

Evaluación de parámetros de calidad en diversas marcas comerciales de cloro doméstico

Evaluation of quality parameters in various commercial brands of domestic chlorine

Aliana Gamboa-Ortega ^A y José Castro-Soto ^B

Resumen— El cloro doméstico es una solución amarillenta de olor característico, ampliamente utilizada en los hogares, usualmente con una contracción entre 5% y 6% en hipoclorito de sodio (NaClO). Sin embargo, el NaClO es inestable y se degrada rápidamente. Se evaluó seis (6) marcas comerciales de cloro doméstico, con el objetivo de cuantificar los niveles de cloro disponible y su alcalinidad representada por la alcalinidad libre disponible y la alcalinidad total disponible, según la norma venezolana COVENIN 3664 (2001): Productos químicos para uso industrial. Hipocloritos utilizados en el tratamiento de potabilización de aguas. Requisitos y métodos de ensayo. Los resultados muestran que el contenido de cloro disponible osciló entre 0,48% y 3,19%, todas las muestras indican estar por debajo del valor recomendado, la alcalinidad libre disponible entre 0,19% y 1,63%, M₁, M₂, M₃, M₄ y M₅ demuestran estar en norma. Finalmente, la alcalinidad total disponible entre 0,34% y 37,65%, M₄ y M₅ presentan un mayor efecto blanqueador en los tejidos, en comparación con las otras muestras estudiadas. En conclusión, se encontró que M₆ es el producto de mayor contenido de cloro disponible, asimismo la mayor alcalinidad libre disponible y alcalinidad total disponible.

Palabras clave: alcalinidad, cloro, evaluación, hipoclorito.

Abstract— Household bleach is a yellowish solution with a characteristic odor, widely used in homes, usually with a contraction between 5% and 6% in sodium hypochlorite (NaClO). However, NaClO is unstable and degrades rapidly. Six (6) commercial brands of domestic chlorine were evaluated, with the objective of quantifying the levels of available chlorine and its alkalinity represented by the free available alkalinity and the total available alkalinity, according to the Venezuelan standard COVENIN 3664 (2001): Chemical products for industrial use. Hypochlorites used in water purification treatment. Requirements and test methods. The results show that the available chlorine content ranged between 0.48% and 3.19%, all samples indicate to be below the recommended value, the free available alkalinity between 0.19% and 1.63%, M₁, M₂, M₃, M₄ and M₅ prove to be normal. Finally, the total alkalinity available between 0.34% and 37.65%, M₄ and M₅ present a greater whitening effect on fabrics, compared to the other samples studied. In conclusion, it was found that M₆ is the product with the highest available chlorine content, as well as the highest free available alkalinity and total available alkalinity.

Keywords: alkalinity, chlorine, evaluation, hypochlorite.

1 INTRODUCCIÓN

El cloro doméstico también llamado blanqueador, agua de cloro y agua Javelle [1], son soluciones comerciales transparente de color amarillo-verdoso y olor característico, es ampliamente conocido y usado en hogares como agente blanqueador, biocida y en la purificación del agua [1], [2], [3]. El ingrediente activo en el cloro doméstico es el hipoclorito de sodio (NaClO) [4], [5] y su poder desinfectante reside en el alto poder oxidante del ion hipoclorito (ClO⁻) [6],

La producción de NaClO consiste en la reacción del cloro gaseoso (Cl₂) y una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH). Al electrolizar una solución concentrada de cloruro de sodio (NaCl), en el ánodo se produce el gas cloro (Cl₂) y en el cátodo se produce el gas hidrógeno (H₂) y el ión hidróxido (OH⁻). Con agitación, el Cl₂ y el OH⁻ reaccionan para producir el ión hipoclorito (ClO⁻) en solución, que generalmente está

en forma de la sal hipoclorito de sodio (NaClO) [7] (ver Ecuación 1). Obteniéndose una disolución al 11%, la cual se diluye a una concentración alrededor de 5% [2], [8], [9].



