

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**EVALUACIÓN DEL PODER DESINFECTANTE Y DE LOS FACTORES QUE
AFECTAN LA EFICACIA DE SOLUCIONES SALINAS CON Y SIN ELECTRÓLI-
SIS, EN LA DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES NO POROSAS.**

PRESENTADO POR:

MEYBELIN PATRICIA RODAS MÉNDEZ

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2025.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAUL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA INTERINA:

INGRA. EUGENIA SALVADORA GAMERO DE AYALA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO QUÍMICO

Título:

EVALUACIÓN DEL PODER DESINFECTANTE Y DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA EFICACIA DE SOLUCIONES SALINAS CON Y SIN ELECTRÓLISIS, EN LA DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES NO POROSAS.

Presentado por:

MEYBELIN PATRICIA RODAS MÉNDEZ

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

Dra. TANIA TORRES RIVERA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO 2025.

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

Dra. TANIA TORRES RIVERA

AGRADECIMIENTOS

Agradecida con el creador por permitirme terminar este proyecto, y por acompañarme durante las decisiones que he tomado hasta el momento.

Agradezco a esta Institución que me ha formado como Profesional y a los docentes, aquellos que me inspiraron a seguir en esta marcha como la apreciada Ingeniera Delmy Rico y el Doctor José Erazo.

Le agradezco a mi mamá, Reina Méndez de Rodas, por su apoyo incondicional en todos los sentidos, y en los momentos más duros, ha sido mi pilar y fuente de consejos. Gracias a mi papá, a pesar que ha partido de este mundo, me guió con el ejemplo de perseverancia, responsabilidad y paciencia. Gracias a mi sobrino, Anderson Vaquero, por darme aliento y animarme en los momentos difíciles.

Agradezco a mi hermana, Aracely Rodas y su esposo, Edenilson Quintanilla por ayudarme en los momentos de cansancio, a animarme, acompañarme y apoyarme durante este reto.

Agradezco a Ingeniera Iliana Morales por su apoyo, tutoría, tiempo y paciencia en el desarrollo de la parte experimental del trabajo de graduación.

Finalmente, agradezco a mi asesora Doctora Tania Torres Rivera, por sus recomendaciones y orientación en la realización de este trabajo, y durante el transcurso de mis estudios en la Universidad.

RESUMEN.

Los retos que presentan para la salud, los miles de microorganismos patógenos que se encuentran en las superficies que nos rodean son cada vez más prevalentes, y desafiantes, por tal razón la búsqueda de desinfectantes no dañinos para el ambiente ni para la salud, y que nos aseguren un ambiente inocuo es un reto que debe ser superado día a día. La sal es un compuesto inorgánico que es asequible y económico, por lo que comprobar si efectivamente puede acabar con estos microorganismos es de vital importancia para proponerla como un ingrediente activo de una formulación de desinfectante.

En este trabajo se presenta un estudio de las propiedades de soluciones salinas y se decidió estudiar cómo afecta la concentración de sal al poder desinfectante de las soluciones salinas. Se realizaron soluciones salinas a tres concentraciones en porcentaje peso, consistían en una preparación simple de agua destilada y sal común, de estas tres concentraciones se realizaron duplicados que pasaron por electrólisis. A pesar de que actualmente ya se utiliza el hipoclorito de sodio en la desinfección de superficies y desinfección de agua, se trata de realizar una comparación de una solución con la misma cantidad de sal sin electrólisis, ya que el mecanismo de acción de la sal es por medio de ósmosis, los resultados obtenidos presentan un punto de partida para la formulación de un desinfectante que tenga como ingrediente activo la sal. Con el fin de evaluar estas soluciones se realizó la medición de sus propiedades como la densidad, el pH, la conductividad, la efectividad antimicrobiana y la corrosividad de las soluciones. Para determinar de manera aproximada la vida útil de estas soluciones, se realizó una prueba de estabilidad, para conocer cómo afecta la temperatura a las soluciones, y se almacenaron muestras por un periodo de 50 días para medir sus propiedades nuevamente. La efectividad antimicrobiana se expresó en términos de porcentaje de efectividad considerando las unidades formadoras de colonias (UFC) inoculadas y las recuperadas, las muestras se obtuvieron utilizando la técnica de hisopado de microorganismos aerobios, que se encuentran comúnmente en las superficies. Además, se presenta una ficha técnica de la solución que resultó ser la más efectiva. Verificar si la sal efectivamente puede funcionar como ingrediente activo de un desinfectante representa una solución sencilla para la formulación de desinfectantes no tóxicos y de simple aplicación.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Capítulo I. Planteamiento del problema.	2
1.1. Definición del problema	2
1.2. Preguntas de investigación.....	3
1.3. Objetivo general y específicos.....	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.	4
1.5. Alcances y limitaciones.	5
1.5.1. Alcances.....	5
1.5.2. Limitaciones.	5
2. Capítulo II. Marco teórico.	6
2.1. Antecedentes del tema de investigación.	6
2.2. Cloruro de sodio. Propiedades físicas y químicas.	8
2.3. Electrólisis de una disolución acuosa de cloruro de sodio.....	11
2.4. Microorganismos patógenos.....	12
2.5. Desinfección.	14
2.5.1. Proceso de desinfección.....	15
2.5.2. Mecanismo de acción de los desinfectantes.	17
2.5.3. Factores a considerar en los desinfectantes.	18
2.5.4. Poder residual y puntual de los desinfectantes.	19
2.5.5. Vida útil y la estabilidad de los desinfectantes.....	21
2.5.6. Métodos para evaluar los desinfectantes.	22
2.5.7. Envasado de productos higiénicos.....	24

