

Evaluación de coloides en agua potable con posibles interferencia en los programas de higiene.

Evaluation of colloids in drinking water with possible interference in hygiene programs.

Marín- Mero José Luis^{1*}; Mero-Santana Robert¹

^{1*}Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador. Correo: Jusseppe2000@yahoo.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2743-2052>.

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador. Correo: robert_mero2000@yahoo.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-2693>

Resumen

Uno de los insumos que se usa en mayor volumen en la industria de la elaboración de conservas de atún y principalmente en los procesos de higiene y desinfección de sus procesos es el agua potable, por tal razón se debe garantizar y asegurar el agua tenga la calidad adecuada para que ponga en riesgo su inocuidad y a su vez pone en riesgo los programas de higiene y desinfección, la evaluación se la desarrollo con las aguas de uso en el sector productivo de una empresa pesquera, donde se realizó el muestreo del agua potable y agua ultrafiltrada en época de verano. Se realizaron los siguientes análisis: los análisis realizados a cada una de las muestras fueron las siguientes: Presencia o ausencia de biofilm. Usando sistema de detención de biofinder, ufc de coliformes, Escherichia coli (E.coli), turbidez, Color, solidos suspendidos, solidos totales, conductividad, análisis de ATP, reactivo Prueba de agua ATP AquaSnap™, *Conductividad y pH y cloro libre. Después de realizar varias pruebas se puede comprobar que los coloides que se encuentran en nuestra agua pose carga orgánica y biológica que hace que disminuya el efecto del hipoclorito de sodio como medio de desinfección y la concentración residual no garantiza un buen proceso de desinfección debido a que el efecto como acido hipocloroso disminuye.

Palabras clave: Agua potable, desinfección, higiene.

Summary

One of the inputs that is used in greater volume in the tuna canning industry and mainly in the hygiene and disinfection processes of its processes is drinking water, for this reason the quality of water must be guaranteed and ensured. adequate to put its safety at risk and in turn put hygiene and disinfection programs at risk, the evaluation was carried out with the water used in the productive sector of a fishing company, where the sampling of drinking water and water was carried out. ultrafiltered in summer. The following analyzes were carried out: the analyzes carried out on each of the samples were as follows: Presence or absence of biofilm. Using biofinder arrest system, coliform cfu, Escherichia coli (E.coli), Turbidity, Color, Suspended Solids, Total Solids, Conductivity, ATP Analysis, Reagent AquaSnap™ ATP Water Test, *Conductivity and pH and Free Chlorine. After performing several tests, it can be verified that the colloids found in our water have an organic and biological load that reduces the effect of sodium hypochlorite as a means of disinfection and the residual concentration does not guarantee a good disinfection process because the effect as hypochlorous acid decreases.

Keywords: Drinking water, disinfection, hygiene.

1.- Introducción

El agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la contaminación del agua potable provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año. •De aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua.(OMS, 2020).

La Organización Mundial de la Salud indica un valor de referencia de turbidez de 5 FTU para el agua potable. Este valor ha sido establecido profundamente en las características estéticas del agua. Desde un punto de vista higiénico, el valor recomendado es de 1 FTU.(Revista Agua, 2016).

La cantidad de agentes infecciosos que se encuentran en el ambiente en el que se desenvuelve el personal de nuestro sistema de salud, constituye un medio de contaminación y diseminación de múltiples microorganismos, si no se

maneja una adecuada higiene en general y sobre todo de manos, nos vamos a convertir en portadores; de ahí la necesidad de un control estricto del cumplimiento de las normas básicas recomendadas internacionalmente para una correcta higiene y desinfección de manos.(Rueda Sandoval, 2017).

Las bacterias existen en la Naturaleza bajo dos formas o estados: a) bacterias planctónicas, de libre flotación, y b) bacterias biofilm, en colonias de microorganismos sésiles.

Se postula que el 99% de todas las células bacterianas existen en calidad de biofilms, y tan sólo el 1% vive en estado planctónico 3-5 . La adhesión bacteriana a la superficie ha sido reconocida por varias décadas. (Nazar, 2007).