El NaClO reacciona con el agua para formar ácido hipocloroso (HClO) más hidróxido de sodio (NaOH) (ver Ecuación 2). Posteriormente, el HClO se descompone generando cloro gaseoso (Cl₂) y agua (H₂O) [6] (ver Ecuación 3).



Una de las características del cloro doméstico es la inestabilidad que posee en soluciones acuosas y el contenido de éste decrece rápidamente al ser sometida a cambios ambientales. El NaClO es muy reactivo [10], por lo que es poco estable y comienzan a descomponerse en cuanto se preparan y



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 6 Núm. 2 (2024) - Publicado: 17/10/24 - [Indexaciones](#)
Número: doi.org/10.57166/riqchary/V6.n2.2024
Pág.: 21- 26 | Recibido 04/09/2024 ; Aceptado 01/10/2024

doi.org/10.57166/riqchary.v6.n1.2024.125

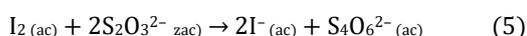
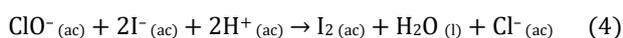
Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-5999-4441>
Aliana Gamboa-Ortega, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. alianagamboortega@gmail.com
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-5786-4743>
José Castro-Soto, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. jlcas-tros78@gmail.com

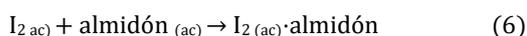
continúan hasta su descomposición total, su inestabilidad depende de cinco (5) factores principales, a) la concentración del hipoclorito, b) su alcalinidad o pH de la solución, c) la temperatura de almacenamiento, d) la presencia de impurezas que catalizan la descomposición, y e) la exposición a la luz solar fuerte; sin embargo, la principal causa tiene que ver con su incorrecto almacenamiento [11], [12], [13] y [14].

Con la finalidad de garantizar y preservar sus propiedades. [14]. Entre los requisitos químicos se encuentran: el cloro disponible (cloro activo), un término usado para expresar el poder oxidante del cloro en el producto. [1], como estos productos con fines domésticos contienen baja concentración de NaClO este se descomponen más lentamente que aquellas que contienen una concentración más elevada, asimismo un pH alcalino (pH≈11) que le da mayor estabilidad en el tiempo [12], y su alcalinidad representada por dos variables: la alcalinidad libre disponible y la alcalinidad total disponible, que brindan estabilidad y reducir la descomposición del NaClO y de mejorar el blanqueamiento, respectivamente. Es necesario destacar que el total de base disponible (como NaOH) no debe exceder de 1,5% [1], [7], [10] y [11].

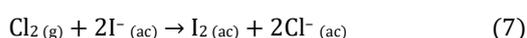
El método comúnmente empleado para evaluar el contenido de cloro disponible es la titulación yodométrica, esto es haciendo reaccionar un volumen conocido de cloro con un exceso de yoduro de potasio (*KI*) en medio ácido, en solución de ácido acético, el ClO^- forma yodo (I_2) de los yoduros (I^-). Evidenciándose un cambio de color de incoloro a un tono marrón-rojizo, debido al I_2 [1], [7] (ver Ecuación 4). Seguidamente el I_2 formado se retrotitula con tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$) disminuyendo la concentración de I_2 , por lo que el color cambia a un amarillo claro al acercarse al punto estequiométrico [1], [7] (ver Ecuación 5).



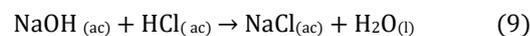
La reacción se completa cuando el I_2 se convierte a I^- , tornándose incoloro, pero este cambio de color de amarillo claro a incoloro no es claramente distinguible, se hace difícil establecer el punto final. En consecuencia, en este punto se añade como indicador una solución de almidón al 10%, el I_2 que queda sin reaccionar, formará el complejo I_2 -almidón de color azul oscuro [1], [7] (ver Ecuación 6).



Se continúa la titulación, el $S_2O_3^{2-}$ reacciona con el I_2 del complejo hasta que se consume, se rompe el complejo y desaparece el color azul oscuro, señalando claramente el punto final. [1], [7] (ver Ecuación 7).