2.6.	Ficha técnica, etiqueta y ficha de datos de seguridad (FDS) de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA).	25
2.6.1.	Ficha técnica y etiqueta de productos higiénicos.	25
2.6.2.	Fichas de Datos de Seguridad (FDS).	27
2.7.	Aspectos legales.	32
2.7.1.	Productos higiénicos.	32
3.	Capítulo III. Metodología de la Investigación.	35
3.1.	Enfoque de la investigación.	35
3.2.	Metodología para estudiar el efecto que tiene la concentración de cloruro de sodio en la actividad antimicrobiana de las soluciones salinas con y sin electrólisis.	36
3.2.1.	Preparación de las soluciones salinas.	38
3.3.	Metodología para la medición de las propiedades de las soluciones salinas con y sin electrólisis.	40
3.3.1.	Densidad.	40
3.3.2.	pH.	41
3.3.3.	Homogeneidad.	41
3.3.4.	Estabilidad.	41
3.3.5.	Actividad bactericida.	41
3.3.6.	Metodología de corrosividad.	46
3.3.7.	Vida útil.	48
4.	Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados.	49
4.1.	Preparación de las soluciones salinas con y sin electrólisis.	49
4.2.	Densidad.	49
4.3.	pH.	53

4.4. Homogeneidad.	53
4.5. Estabilidad.	54
4.6. Actividad bactericida.	57
4.7. Corrosividad.....	63
4.8. Vida útil.	67
4.9. Ficha técnica y etiqueta de la solución óptima de acuerdo a la reglamentación vigente.	76
Conclusiones.....	79
Recomendaciones.	81
Referencias.	82
Anexos.....	88
Anexo 1. Resultados obtenidos en conteo de las placas petrifilm en UFC.	88
Anexo 2. Imágenes de las placas petrifilm incubadas por 48 h.....	94
Anexo 3. Ficha de Seguridad de acuerdo a la SGA.....	100
Anexo 4. Certificado de análisis de placas petrifilm conteo aerobio.	123

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1 Propiedades físicas del Cloruro de sodio (Poling et al., 2008).....	10
Tabla 2.2 Calores específicos de soluciones acuosas de cloruro de sodio en $J(Kg \cdot K)$ (Poling et al., 2008).	10
Tabla 2.3 Descripción general de las bacterias Gram positivas y Gram negativas (Rowden, 2022).	13
Tabla 2.4 Valores de corte/límites de concentración para cada clase de peligro para la salud y el medio ambiente (ONU, 2018)	28
Tabla 3.1 Hoja de trabajo para muestreo de las soluciones salinas con y sin electrólisis.	37
Tabla 3.2 Densidades de las soluciones acuosas de cloruro de sodio a 27 °C.	38
Tabla 3.3 Volúmenes a preparar de soluciones salinas en cada corrida experimental.	38
Tabla 3.4 Tiempo de electrólisis de las soluciones salinas.....	39
Tabla 3.5 Porcentajes de cloro activo obtenido con los tiempos definidos para electrólisis de acuerdo a la concentración de sal.	40
Tabla 3.6 Propiedades a medir de las soluciones salinas	40
Tabla 3.7 Valores y unidades de la constante de corrosión de la velocidad de corrosión como la disminución de espesor (Metal Samples Company, 2024).....	47
Tabla 4.1 Fechas de elaboración de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas de las tres corridas experimentales.	49
Tabla 4.2 Resultados para cálculo de la densidad de la primera corrida experimental.	50
Tabla 4.3 Resultados para cálculo de la densidad de la segunda corrida experimental.	50
Tabla 4.4 Resultados para cálculo de la densidad de la tercera corrida experimental.	50
Tabla 4.5 Resumen de los valores de densidad experimental obtenidos y su desviación estándar muestral.	51
Tabla 4.6 Densidad promedio de las soluciones salinas no electrolizadas.....	51
Tabla 4.7 Densidades de soluciones de Hipoclorito de sodio de acuerdo a (Ramírez, 2024)	52
Tabla 4.8 Densidad promedio de las soluciones salinas electrolizadas.....	52

