✓ Barato	X Relativamente caro	✓ Barato	X Relativamente caro	X Caro	N/A
Transportación-manejo	✓ Muy fácil	X Requiere cuidado	X Requiere cuidado	X Requiere cuidado	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	✓ Fácil	N/A
Impacto ecológico	✓ Ninguno (biodegradable)	✓ Ninguno	✓ Ninguno	✓ Ninguno	✓ Ninguno	?	?	?	?	?	X Utiliza madera o combustibles fósiles. Puede contaminar. No es práctico su uso generalizado
Estudios técnicos de campo	✓ Sí	✓ Sí	?	✓ Sí	?	?	✓ Sí	?	?	?	✓ Sí
Estudios etnológicos de campo	✓ Sí	✓ Sí	?	✓ Sí	?	?	✓ Sí	?	?	?	✓ Sí

	Aquatabs®	Hipoclorito de Sodio (Lejía)	Hipoclorito de Calcio (Hth) Tablet	Hipoclorito de Calcio (Hth) Gránulos	Tabletas Halazone	Tabletas de Cloramina	Líquidos con base de Yodo	Tabletas con base de Yodo	Líquidos con base de Plata	Tabletas con base de Plata	Hervir el agua
Usado por Agencias/Instituciones Internacionales de Ayuda	✓ Ampliamente utilizado en emergencias	X Generalmente no se usa en emergencias	✓ Uso mediano	✓ Ampliamente utilizado	X Uso limitado	X Uso limitado	X Muy poco uso	X Uso regional (esp. EUA)	X Uso limitado	X Uso mediano	Ampliamente utilizado en emergencias

* Nota: Se cree que las bacterias son responsables del 45% de los casos de diarrea en países en vías de desarrollo, así como de la diarrea del viajero.

** Nota: Aunque las Aquatabs® son eficaces en agua con alta turbidez y contenido orgánico, siempre se recomienda filtrar o decantar el agua para producir una solución clara antes de añadir las tabletas.

N/A: No Aplica

?: No existe o se desconoce la información

8.0 Bibliografía

1. World Health Organisation, Diarrhoea: Why Children are Still Dying and What Can be Done. 2009.
2. Joint Monitoring Programme, Progress on Drinking Water and Sanitation: 2012 update. 2012. http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMP-report-2012-en.pdf.
3. World Health Organisation, The Global Burden of Disease: 2004 update. 2004. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf.
4. Joint Monitoring Programme, Global Water Supply and Sanitation Assessment Report. 2000. WHO/Unicef,
5. Waddington, H. and Snilstveit, B., Effectiveness and sustainability of water, sanitation, and hygiene interventions in combating diarrhoea. Journal of Development Effectiveness, 2009. **1**(3): p. 295-335.
6. Fewtrell, L. and Colford, J.M., Jr., Water, sanitation and hygiene in developing countries: interventions and diarrhoea--a review. Water Sci Technol, 2005. **52**(8): p. 133-42.
7. Shelley, C., Refugee water supplies: Some political considerations. Waterlines, 1994. **13**(1): p. 4-6.
8. Gleick, P.H., Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. Water International, 1996. **21**(2): p. 83-92.
9. Centers for Disease Control and Prevention, The Yellow Book, CDC Health Information for International Travel. 2012.
10. Cook, G., Influence of diarrhoeal disease on military and naval campaigns. Journal of the Royal Society of Medicine, 2001. **94**(2): p. 95.
11. Hyams, K.C., Bourgeois, A.L., Merrell, B.R., Rozmajzl, P., Escamilla, J., Thornton, S.A., Wasserman, G.M., Burke, A., Echeverria, P., and Green, K.Y., Diarrheal disease during Operation Desert Shield. New England Journal of Medicine, 1991. **325**(20): p. 1423-1428.
12. Bourgeois, A.L., Gardiner, C.H., Thornton, S.A., Batchelor, R.A., Burr, D.H., Escamilla, J., Echeverria, P., Blacklow, N.R., Herrmann, J.E., and Hyams, K.C., Etiology of acute diarrhea among United States military personnel deployed to South America and west Africa. Am J Trop Med Hyg, 1993. **48**(2): p. 243.
13. Gundry, S., Wright, J., and Conroy, R., A systematic review of the health outcomes related to household water quality in developing countries. J Water Health, 2004. **2**: p. 1-14.
14. Clasen, T., Schmidt, W.P., Rabie, T., Roberts, I., and Cairncross, S., Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis. bmj, 2007. **334**(7597): p. 782.
15. Clasen, T.F. and Bastable, A., Faecal contamination of drinking water during collection and household storage: the need to extend protection to the point of use. J Water Health, 2003. **1**(3): p. 109-116.
16. Gundry, S., Wright, J., Conroy, R., Du Preez, M., Genthe, B., Moyo, S., Mutisi, C., Ndamba, J., and Potgieter, N., Contamination of drinking water between source and