La alcalinidad libre disponible, que constituye el contenido de hidróxido de sodio (NaOH), para ello se precipita todo el carbonato de sodio (Na_2CO_3) presente (ver Ecuación 8). El NaOH se neutraliza empleando como disolución titulante ácido clorhídrico (HCl) [1], [7] (ver Ecuación 9).



En cuanto a la alcalinidad total disponible, esta representa el contenido de hidróxido de sodio (NaOH) y carbonato de sodio (Na_2CO_3) presente, se neutraliza empleando como disolución titulante ácido clorhídrico (HCl) [1], [7] (ver Ecuación 9).



2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Recolección de la muestra

Para la selección de la muestra se realizó bajo un muestreo aleatorio simple. Se recolectaron al azar seis (6) marcas de cloro doméstico, no se consideró la presentación del producto en cuanto a volumen y envase. Las muestras se compraron en locales comerciales de Ciudad Bolívar: a) Super Único Panda C.A., b) Supermercado Latino, c) Supermarket El Económico y d) Mi Bodega Express, *Market Place*. Las muestras fueron conservadas en un lugar seco a temperatura ambiente. Los nombres comerciales (marcas) fueron sustituidos por un código conformado por una letra en mayúscula que lo identifica y un número M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , M_5 y M_6 (ver Figura 1).

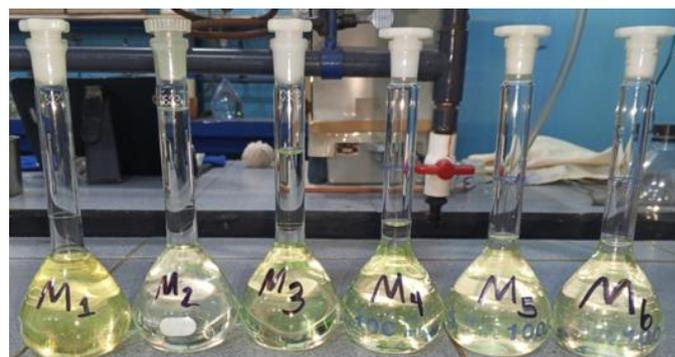


Fig. 1. Muestras de cloro doméstico empleadas en la investigación.

2.2 Determinación del cloro disponible

Se llenó una bureta de 50 mL con solución estándar de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$) a una concentración de 0,1 M. Por otro lado, se tomó 5,0 mL de muestra (cloro doméstico), y se transfirió a un balón aforado de 250 mL, se aforó con agua destilada y se homogenizó. Seguidamente, se tomó una alícuota de 25 mL de la disolución anterior (muestra diluida) y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Seguidamente

se adicionó al matraz 1,0 g de yoduro de potasio (KI), 10 mL de ácido acético glacial (CH_3COOH) diluido en una relación 1:2 y se homogenizó. Se inició la titulación añadiendo el titulante ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) gota a gota, con agitación constante el matraz hasta que el color del yodo tome una coloración amarillo tenue. Se adicionó 2,0 mL de almidón al 10% y se continuó la titulación hasta que la solución se vuelva incolora. El procedimiento se realiza por triplicado (ver Figura 2).

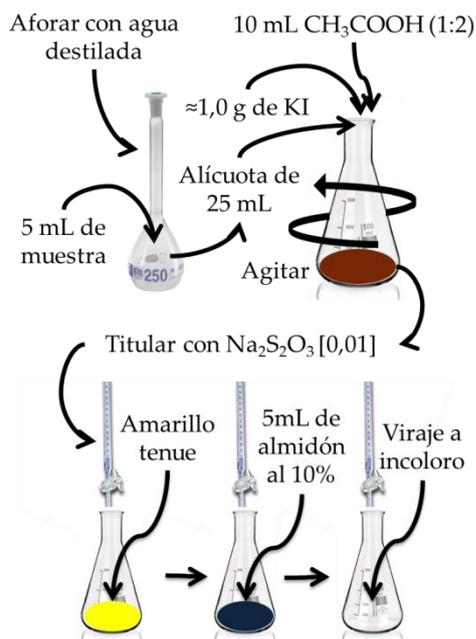


Fig. 2. Diagrama de flujo para la determinación de cloro disponible.