Tabla 4.9 Medidas de pH de las soluciones salinas con y sin electrólisis, a los 7 días de su elaboración.....	53
Tabla 4.10 Cuadro comparativo de los porcentajes de efectividad obtenidos en las tres corridas experimentales por dilución y tiempo de contacto con las soluciones salinas dentro de siete días de su elaboración.....	61
Tabla 4.11 Resultados en la prueba de corrosividad, lectura de pesos, soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas en la primera semana del experimento.	64
Tabla 4.12 Resultados en las velocidades de corrosión de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas en la primera semana del experimento.	65
Tabla 4.13 Resultados en la prueba de corrosividad, lectura de pesos, soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas después de 30 días del experimento.	66
Tabla 4.14 Resultados en las velocidades de corrosión de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas después de 30 días del experimento.	66
Tabla 4.15 Medidas de pH de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas a los 50 días de su preparación.....	67
Tabla 4.16 Comparación en las conductividades de soluciones salinas frescas y soluciones salinas almacenadas por 50 días, no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H).	69
Tabla 4.17 Cuadro comparativo de los porcentajes de efectividad obtenidos en las tres corridas experimentales por dilución y tiempo de con-tacto con las soluciones salinas luego de 50 días de su elaboración.	72
Tabla 4.18 Comparación entre los porcentajes de efectividad de las soluciones salinas cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.	73
Tabla A. 1 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la primera corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.....	88
Tabla A. 2 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la segunda corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.	89
Tabla A. 3 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la tercera corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.	90
Tabla A. 4 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la primera corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min.	91

Tabla A. 5 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la segunda corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min. 92

Tabla A. 6 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la tercera corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min. 93

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1 a) Reacción del sodio metálico con el cloro gaseoso para formar el cloruro de sodio. b) Estructura del NaCl sólido. c) En realidad los cationes están en contacto con los aniones. Tanto en b) como en c) las esferas más pequeñas representan iones Na^+ y las esferas más grandes, iones Cl^- . d) Cristales de NaCl (Chang y Goldsby, 2017).	9
Figura 2.2 Hidratación de los iones Na^+ y Cl^- (Chang y Goldsby, 2017).	10
Figura 2.3 Densidades de soluciones acuosas de cloruro de sodio en g/cm^3 a varias temperaturas en $^{\circ}\text{C}$ y concentraciones en porcentaje peso (Poling et al., 2008).	11
Figura 2.4 Estructura de Bacteria Gram positiva	13
<i>Figura 2.5 Estructura de Bacteria Gram negativa</i>	13
Figura 2.6 Proceso de desinfección (CFSPH, 2023).	15
Figura 2.7 Envases PET con bombas pulverizadoras de Envaselia S.L., en orden de aparición de izquierda a derecha: pistola estándar, pistola Booster cuello 28/410, pistola Open Design y pistola Última (Envaselia S.L., 2024).	25
Figura 3.1 Generador de agua de desinfección de 5 voltios y 2 A	39
Figura 3.2 Conductivímetro Control Company 4063 Traceable.	41
Figura 3.3 Preparación de porta muestra	42
Figura 3.4 Procedimiento de hisopado de muestras. Se utiliza la concentración del 8% no electrolizada (NH) para ejemplificar como quedarían los tubos de ensayo rotulados.	44
Figura 3.5 Procedimiento de siembra de microorganismos.	46
Figura 3.6 Pieza a utilizar para pruebas de corrosividad	47
Figura 4.1 Soluciones salinas no electrolizadas (izquierda) y electrolizadas (derecha).	49
Figura 4.2 Soluciones salinas no electrolizadas al transcurrir un día.	54
Figura 4.3 Soluciones salinas electrolizadas, las concentraciones de 8 y 16%, después de seis horas de su elaboración, y la de 24% después de una hora de su elaboración.	54
Figura 4.4 Almacenamiento de las soluciones salinas.	54
Figura 4.5 Baño María para la evaluación de las soluciones a tres temperaturas: ambiente, 37 y 45 grados centígrados.	55

Figura 4.6 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura ambiente.....	56
Figura 4.7 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura de 37 grados centígrados.	56
Figura 4.8 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura de 45 grados centígrados.	57
Figura 4.9 Ejemplificación del proceso de hisopado.....	58
Figura 4.10 Ejemplificación de montaje para siembra de microorganismos.	58
Figura 4.11 Incubación de placas por 48 horas.	59
Figura 4.12 Conteo de colonias.	59
Figura 4.13 Representación de los promedios de efectividad de los dos tiempos de contacto de 30 s y 5 min de las soluciones salinas electrolizadas (Hdza) y no electrolizadas (NH). .	62
Figura 4.14 Prueba de corrosión de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas.	64
Figura 4.15 Tornillos dentro de las soluciones no electrolizadas después de 30 días.....	65
Figura 4.16 Tornillos dentro de las soluciones electrolizadas después de 30 días.....	65
Figura 4.17 Comparación de los valores de pH de la primera semana y a los 50 días de la elaboración de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (Hdza).	68
Figura 4.18 Soluciones salinas no electrolizadas, de 8 al 24 % (de derecha a izquierda) después de 50 días.	70
Figura 4.19 Soluciones salinas electrolizadas, de 8 al 24 % (de derecha a izquierda) después de 50 días.	71
Figura 4.20 Porcentajes de efectividad de las soluciones salinas electrolizada (Hdza) y no electrolizada (NH) con el tiempo de contacto de 30 s, cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.....	73
Figura 4.21 Porcentajes de efectividad de las soluciones salinas electrolizada (Hdza) y no electrolizada (NH), con el tiempo de contacto de 5 min, cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.....	74
Figura 4.22 Ficha técnica de Hipoclorito De Sodio Al 5% De Cloro Activo.	77
Figura 4.23 Etiqueta de Hipoclorito De Sodio Al 5% De Cloro Activo.	78