- point-of-use in rural households of South Africa and Zimbabwe: implications for monitoring the Millennium Development Goal for water. *Water Practice and Technology*, 2006. **1**(2).
17. Wright, J., Gundry, S., and Conroy, R., Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Tropical Medicine & International Health*, 2004. **9**(1): p. 106-117.
 18. Rufener, S., Mausezahl, D., Mosler, H.J., and Weingartner, R., Quality of drinking-water at source and point-of-consumption--drinking cup as a high potential recontamination risk: a field study in Bolivia. *J Health Popul Nutr*, 2010. **28**(1): p. 34-41.
 19. Sobsey, M.D., Managing water in the home: accelerated health gains from improved water supply. 2002.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.07.pdf.
 20. World Health Organisation, UN-Water Global Annual Assessment of Sanitation and Drinking Water (GLAAS) 2010: Targeting Resources for Better Results. 2010.
 21. World Health Organisation, Evaluating household water treatment options: health-based targets and microbiological performance specifications. 2011.
 22. Orihuela, L., Ballance, R., and Novick, R., Worldwide Aspects of Water Chlorination. *Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects*, 1978. **2**.
 23. Centers for Disease Control and Prevention, Household water treatment options in developing countries: household chlorination. 2008.
http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/options-sws.pdf.
 24. World Health Organisation, Guidelines for Drinking Water Quality. 2011.
 25. Edberg, S., Rice, E., Karlin, R., and Allen, M., *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *J Appl Microbiol*, 2000. **88**: p. S106-S116.
 26. Noble, R.T., Moore, D.F., Leecaster, M.K., McGee, C.D., and Weisberg, S.B., Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Res*, 2003. **37**(7): p. 1637-1643.
 27. World Health Organisation, A Field Manual: Communicable Disease Control in Emergencies. 2005.
http://www.who.int/diseasecontrol_emergencies/publications/9241546166/en/index.html.
 28. Tran, T.T.H., Test of Aquatabs® biocidal effectiveness on An Giang River Water. 2009. An Giang Preventative Medical Centre, Thailand,
 29. London School of Hygiene and Tropical Medicine, *In vitro* trial to test the efficacy of puritabs against cysts of *Entamoeba histolica*. 1982. Dept. of Medical Protozoology,
 30. Occidental Chemical Corporation, Using an Equilibrium Model to Predict Biocidal Efficacy (CT) for NaDCC and TCCA. 1999.
 31. Microbiotest Inc, EPA water purifier challenge test. 2010.
 32. Ministry of Land Reclamation, R.a.W.D., Aquatabs® tests in Water Disinfection. 1993. Nairobi,