El cloro disponible se calcula como sigue:

$$\%Cl \text{ disponible} = \frac{V \times M \times 0,03545 \times 50}{\text{muestra (mL)}} \times 100 \quad (11)$$

Dónde: V = Volumen de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) consumido en la titulación de la muestra en mililitros.

M = Molaridad del tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), expresado en equivalente/L.

50 = Factor de dilución $\frac{250}{5}$

0,03545 = Relación a la masa atómica del cloro.

2.3 Determinación de la alcalinidad libre disponible

En un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se añadió 50 mL de cloruro bario (BaCl_2) 100g/L, 30 mL de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 3% y 10 gotas del indicador fenolftaleína al 0,5%, seguidamente la solución se neutralizó con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 M. Por otro lado, en un segundo matraz Erlenmeyer de 250 mL, se pesó 10 g de muestra (cloro doméstico), sin diluir con precisión de 0,1 mg. El contenido del

primer matraz se vertió en el segundo y se homogenizó. Seguidamente, se tituló con ácido clorhídrico (HCl) estandarizado 0,1 M hasta que el color rosa del indicador desaparezca. El procedimiento se realiza por triplicado (ver Figura 3).

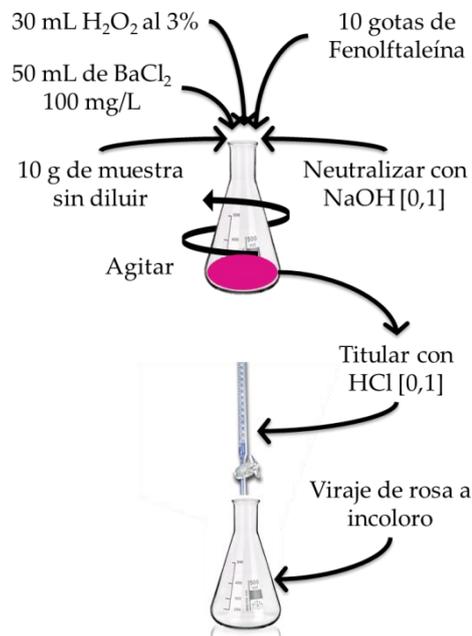


Fig. 3. Diagrama de flujo para la determinación de la alcalinidad libre disponible.

La alcalinidad libre disponible se calcula como sigue:

$$\text{Alcalinidad L. D.} = \frac{V \times M \times 0,04}{\text{muestra (g)}} \times 100 \quad (12)$$

Dónde: V = Volumen de ácido clorhídrico (HCl) consumido en la titulación de la muestra en mililitros.

M = Molaridad del ácido clorhídrico (HCl).

0,04 = Relación a la masa molecular del hidróxido de sodio (NaOH).

2.4 Determinación de la alcalinidad total disponible

Se pesó aproximadamente 10 g de muestra (cloro doméstico) sin diluir, con precisión de 0,1 mg en un matraz Erlenmeyer de 250 mL. Se adicionó solución de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 3%, hasta el cese la reacción, esto es indicado por la finalización del burbujeo, posteriormente, se agitó vigorosamente durante un minuto. Se añadió cinco (5) gotas del indicador naranja de metilo. Finalmente, se tituló con solución de HCl , hasta el viraje del indicador desde el color amarillo a naranja. El procedimiento se realiza por triplicado (ver Figura 4).