La desinfección del agua, y más concretamente la cloración, está siendo objeto de polémica en los últimos años como consecuencia, principalmente, de los subproductos de la desinfección.(Quirós, 2005).

Según las indicaciones de (USON, 2016), si se agrega la cantidad suficiente de cloro para que reaccione con estos compuestos, llamados compuestos reductores, entonces, un poco más de cloro que se agregue, reaccionará con cualquier sustancia orgánica presente, para producir compuestos orgánicos de cloro, los cuales tienen poca o ninguna acción desinfectante y pueden causar sabores y olores.

Como métodos alternos de desinfección según (Rosal, 2018), El ozono (O₃) , se trata de una molécula muy reactiva, con un potencial de oxidación de 2,07 V, elevada en comparación con otros oxidantes convencionales (peróxido de hidrógeno: 1,78 V, ácido hipocloroso: 1,49 V, cloro: 1,36 V).

Debemos considerar según los conceptos de (Degremont, 2017). Que la pequeña dimensión de las partículas coloidales presentes en un agua, así como la existencia de cargas negativas repartidas en su

superficie, dan lugar a una gran estabilidad de las suspensiones coloidales.

Según (Pérez, 2005). Las impurezas naturales pueden encontrarse en las aguas según tres estados de suspensión en función del diámetro. Éstos son: a) Suspensiones hasta diámetros de 10⁻⁴ cm. b) Coloides entre 10⁻⁴ y 10⁻⁶ cm. c) Soluciones para diámetros aún menores de 10⁻⁶ cm. Los coloides son abundantes en el subsuelo tanto en formas orgánicas como inorgánicas, como arcillas, sustancias húmicas, óxidos metálicos y biocoloides. Pero los virus son en sí mismos coloides.(Seetha et al., 2015).

Las bacterias y virus pueden quedar protegidos de la acción del cloro por los sólidos suspendidos en el agua; de aquí que la eficacia de la cloración se vea aumentada mediante la subsiguiente filtración y una posterior desinfección.(Quirós, 2005).

Según las explicaciones de (Orellana, 2016) indica que se

puede utilizar el cloro si el agua que se desea desinfectar no contiene materia orgánica o contaminantes químicos capaces de formar compuestos que den mal sabor al agua. La acción del cloro está muy influenciada por el pH, cuando más elevado es este, mayor es la dosis de cloro residual que debe mantenerse para obtener la misma eficacia, con un mismo tiempo de contacto.

La efectividad del cloro también se ve afectada por el pH (acidez) del agua. La cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7,2 o menor de 6,8.(OPS & OMS, 2009).

Cuanto mayor es el tamaño de las partículas, mayor es el efecto de protección. Las bacterias y virus adsorbidos en la superficie de partículas del tipo de la arcilla o flóculos inorgánicos, apenas ven afectadas sus tasas de supervivencia a la desinfección, mientras que los virus asociados con restos celulares, heces o partículas sólidas de aguas residuales, alcanzan niveles

importantes de protección, al igual que para cualquier otro desinfectante químico, el proceso depende de la concentración de materia orgánica u otro tipo de sustancias reducidas. (J. Pérez & Espigares, 1995)

La presencia de ATP es un indicador de una higiene incorrecta. Los residuos de materia orgánica en una superficie se simplificarán en una fuente de nutrientes para los microorganismos y además los protegerán frente a la acción de los desinfectantes.(Rodríguez, 2010).

El potencial redox (ORP) es una medida efectiva de medir la energía química de oxidación-reducción mediante un electrodoméstico, convirtiéndola en energía eléctrica, la cual se utiliza para conocer el saneamiento del agua potable. (Valls, 2019)

Este estudio se realizó en función a la calidad de agua que ingresa como potable y del agua ultrafiltrada dentro de las instalaciones de una empresa

atunera ,ubicada en la provincia de Manabi, con lo que se determinó en forma local la relación del ATP en función a los biofilm, solidos suspendidos, coliformes, E.coli, y cuantificar las alternativas del uso de biocidas para su respectivo control y tener un mecanismo de lectura para generar un control microbiológico preventivo del uso del agua potable en los procesos de higiene y sanitización, por lo consiguiente lograr disminuir el uso de agua ultrafiltrada para este fin.