Figura A. 1 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la primera corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).....	94
Figura A. 2 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la segunda corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).	95
Figura A. 3 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la tercera corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).	96
Figura A. 4 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la primera corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).....	97
Figura A. 5 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la segunda corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).....	98
Figura A. 6 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la tercera corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).....	99

INTRODUCCIÓN.

El uso de soluciones salinas para la desinfección de superficies se ha estudiado a raíz de enfermedades transmitidas por el contacto con superficies como por ejemplo el COVID 19. El mecanismo de acción de la sal es por medio de ósmosis, es decir daña la pared celular de los microorganismos al entrar en contacto con los mismos. Al ser la sal un producto de fácil acceso convendría formular un desinfectante que tenga como componente activo la sal, por lo que este trabajo es un estudio exploratorio del poder desinfectante de la sal, en una solución simple de sal y agua destilada, en superficies no porosas en microorganismos aerobios. Se decidió realizar la comparación con soluciones semejantes, pero con un proceso de electrólisis para obtener hipoclorito de sodio con cloro activo como agente activo, es decir la lejía que se utiliza frecuentemente en los hogares. De esta manera, se puede tener como parámetro de comparación, un producto conocido. Se estudiarán las propiedades de las soluciones salinas con y sin electrólisis, con las concentraciones iniciales de sal de ocho, 16 y 24 % en porcentaje peso-peso. Las propiedades serán el pH, la densidad, la conductividad, la efectividad antimicrobiana (medida por la presencia o ausencia de microorganismos aerobios) y la corrosividad. La sal utilizada se encuentra disponible en cualquier supermercado de El Salvador, y contiene yodato de potasio. Para hacer un acercamiento de un cálculo de la vida útil del anaquel, se medirán las propiedades de las soluciones 50 días después de su elaboración, para lo cual serán almacenadas a condiciones ambientales del área metropolitana de San Salvador.

1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el presente capítulo se define el problema de investigación, su relevancia, las razones por las que este tema fue considerado y lo que se pretende lograr al finalizar el estudio, así como las limitaciones que se tienen para realizar el proyecto.

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los microorganismos patógenos se encuentran presentes en el medio ambiente, dependiendo del nivel de contacto con el ser humano y peligrosidad entre otras consideraciones, es necesario tomar medidas para su eliminación total, parcial o inhibición, la toma de estas medidas, asegura que el producto tratado no causará ningún daño a la salud de los consumidores, para tal fin se utilizan a los productos desinfectantes. Según Dávila Morán et al. (2021), la biodisponibilidad de estos microorganismos consta de dos aspectos esenciales, la adherencia y la capacidad para sobrevivir en los distintos tipos de superficie. Además, estos microorganismos llegan a formar biopelículas que dificultan la desinfección de las superficies, creando colonias persistentes que causan infecciones en los seres vivos. En este punto, la limpieza y desinfección de superficies se vuelve crítica. Tanto en el ambiente industrial como en el doméstico, los seres humanos estamos en contacto con distintas superficies, ya sean porosas y/o no porosas. La porosidad cumple un rol en la adhesión y persistencia de agentes virales, donde materiales no porosos como el acero, el plástico y el vidrio son favorables a la supervivencia de este tipo de microorganismos (Macgregor-Skinner, 2021, como citado en Dávila Morán et al., 2021). En cambio, la rugosidad, la alta energía libre, la humidificación y los sustratos presentes en las superficies favorecen la adhesión de bacterias (An & Friedman, 1998, como citado en Dávila Morán et al., 2021). Por lo tanto, se requieren medidas en el ambiente que permitan minimizar las posibilidades de contraer enfermedades.

Se estima que los productos desinfectantes para superficies a nivel global, aumentarán a una tasa de crecimiento anual compuesta del 7.5% en el periodo entre el año 2021 y el 2027 de acuerdo a Global Market Insights Inc. (2022). Conforme a estas estadísticas, la formulación de productos desinfectantes que sean efectivos, que no dañen las superficies donde se aplican y que no formen productos residuales contaminantes representan una demanda en el mercado global.