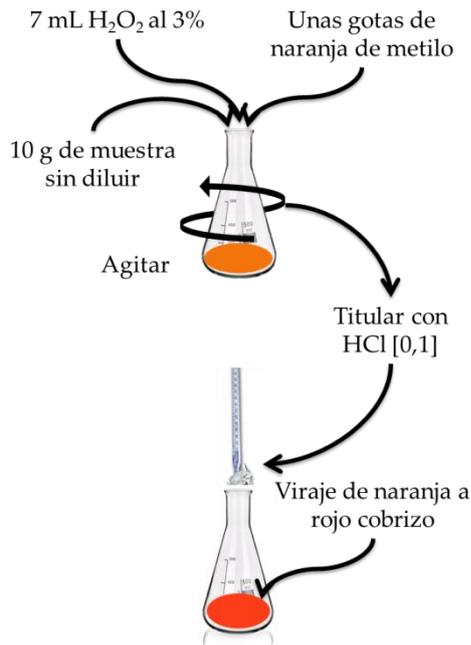


Fig. 4. Diagrama de flujo para la determinación de la alcalinidad total disponible

La alcalinidad total disponible se calcula como sigue:

$$\text{Alcalinidad L.D.} = \frac{V \times M \times 0,04}{\text{muestra (g)}} \times 100 \quad (10)$$

Dónde: V = Volumen de ácido clorhídrico (HCl) consumido en la titulación de la muestra en mililitros.

M = Molaridad del ácido clorhídrico (HCl).

0,04 = Relación a la masa molecular del hidróxido de sodio (NaOH).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Determinación del cloro disponible

El valor más alto se ve representado por M₆ (3,19%), seguido de M₁ (1,84%). El resto de las muestras disminuyen su concentración, la menor concentración fue presentada por M₃ (0,48%) (ver Figura 5). Según [9] el valor recomendado de NaClO utilizado para la limpieza doméstica es de 5,25 %. En este sentido, todas las muestras indican estar por debajo del valor recomendado.

TABLA 1

Valores del contenido de cloro disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico.

Muestra	($\bar{x} \pm s$) % _{op/v}
M ₁	(1,84 ± 0,28)
M ₂	(1,47 ± 0,04)
M ₃	(0,48 ± 0,04)
M ₄	(1,40 ± 0,01)
M ₅	(0,52 ± 0,04)
M ₆	(3,19 ± 0,15)

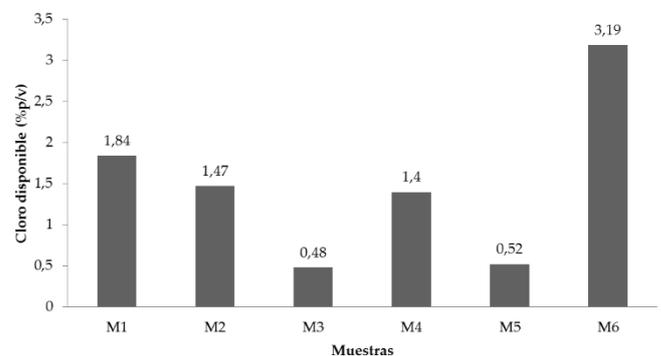


Fig. 5. Valores del contenido de cloro disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico

3.2 Determinación de la alcalinidad libre disponible.

El valor más alto se ve representado por M₆ (1,63%), según [1] el total de base disponible (como NaOH) no debe exceder de 1,5%. Le siguen M₂ (0,83%) y el resto de las muestras que disminuyen su concentración hasta la menor concentración presentada por M₃ (0,19) (ver Figura 6). En este sentido, las muestras M₁, M₂, M₃, M₄ y M₅ demuestran estar en norma. Por otro lado, la M₆ presentó un valor ligeramente por encima del máximo permisible.

TABLA 2

Valores de la alcalinidad libre disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico.