2.-Materiales y método.

Se estableció un muestreo aleatorio conformado por 6 monitoreos de 5 puntos de muestreo, los lugares del muestreo se ubicaron entre las 3 cisternas de recepción de agua y 2 puntos de uso directo en los procesos de limpieza y desinfección, los análisis realizados a cada una de las muestras fueron las siguientes:

Presencia o ausencia de biofilm. Usando sistema de detención de biofinder, unidad formadora de colonias de ccoliformes, Escherichia coli (E. coli), standard Methods 9222^c , Turbidez, método 8237, programa 95, equipo colorímetro Hach DR/890, Nota: 1 FAU =1 NTU=1 FTU al medir la formazina. Estos no son equivalentes al medir otros tipos de normas o muestras, Color con método estándar APHA Platino-Cobalto para agua, aguas residuales y agua de mar número método 8025, programa 19, equipo colorímetro Hach DR/890, sólidos suspendidos, métodos 8006 programa 94, equipo colorímetro DR/890, solidos totales, conductividad, análisis de ATP , reactivo Prueba de agua ATP AquaSnap™ Total mide tanto el ATP microbiano (células vivas y partículas), equipo EnSURE™ Touch, Conductividad y pH , con equipo Multiparámetro de bolsillo (pH/TDS/Salinidad) Oakton PCTSTestr™ 50, Cloro libre,

técnica de DPD HACH y los productos químicos usados fueron: hipoclorito de sodio 10% y peróxido de hidrogeno grado alimenticio 35%

3. Resultados.

El trabajo realizado evaluó la calidad de agua considerando propiedades físico químicas, microbiológicas, debido que en ciertas ocasiones la característica visual del agua potable luego adicionar hipoclorito de sodio (cloración) se observa coloración amarillenta, figura nº1 y a veces rojizo como en la figura nº2.



Figura 1. Coloración de reacción del agua con hipoclorito de sodio.

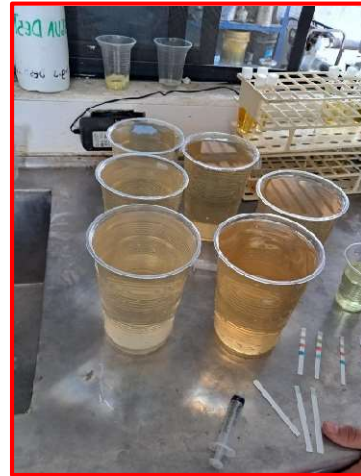


Figura 2. Coloración de reacción del agua con hipoclorito de sodio.

En la figura nº 3 , se observó al adicionar peróxido en la misma calidad de agua , mantuvo el color característico visual de calidad de agua potable.



Figura 3. Coloración de reacción del agua con peróxido de hidrógeno.

La evaluación descrita ayuda a minimizar este tipo de reacción e identifica si el coloide presente puede generar reacción de coloración con minerales de hierro o manganeso u otra reacción si es de origen biológico y con ellos controlar la calidad microbiológica,

esta evaluación también guía el uso de una técnica más rápida de control y usar el agente biocida adecuado. Para este trabajo también se recurrió a técnicas no convencionales, como es la detención de biofilm, se observa en los resultados de la tabla nº1

Tabla1. Resultados del primer monitoreo.