Las soluciones salinas han sido propuestas para esta tarea en Sojitra y Chotaliya (2021) en concentraciones de 0.9 a 1.2 por ciento en porcentaje peso, recomendando el uso únicamente de soluciones frescas, no obstante, no se presentan datos puntuales al respecto. Sin embargo, el mecanismo de acción de la sal como ingrediente activo que funciona por ósmosis, representa una oportunidad para eliminar o inhibir microorganismos de una forma sencilla, ya que la sal no se considera como un compuesto peligroso, además, es de bajo costo, por lo que sería una gran alternativa.

1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

- a. ¿Cómo se puede evaluar el poder desinfectante de las soluciones salinas con y sin electrólisis?
- b. ¿Cómo afectan la temperatura y la concentración, al poder desinfectante de las soluciones salinas, en la aplicación de desinfección de superficies no porosas?
- c. ¿Serán igualmente eficaces las soluciones salinas con y sin electrólisis para la desinfección de superficies no porosas?
- d. ¿Cuál es el procedimiento de elaboración de las soluciones salinas con y sin electrólisis que garantice obtener un producto desinfectante que cumpla con su función?
- e. ¿Existen guías, normas o reglamentos sobre pruebas de calidad para las soluciones salinas con y sin electrólisis?
- f. ¿Cuál es la forma correcta de uso de las soluciones salinas con y sin electrólisis?
- g. ¿Cuál es el rango de vida útil que tienen las soluciones salinas con y sin electrólisis, y cómo se determinan dichos límites?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar el efecto desinfectante de soluciones salinas con y sin electrólisis, como función de la variación de la concentración. Así como explorar posibles aplicaciones y metodología de aplicación de estas soluciones en la desinfección de superficies no porosas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar cómo influye la concentración en el poder desinfectante puntual y residual de soluciones salinas con y sin electrólisis.

Evaluar y comparar el poder desinfectante de soluciones salinas con y sin electrólisis en función de los factores que lo influyen.

Estimar la vida de anaquel de las soluciones salinas con la mayor efectividad.

Elaborar la Ficha Técnica de la solución salina mejor evaluada por su poder desinfectante y la etiqueta de acuerdo a la Reglamentación vigente en el país.

Desarrollar una investigación exploratoria sobre las aplicaciones y metodología de aplicación de la solución identificada como la más efectiva.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Las soluciones acuosas de cloruro de sodio o sal común son denominadas como desinfectantes domésticos, debido a su simple preparación, además de que su ingrediente activo es un producto asequible y económico. A pesar del conocimiento generalizado de las propiedades de la sal común como preservativo natural y desinfectante, además que es empleada industrialmente para la obtención del cloro, hidrógeno e hidróxido de sodio, no se ha realizado un estudio detallado de los factores que afectan la eficacia de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas, para ser aplicadas como desinfectantes. Esto mismo, representa una oportunidad de estudiar estos factores y obtener un producto que pueda competir con otros desinfectantes.

Por lo que realizar un estudio que permita definir las concentraciones de las soluciones acuosas de cloruro de sodio, con y sin electrólisis óptimas para desinfectar superficies; cómo afectan la concentración a su poder de desinfección sobre las superficies no porosas; igualmente, determinar la forma correcta de uso para garantizar su poder desinfectante, y la evaluación de su vida útil representan puntos de interés que enriquecerán la información con la que ya se cuenta para proponer un desinfectante económico y efectivo.

La realización de la ficha técnica y la etiqueta de este producto, de acuerdo a la Reglamentación vigente, contribuirá al campo de la industria, ya que presentará todos los datos necesarios para el uso del producto, y permitirá que ya se conozcan los resultados al aplicar la solución salina propuesta. Así mismo, identificar las aplicaciones de la solución salina resultante facilitarán su uso e introducción en el mercado.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.5.1. ALCANCES.

- a. Realización de una ficha técnica de la solución óptima y la etiqueta de acuerdo a la Reglamentación vigente.
- b. Realizar la evaluación de propiedades microbiológicas de las soluciones salinas con y sin electrólisis, expresar los resultados en porcentaje de efectividad.

1.5.2. LIMITACIONES.

- a. El desarrollo de esta investigación se limita a un período de diez meses de duración, respetando el espacio y tiempo disponible del laboratorio de microbiología de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad, para la evaluación de las propiedades microbiológicas de las soluciones salinas a las concentraciones definidas.
- b. La sal utilizada como componente activo de las soluciones salinas se encuentra disponible en supermercados del país, y contiene yodato de potasio.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se presenta teoría relevante para el tema investigado obtenida de fuentes primarias y secundarias. Se han presentado los estudios realizados respecto al uso de las soluciones salinas como desinfectantes, las propiedades físicas y químicas de la sal, los aspectos relevantes acerca de los desinfectantes y el proceso de desinfección. Asimismo, se presentan los requerimientos para la ficha técnica de acuerdo a la Reglamentación vigente y las hojas de seguridad de acuerdo al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). También se incluye un resumen de los aspectos legales sobre los productos higiénicos.