33. Baylac, P., Sere, O., Wanegue, C., Luigi, R., and Polveche, Y., Comparaison du pouvoir désinfectant de la chloramine T et du dichloroisocyanurate de sodium sur une eau de rivière. *Recueil de médecine vétérinaire*, 1996. **172**(7-8): p. 391-399.
34. Baylac, P., Sommer, P., Wanegue, C., and Faure, E., Evaluation du Pouvoir Désinfectant du Dichloroisocyanurate de Sodium sur une Eau de Riviere en Crue. 1995. Ministere de la Defense, Paris,
35. CESCOO, Technical Report on the germicidal efficacy of Aquatabs®. 1991. Honduras,
36. Gonzales, D. and Pitaluga, L., Analysis Bacteriologico de Agua. 1993. Colegio Oficial de Farmaceuticos de la Provincia de Alicante,,
37. Châu, P.N., Duc, L.K., and Tâp, T.V., Measurement of the Effectiveness of Drinking Water Purification using Aquatabs®, Pantocid Tablets and a Water Filter Box. . 1996. Department of Sanitation and the Environment, Institute of Military Medicine, , Hanoi, Vietnam.,
38. de Angelis, J.A., Desinfecção de Águas com Substância Química, no Estado Sólido, À Base de Dicloroisocianurato de Sódio. in *O Saneamento Ambiental na Preservação Dos Recursos Hídricos, Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos*. 1998. Paraiba, Brazil.
39. Alfaro Santos, C.V., Evaluación de la Efectividad de Pastillas Aquatabs®. 1998. Universidad Centroamerica José Simeón Canas, San Salvador,
40. Mjengera, H., Testing the Effectiveness of Aquatabs® in Water Disinfection. 2005. Ministry of Water and Livestock Development, Tanzania,
41. Swaziland Water Services Corporation, Chlorine Dosing Report, Manzini-Mbabane and Surrounding Areas. 2006. Swaziland,
42. Lantagne, D.S., Chlorine Dosing Report. Dar es Salaam and Surrounding Areas, Tanzania. 2005. Centres for Disease Control and Prevention, Atlants, USA,
43. Lantagne, D.S., Chlorine Dosing Report. Conakry and Surrounding Areas, Guinée and Labé, Guinée. 2005. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, USA,
44. United Nations Development Programme, Compendium of Generic Specifications, Emergency Relief Items. 2000. Inter-Agency Procurement Services Office, Copenhagen, Denmark,
45. Fundacao Oswaldo Cruz, Evaluation of the Advantage of using Effervescent Sodium Dichloroisocyanurate Tablets for Treating Water for Human Consumption in Communities with Poor Sanitary Conditions. 1996. Ministério da Saude, Rio de Janeiro, Brazil,
46. Molla, N., Mollah, K., Hossain, A., Shipin, O., Nur, H., Nimmi, I., and Aminul, A., Drinking water treatment at home: a trial in Dhaka, Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 2009. **44**(2): p. 233-240.
47. Molla, N., Shipin, O., Hossain, A., and Aramaki, D.T., Pilot Trial on Compliance of Mothers using Aquatabs® Disinfectant to treat Drinking Water in the low-income Urban Communities of Dhaka (Bangladesh). 2004.
48. Saeed, T.F., Improvement of Microbial Water Quality with NaDCC Tablets (Aquatabs®) at the Low Income Household Level in Dhaka, Bangladesh. 2006. Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka, Bangladesh, India,

49. Clasen, T., Saeed, T.F., Boisson, S., Edmondson, P., and Shipin, O., Household Water Treatment using Sodium Dichloroisocyanurate (NaDCC) Tablets: A Randomized, Controlled Trial to Assess Microbiological Effectiveness in Bangladesh. *Am J Trop Med Hyg*, 2007. **76**(1): p. 187-192.
50. Tomasi, M.S., Assessing the Microbiological Performance and Dosing of Sodium Dichloroisocyanurate (NaDCC) Tablets (Aquatabs®) for the Household Treatment of Water in a Pilot Program by P.S.I. Tanzania. 2005. Dept of Infectious and Tropical Diseases, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK,
51. Levy, K., Nelson, K.L., Hubbard, A., and Eisenberg, J.N.S., Following the water: a controlled study of drinking water storage in northern coastal Ecuador. *Environmental health perspectives*, 2008. **116**(11): p. 1533.
52. Reed, B., *An engineer's guide to domestic water containers*, L. University, Editor 2011.
53. European Union, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption- Chemicals for emergency use- Sodium Dichloroisocyanurate, anhydrous, in *EN 12932:2008* 2009.
54. Gupta, S.K., Study on Aquatabs® water disinfection tablet. 2004. Centre for Environmental Science and Engineering, Indian Institute of Technology, Mumbai,
55. Ngagane Laboratory, Aquatabs® Water Disinfection Purification Tablets.
56. Kuechler, T.C., Use Of Chlorinated Isocyanurates For Drinking Water Chlorination. *Proceedings of the Water Environment Federation*, 2009. **2009**(1): p. 799-806.
57. National Sanitation Foundation, ANSI/NSF Standard 60. Drinking Water Chemicals- Health Effects, 1988.
58. JECFA, Sodium Dichlorisocyanurate (anyhdrous and dihydrate). 2003. <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-401.pdf>.
59. World Health Organisation, Sodium Dichloroisocyanurate in Drinking Water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality. 2007. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/second_addendum_sodium_dichloroisocyanurate.pdf.
60. Rook, J.J., Formation of haloforms during chlorination of natural waters. *Water Treat. Exam.*, 1974. **23**(2): p. 234-243.
61. Richardson, S.D., Plewa, M.J., Wagner, E.D., Schoeny, R., and DeMarini, D.M., Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: A review and roadmap for research. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 2007. **636**(1–3): p. 178-242.
62. Lantagne, D.S., Blount, B.C., Cardinali, F., and Quick, R., Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination of turbid and non-turbid waters in western Kenya. *J Water Health*, 2008. **6**(1): p. 67-82.
63. Lantagne, D.S., Cardinali, F., and Blount, B.C., Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination with sodium dichloroisocyanurate in Tanzania. *Am J Trop Med Hyg*, 2010. **83**(1): p. 135-43.
64. World Health Organisation, *The Interagency Emergency Health Kit*. 2011. Geneva, http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241502115_eng.pdf.