FECHA	FECHA: 22/09/20 22 HORA	Cisterna /Lugar de toma de muestra	Volumen de de cisterna (m ³)	Residual de cloro (ppm)	Análisis microbiológicos			Análisis ATP
					Aerobios totales (ufc/ml)	Coliformes totales (ufc/ml)	E. Coli	URL
22/9/2022	11:50:51	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.5	<1	2	<1	286
22/9/2022	14:56:07	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.6	<1	2	<1	60
22/9/2022	15:55:27	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.6	<1	2	<1	23
22/9/2022	16:48:27	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.5	<1	<1	<1	15
22/9/2022	17:07:58	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.5	<1	<1	<1	10
22/9/2022	17:10:49	Cisterna 3/ toma 51 entrada a proceso.	200	0.8	<1	<1	<1	3

Elaboración propia

Nota: Se puede observar que aun al mantener un cloro residual como lo indica la inen 1108, persiste formación de ATP y bajos coliformes totales. Con ello se observa que, aunque exista cloro residual no garantiza que existe un buen proceso de desinfección.

Para el próximo monitoreo se incrementa la evaluación de eficiencia en relación a las características también del pH .

Tabla 2. Segundo monitoreo microbiológicos.

Fecha	5/10/2022	Análisis microbiológicos			
Muestras a tomar	ATP Superficie	ATP Agua	Coliformes	E.Coli	Biofilm
Cisterna 1	703	32	150	<1	+
Cisterna 2	-	0	3	<1	-
Cisterna 3	0	3	<1	<1	+
Toma agua 1 (limpieza) de la zona 1	0	11	<1	<1	+
Toma agua 2 (limpieza) de la zona 2	0	3	<1	<1	+

Elaboración propia

Tabla 3. Segundo monitoreo parámetros físicos-químicos.

Fecha	5/10/2022	Análisis físico-químico				
Muestras a tomar	Conductividad	Color	pH	Solidos suspendidos	Turbiedad	Cloro residual
Cisterna 1	1231 us/cm	17	8.1	4	3	0,4 ppm
Cisterna 2	507 us/cm	8	7.96	2	4	0,6 ppm
Cisterna 3	596 us/cm	17	8.06	4	6	0,5 ppm
Toma agua 1	1467 us/cm	16	7.91	2	2	1 ppm
Toma agua 2	1405 us/cm	18	7.95	2	2	0,2 ppm

Elaboración propia

Se mantiene cloro residual, sin embargo, cisterna 1 agua potable se evidencia positivo el biofilm, ATP y coliformes. Se puede observar en el segundo monitoreo que el pH del agua resultante se encuentra un poco elevado, lo cual hace que el cloro residual existe como ion clorito y no como ácido hipocloroso y eso reduzca nuestra eficiencia como calidad de agua para los procesos de higiene y sanitización, también hay que considerar que en ocasiones cambia el aspecto visual del agua potable.

Tabla 4. pH en función a concentración de cloro libre.

Muestra agua potable, cloro residual	0 mg/l cloro residual	1 mg/l cloro residual	5 mg/l cloro residual	300 mg/l cloro residual	1000 mg/l cloro residual
pH	7.15	7.22	7.8	9.3	10.4

Elaboración propia

Se puede observar en función tabla 4 a los resultados de cloro a partir de 300 ppm el pH se eleva a la región donde existe como ion clorito y no como ácido hipocloroso, por ello que la interferencia de pH si afecta a nuestra región, por tal razón se debe evaluar los límites de eficiencia para cada temporada climatológica de invierno a verano.

Tabla 5. pH en función a concentración de cloro libre y ORP -pH en función concentración de peróxido y ORP.

Cloro 10%			
ppm	pH	Mv	Conductividad
5 ppm	8.2	658.2	397 us/cm
25 ppm	8.07	702.7	376 us/cm
200 ppm	9.29	609.8	6,55 ms/cm
500 ppm	9.88	662.1	2,15 ms/cm
1000 ppm	9.10	631.9	4,30 ms /cm

2000 ppm	10.22	676.8	10,10 ms/cm
Peróxido al 35%			
ppm	pH	Mv	Conductividad
25	7.21	222.3	255 us/cm
500	7.25	231.2	253 us/cm
1000	7.26	235.0	252 us/cm
2000	7.17	241.3	253 us/cm
5000	7.27	248.2	270 us/cm
10000	7.06	257.4	263 us/cm
30000	7.81	268.4	282 us/cm
50000	5.96	317.4	299 us/cm
100000	4.53	403.8	251 us/cm

Tabla 5 muestra valores de las pruebas pruebas ahora con la reacción de dos sustancias usadas en el proceso de desinfección del agua, esta es con peróxido de hidrogeno y la de hipoclorito de sodio.