2.1. ANTECEDENTES DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.

El cloruro de sodio ha sido utilizado por la humanidad en muchas aplicaciones debido a las propiedades físicas y químicas que posee, por esta misma razón a través del tiempo se han estudiado más detalladamente, posibles aplicaciones del mismo. A continuación, se listan algunos trabajos encontrados referentes al uso de soluciones de cloruro de sodio como desinfectantes:

Desinfección del agua mediante el uso de Cloruro de Sodio (NaCl) e Hipoclorito de Sodio (Somani et al., 2011): en este trabajo se utiliza una solución al 10% de cloruro de sodio, y se realiza la Prueba Presuntiva evaluando la desinfección de un cultivo de lactosa, midiendo la presencia de bacterias fermentadoras de lactosa en nueve tubos incubados, tres de ellos con doble concentración del cultivo de lactosa y seis con concentración sencilla del cultivo de lactosa, esta prueba se utiliza para conocer el número más probable (MPN) de coliformes (*E. coli*) presentes por 100 ml de agua. Se determinó que el tiempo de contacto óptimo de la solución de NaCl era de 30 minutos reduciendo la población bacteriana en un 82.05%.

Uso de la electrólisis de salmuera como técnica para la desinfección de agua y alimentos domiciliarios en Panamá (Melgar y Barranco, 2016): en este trabajo se presenta el uso de la electrólisis con sal común como alternativa para la desinfección de agua de consumo en co-

comunidades marginadas, que no poseen servicio de agua potable ni energía eléctrica, estableciéndolo como un proceso viable por su bajo costo de operación y mantenimiento del sistema, y a su relativa facilidad en el manejo. Por medio de paneles solares que alimentaban la corriente necesaria al electrodo, con un convertidor DC-DC y un temporizador se establecía el ciclo para la producción necesaria de cloro, obteniendo un promedio de 0.38 mg/L de cloro dentro del rango establecido por la OMS a una distancia comprendida entre el punto de cloración y el sitio de entrega más cercano.

Estudio de soluciones de NaCl activadas electroquímicamente de anolito y catolito mediante métodos de espectro de energía de no equilibrio (NES) y espectro de energía diferencial de no equilibrio (DNES) (Ignatov et al., 2016): en este trabajo se enfocan en las soluciones resultantes de la electrólisis de soluciones salinas diluidas 0.5 -1% NaCl, por medio del método de electrólisis de diafragma, considerando los cambios en las moléculas de agua. Midiendo la energía de los enlaces de hidrógeno, designado por el espectro de distribución de energía de los enlaces de hidrógeno, por el proceso de no equilibrio de la evaporación de las gotas de agua (NES), y su diferencial (DNES) que mide los cambios en la estructura del agua como resultado de factores externos, tanto del analito como del catolito, sus características y la distribución de los máximos locales. Estudiaron sus propiedades físico-químicas. El anolito se trabajó en cinco cepas de E. coli E06 (leche), E08 (carne), E10 (carne), E16 (carne) y E22 (heces de ternera), todos los patógenos se redujeron significativamente (7,0 log UFC/ml) o completamente destruido (8,0 log UFC/ml) después de 2 a 10 minutos de inactivación por el anolito dentro del rango de temperatura de +4 °C a +23 °C. Concluyendo que el tratamiento electroquímico del agua tiene muchas ventajas y es efectivo.

El agua salada como agente desinfectante y limpiador de superficies ambientales en el contexto del SARS-COV-II (Sojitra y Chotaliya, 2021): en este trabajo se presenta que una solución simple de agua salada que contiene aproximadamente entre un 0.9 y un 1.2 % de sal es un desinfectante para superficies económico, seguro y efectivo para luchar contra la pandemia de COVID-19. Esto se debe a que muchos microorganismos no pueden vivir en un ambiente salado, el agua sale de sus células por ósmosis, se encogen y se marchitan. Se presenta una serie de aplicaciones de la sal como la electrólisis, combinaciones de soluciones salinas

con vinagre para desinfectar vegetales y frutas, para el caso de las superficies una solución salina fresca a diferentes concentraciones dependiendo del propósito para el hogar, en forma de paños y spray puede mantener las superficies libres de gérmenes, es importante que antes de desinfectar se deben limpiar correctamente las superficies para remover contaminantes físicos presentes.

Generación de un desinfectante clorado a partir de electrólisis de cloruro de sodio (Cuesta-Parra et al., 2023): en este trabajo se realizó un estudio tomando tres variables independientes para la producción de hipoclorito de sodio in situ para desinfectar agua, en un reactor de 22 litros, utilizando un prototipo con electrodos de grafito concluyendo que la intensidad de corriente y la concentración de cloro tienen una relación directa; sin embargo, el tiempo empleado para obtener la máxima concentración de hipoclorito de sodio no corresponde al tiempo óptimo de funcionamiento del equipo.

2.2. CLORURO DE SODIO. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

El cloruro de sodio es mejor conocido como sal de mesa, es un compuesto iónico típico que ha sido estudiado para definir sus propiedades físicas y químicas. De acuerdo a Chang y Goldsby (2017), se mencionan algunas propiedades.