65. Societies, I.F.o.R.C.a.R.C., Emergency Items Catalogue. 3rd Edition. 2009. Geneva, <http://procurement.ifrc.org/catalogue/index.aspx>.
66. UNICEF, Basic family water kit for 10 families, Supply Catalogue. 2012. Copenhagen, Denmark, https://supply.unicef.org/unicef_b2c/app/displayApp/%28layout=7.0-12_1_66_67_115&carearea=%24ROOT%29/.do?rf=y.
67. Médecins Sans Frontières, Essential Drugs, Practical Guidelines 2010.
68. Bundesrat, Desinfektionstabletten zur Trinkwasseraufbereitung in Verteidigungs- und Katastrophenfällen. 2011. Berlin, Germany, <http://www.dvgw.de/wasser/recht-trinkwasserverordnung/trinkwasserverordnung/abschnitt-1/>.
69. Drinking Water Inspectorate, Approval of Aquatabs® for use under the Water Supply (Water Quality) Regulations. 2001. Department of the Environment, Transport and the Regions, London, England,
70. Ministry of the High Council of Public Hygiene, Authorisation to use Sodium Dichlorisocyanurate tablets (Aquatabs®) for the treatment of drinking water. 1999. Paris, France,
71. JECFA, Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2003. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v52je21.htm#sod>.
72. FIFRA, Pesticide Product Label for Chlorinating Granules. 1994. US EPA,
73. Société de Médecine des Voyages, Médecine des Voyages: Guide d'Information et de Conseils Pratiques. 7 Edition 2004.
74. Schlosser, O., Raitement de l'eau de Boisson des voyageurs: Un Moyen de Prevention de ladiarrhee du Voyageur a ne pas negliger. La Revue du praticien. Médecine générale, 1996(335).
75. Schlosser, O., L'eau de boisson du voyageur. Med Trop, 1999. **59**: p. 125-128.
76. Schlosser, O., Robert, C., Bourderioux, C., Rey, M., and de Roubin, M.R., Bacterial Removal from Inexpensive Portable Water Treatment Systems for Travelers. Journal of travel medicine, 2001. **8**(1): p. 12-018.
77. Breton, I. and Maritoux, J., La Qualité de l'Eau de Boisson du Voyageur. La revue Prescrire, 2000. **20**(206): p. 363-369.
78. Rosa, G., Miller, L., and Clasen, T., Microbiological effectiveness of disinfecting water by boiling in rural Guatemala. Am J Trop Med Hyg, 2010. **82**(3): p. 473-7.
79. Rosa, G. and Clasen, T., Estimating the scope of household water treatment in low- and medium-income countries. Am J Trop Med Hyg, 2010. **82**(2): p. 289-300.
80. Clasen, T.F., Thao, D.H., Boisson, S., and Shipin, O., Microbiological effectiveness and cost of boiling to disinfect drinking water in rural Vietnam. Environ Sci Technol, 2008. **42**(12): p. 4255-4260.
81. Clasen, T., McLaughlin, C., Nayaar, N., Boisson, S., Gupta, R., Desai, D., and Shah, N., Microbiological effectiveness and cost of disinfecting water by boiling in semi-urban India. Am J Trop Med Hyg, 2008. **79**(3): p. 407-413.
82. Ma, L., Zhang, G., Swaminathan, B., Doyle, M., and Bowen, A., Efficacy of protocols for cleaning and disinfecting infant feeding bottles in less developed communities. Am J Trop Med Hyg, 2009. **81**(1): p. 132-9.



83. World Health Organisation; Results of Round I of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies, 2016