Muestra	($\bar{x} \pm s$) % _{op/p}
M ₁	(0,37 ± 0,06)
M ₂	(0,83 ± 0,05)
M ₃	(0,19 ± 0,06)
M ₄	(0,42 ± 0,06)
M ₅	(0,40 ± 0,09)
M ₆	(1,63 ± 0,04)

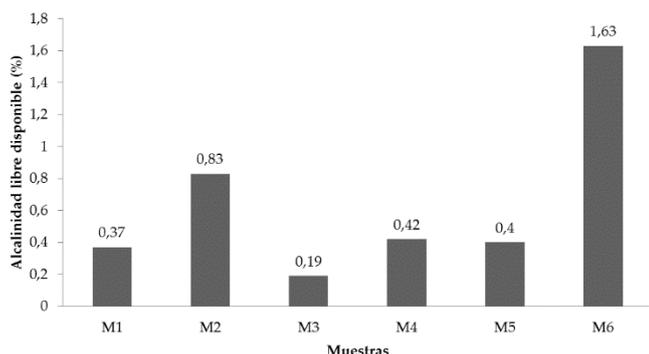


Fig. 6. Valores de la alcalinidad libre disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico.

3.3 Determinación de la alcalinidad total disponible

El valor más alto se ve representado por M₆ (37,65%) seguido de M₂ (20,12%). Por otro lado, el resto de las muestras (M₁, M₃, M₄ y M₅) disminuyen su concentración considerablemente, la menor concentración es presentada por M₁ (0,34%) (ver Figura 7). Según [15] aquellos productos con mayor alcalinidad total libre disponible presentan un mayor un efecto blanqueador en los tejidos. En este sentido, las muestras M₄ y M₅ presentan un mayor poder blanqueador.

TABLA 3

Valores de la alcalinidad total disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico.

Muestra	$(\bar{x} \pm s) \%_{op/p}$
M ₁	(0,34 ± 0,01)
M ₂	(20,12 ± 0,19)
M ₃	(4,92 ± 0,13)
M ₄	(3,78 ± 0,18)
M ₅	(7,56 ± 0,21)
M ₆	(37,65 ± 0,10)

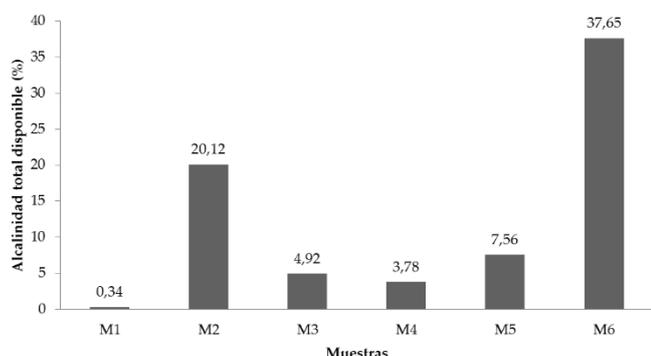


Fig. 7. Valores de la alcalinidad total disponible en diversas marcas comerciales de cloro doméstico.

4 CONCLUSIONES

Los resultados reportan que todas las muestras indican estar por debajo del valor recomendado en las concentraciones en cloro disponible. En cuanto a la alcalinidad libre disponible, las muestras M₁, M₂, M₃, M₄ y M₅ demuestran estar en norma. Finalmente, la alcalinidad total disponible las muestras M₄ y M₅ presentan un mayor un efecto blanqueador en los tejidos, en comparación con las otras muestras.