Un sólido quebradizo con un punto de fusión alto (801°C) que conduce la electricidad en estado líquido y en disolución acuosa. Una muestra sólida de cloruro de sodio (NaCl) consiste en el mismo número de iones Na^{+} y Cl^{-} dispuestos en una red tridimensional. En este compuesto existe una proporción de cationes y aniones de 1:1, de forma que el compuesto es eléctricamente neutro. En el NaCl no se encuentra un ion Na^{+} asociado a un ion Cl^{-} en particular. De hecho, cada ion Na^{+} es atraído por los seis iones Cl^{-} que le rodean, y viceversa como se observa en la Figura 2.1 literal b). Así, NaCl es la fórmula empírica del cloruro de sodio.

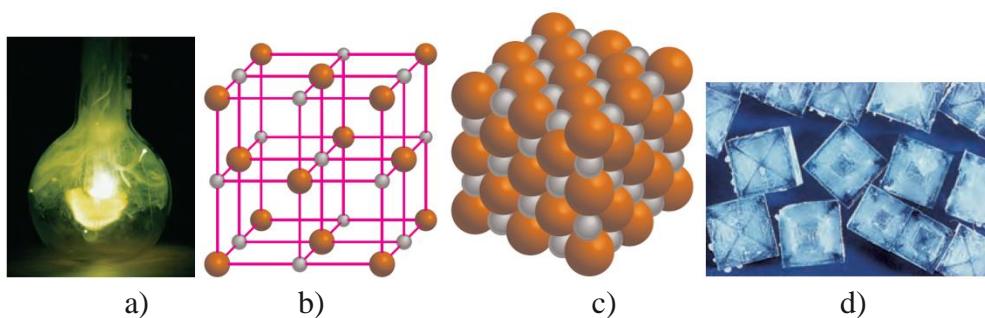


Figura 2.1 a) Reacción del sodio metálico con el cloro gaseoso para formar el cloruro de sodio. b) Estructura del NaCl sólido. c) En realidad los cationes están en contacto con los aniones. Tanto en b) como en c) las esferas más pequeñas representan iones Na^+ y las esferas más grandes, iones Cl^- . d) Cristales de NaCl (Chang y Goldsby, 2017).

El cloruro de sodio, puede ser formado a partir de la neutralización del ácido fuerte, ácido clorhídrico (HCl) por la base fuerte hidróxido de sodio NaOH. Una solución de NaCl en agua no tiene propiedades ácidas ni básicas, ya que ninguno de los iones es capaz de electrolizarse, es una sal que produce soluciones neutras. Para representar lo que sucede cuando se agrega cloruro de sodio (NaCl) al agua, se escribe: $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaCl}_{(ac)}$. El NaCl es un electrólito fuerte, es decir cuando se disuelve en agua conduce la electricidad, se disocia 100% en sus iones. Los iones se estabilizan en disolución por la hidratación (proceso mediante el cual un ion o una molécula se rodea por moléculas del disolvente (agua), distribuidas de una forma específica), que implica interacciones ion-dipolo. Por lo tanto, la disociación del cloruro de sodio en agua se puede representar como: $\text{NaCl}_{(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}_{(ac)}^+ + \text{Cl}_{(ac)}^-$. Cada ion Na^+ se rodea de varias moléculas de agua con su polo negativo orientado hacia el catión. De igual manera, cada ion Cl^- está rodeado por varias moléculas de agua con su polo positivo orientado hacia este anión, como se observa en la Figura 2.2. La hidratación ayuda a estabilizar los iones en disolución y evita que los cationes se combinen con los aniones.



Figura 2.2 Hidratación de los iones Na^+ y Cl^- (Chang y Goldsby, 2017).

En Poling et al., (2008) también se encuentran datos de las propiedades físicas del cloruro de sodio, las cuales se presentan en un cuadro resumen en la Tabla 2.1., y la Tabla 2.2 con los calores específicos de soluciones acuosas de cloruro de sodio. Además, las densidades de soluciones acuosas de cloruro de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones a una atm, se han graficado dichos datos en la Figura 2.3.

Tabla 2.1 Propiedades físicas del Cloruro de sodio (Poling et al., 2008)

Nombre	Fórmula	Peso fórmula	Color	Forma cristalina	Índice de refracción	Gravedad específica
Cloruro de Sodio	NaCl	58.44	Sin color	Cúbica	1.5443	2.163
Punto de fusión	Punto de ebullición	Solubilidad en 100 partes (peso)				
		Agua fría	Agua caliente	Otros reactivos		
800.4 °C	1413 °C	35.7 ^{0°}	39.8 ^{100°}	Poco soluble en alcohol etílico al 95%; insoluble en solución concentrada de HCl		

Nota: La solubilidad se da en partes en peso (de la fórmula que se muestra en el extremo izquierdo) por 100 partes en peso del disolvente; el pequeño superíndice indica la temperatura.

Tabla 2.2 Calores específicos de soluciones acuosas de cloruro de sodio en $\text{J}/(\text{Kg} \cdot \text{K})$ (Poling et al., 2008).