Lo que da como ventaja el peróxido de hidrogeno que podemos aumentar su estabilidad con pH y en concentraciones muy altas es que afecta el pH al agua potable a diferencia que el hipoclorito de sodio el pH aumenta considerablemente y una de las razones que el hipoclorito de sodio liquido está estabilizado con hidróxido de sodio, por tal razón a el

efecto de acido hipocloroso disminuye a mayor concentración de hipoclorito de sodio.

Conclusión. -

Se comprueba que la presencia de coloides se estas se encuentre en sus forma como biofilm, en su forma como color o como presencia de materia orgánica, si interfiere en la calidad del agua como potable, la forma que interfiere se debe a que estas cargas contaminantes aumentan ligeramente el pH del agua y aumentan un el consumo de hipoclorito de sodio, como en los procesos de desinfección se requiere el uso de 200 ppm para

superficies ya estamos elevando el pH de la solución sanitizante a un valor que el hipoclorito de sodio ya no es tan efectivo y al tener medio de protección existen elementos que se protegen y generaría reacción positiva al ATP, y para disminuir el consumo de agua ultrafiltrada y usar el agua de la red pública se debe de asegurar que los procesos de desinfección sean medido en línea con lecturas más confiables, esa lectura puede ser llegar al nivel de ORP entre 600 mv a 650 mv cuando se usa hipoclorito de sodio pero con el peróxido de hidrogeno como medio de desinfección se debe manejar un valor de ORP entre 240 mv-250mv, el uso de peróxido como medio de desinfección corrige las reacciones de coloración con el cloro y sería de estandarizar bajo las normativas internacionales el uso de peróxido de hidrogeno en la desinfección para agua, con esta sustitución reducimos las formación de cloraminas.

Referencias.

- OMS. (2020). Organización mundial de salud. In Orientaciones para el público sobre el Covid 19.*
- Revista Agua. (2016). Purificación del Agua Potable.*
- Rueda Sandoval, G. V. (2017). Evidencia científica y recomendaciones sobre la importancia del lavado de manos. Rev. Inv. Acad. Educación ISTCRE, 1(1).*
- Nazar, J. (2007). Biofilms bacterianos Bacterial biofilms. REVISIÓN*
- Quiros, F. (2005). Desinfección del agua con cloro y cloraminas. Tecnica Lindustrial.*
- USON. (2016). Capítulo 1. Generalidades Sobre El Cloro. Sitio Web de USON.*
- Rosal, R. (2018). Ecuaciones y cálculos para el tratamiento de aguas -Google Libros. Ediciones Paraninfo S.A.*
- Degremont. (2017). "Coagulación y Floculación del Agua." Universidad de Salamanca.*
- Pérez, L. (2005). Teoría de la sedimentación. Cátedra De Hidráulica Aplicada a La Ingeniería Sanitaria.*

seetha, N., Mohan Kumar, M. S., & Majid Hassanizadeh, S. (2015). Modeling the co-transport of viruses and colloids in unsaturated porous media. *Journal of Contaminant Hydrology*, 181, 82–101. <https://doi.org/10.1016/J.JCONHYD.2015.01.002>.

OPS, & OMS. (2009). *Medición del cloro residual en el agua. Guías Técnicas Sobre Saneamiento, Agua y Salud*, 4. <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Rodríguez, M. (2010). *Fundamentos de la Luminometría*. Acceso: 2021-07-05., 2464.

Orellana, J. A. (2016). *Tratamiento De Las Aguas. Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO*, 1–123.

Quirós, F. (2005). *Tratamiento de Desinfección del Agua Potable*. In Canal Educa. <http://www.canaleduca.com/documents/10157/19805/Tratamiento+de+desinfecci+n+del+agua+potable>.

Valls, J. L. (2019). *El potencial Redox (ORP)*. In *aviNews*.