5 REFERENCIAS

- [1] COVENIN 3664, «Productos químicos para uso industrial. Hipocloritos utilizados en el tratamiento de potabilización de aguas. Requisitos y métodos de ensayo.» 2001.
- [2] M. Gusukuma y I. Quispe, «Análisis de Ciclo de Vida del producto Lejía.» Red Peruana Ciclo de Vida y Ecología Industrial, 30 Mayo 2019. [En línea]. Available: https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/from-crm/192-6dae808bc2cb757c9006eea3aebd55e4_Actividad_9_ACV_Lejia.pdf. [Último acceso: 26 Julio 2024].
- [3] ATSDR, «ToxFAQs™ - Hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio (Calcium Hypochlorite/Sodium Hypochlorite): ¿Qué son el hipoclorito de sodio y de calcio?.» Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), 06 Mayo 2016. [En línea]. Available: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts184.html. [Último acceso: 04 Agosto 2024].
- [4] M. Gagliardi, «Qué es el blanqueador y cuáles son sus ingredientes activos.» Clorox, 2024. [En línea]. Available: <https://www.clorox.com/es/aprender/que-es-el-blanqueador-cuales-son-sus-ingredientes-activos/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2024].
- [5] L. Muñoz, A. Borrego-Loya, C. Villalba, R. González-Escobedo, N. Orduño, G. Villezas-Villegas, M. Rodríguez-Roque, G. Ávila-Quezada y I. Vargas, «El cloro y su importancia en la inactivación de bacterias, ¿Puede inactivar virus?.» 2021. [En línea]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v39nspe/2007-8080-rmfi-39-esp-198.pdf>. [Último acceso: 18 Septiembre 2024].
- [6] G. de la Rosa y S. Figueroa, «El hipoclorito y el cloro: dos tipos de cuidado.» 11 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.ugto.mx/investigacionyposgrado/eugreka/index.php/contribuciones/262-el-hipoclorito-y-el-cloro-dos-tipos-de-cuidado>. [Último acceso: 04 Agosto 2024].
- [7] S. Delgado, L. Solís y Y. Muñoz, Laboratorio de Química General, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2012.
- [8] Unipar, «unipar.» 2023. [En línea]. Available: <https://unipar.com/es/hipoclorito-de-sodio-es/#:~:text=Aplicaciones,El%20Hipoclorito%20de%20Sodio%20tiene%20propiedades%20oxidantes%2C%20blanqueadoras%20y%20desinfectantes,de%20agua%20potable%20y%20hospitalaria..> [Último acceso: 26 04 2024].
- [9] Amoquimicos, «Amoquimicos.» 17 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.amoquimicos.com/noticias/niveles>

de-concentracion-del-hipoclorito-de-sodio. [Último acceso: 30 Mayo 2024].

- [10] Lenntech, «Desinfectantes Hipoclorito de sodio,» [https://www.products.pcc.eu/es/blog/carbonato-de-sodio-un-componente-de-los-agentes-de-lavado-ecologicos/](https://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm#:~:text=Alrededor%20del%20a%C3%B1o%201785%20el,especificas%20se%20extendi%C3%B3%20con%20facilidad., South Miami, 2023.</p><p>[11] G. Peña, J. Caram, A. Rodríguez, A. Anselmi, . M. Gimena, M. S. Barrera y . J. González, «Determinación de cloro activo en diferentes soluciones de hipoclorito de sodio,» <i>UNCuyo</i>, vol. XI, n° 1, p. 21.25, 2017.</p><p>[12] GBCB, «Experimental 1. Determinación de “cloro activo” en una muestra de agua lavandina mediante titulación yodométrica,» Santa Fe, 2017.</p><p>[13] A. Londoño, G. Giraldo y Á. Gutiérrez, Métodos analíticos para la evaluación de la calidad físicoquímica del agua, Primera ed., Manizales, Manizales: Blanecolor Ltda, 2010.</p><p>[14] M. J. Alarcón Lema, «Variación de la concentración del hipoclorito de sodio por cambio de almacenamiento, 2018,» Riobamba – Ecuador, 2019.</p><p>[15] Grupo PCC, «Group PCP. Fabricante de productos químicos,» 06 10 2021. [En línea]. Available: <a href=). [Último acceso: 29 04 2024].

6 BIOGRAFÍAS

Aliana Gamboa Ortega. Técnico Superior Universitario en Química en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar), actualmente participante del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en Licenciatura en Química.

José Castro Soto. Licenciado en Química egresado de la Universidad De Oriente (Núcleo de Sucre). Ha sido jefe de la División de Laboratorio (Gerencia de Control de Calidad – HIDROBOLÍVAR C.A). Con más de 15 años de experiencia en educación universitaria en el Instituto Universitario de Tecnología del Mar de Fundación “La Salle” de Ciencias Naturales (IUTEMAR-FLACN) y en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, se desempeña como jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la UPTBolívar.