% mol NaCl	6 °C	20 °C	33 °C	57 °C
0.249		4144.14		
0.99	4018.56	4060.42	4060.42	
2.44	3809.26	3830.19	3830.19	3863.678
9.09	3369.73	3390.66	3390.66	3432.52

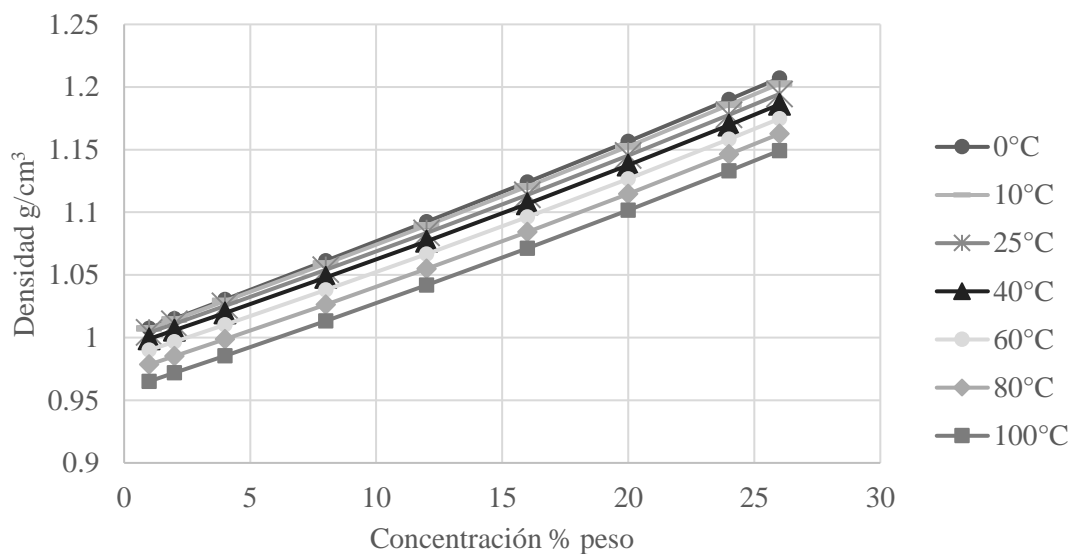
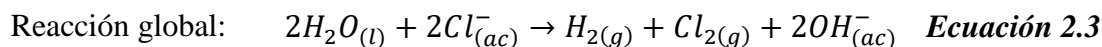
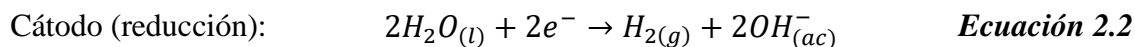
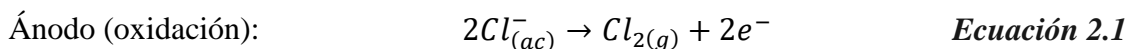


Figura 2.3 Densidades de soluciones acuosas de cloruro de sodio en g/cm^3 a varias temperaturas en $^{\circ}\text{C}$ y concentraciones en porcentaje peso (Poling et al., 2008).

2.3. ELECTRÓLISIS DE UNA DISOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE SODIO.

De acuerdo a Chang y Goldsby (2017), en una disolución acuosa de cloruro de sodio durante la electrólisis, las reacciones de oxidación y reducción tomadas como las que ocurren debido a los productos obtenidos son:



Como indica la reacción global, la concentración de iones Cl_2 disminuye durante la electrólisis y aumenta la de los iones OH^- . Así, además de H_2 y Cl_2 , se obtiene NaOH como producto secundario útil al evaporar la disolución acuosa al término de la electrólisis. Para conocer la cantidad en gramos de Cloro gaseoso formado se aplica la ley de Faraday, ya que generalmente en una electrólisis se mide la corriente (en amperes, A) y el tiempo de reacción.

El procedimiento para el cálculo de la sustancia en gramos de acuerdo a Chang & Goldsby (2017) es: (1) Determinar la Carga en coulombs conociendo la corriente eléctrica y el tiempo de electrólisis en segundos, $C = \text{Corriente (A)} \cdot \text{tiempo (s)}$, (2) Dividir entre la constante de Faraday, $1 \text{ mol de } e^- = 96500 \text{ C}$, (3) Establecer la relación entre mol de la sustancia reducida u oxidada y mol de electrones, (4) Usar la masa molar o ecuación del gas ideal, para obtener la sustancia en peso o volumen. En la metodología se realizará el cálculo de la cantidad en gramos a obtener de cloro gaseoso.

$$C = I (A) \cdot t (s) \cdot \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 A \cdot s}$$

Ecuación 2.4

$$g_{\text{sustancia}} = C \cdot \frac{1 \text{ mol } e^-}{96500 \text{ C}} \cdot \frac{x \text{ mol sustancia}}{z \text{ mol } e^-} \cdot \frac{m (g)_{\text{sustancia por mol}}}{1 \text{ mol}_{\text{sustancia}}}$$

Dónde: e^- = electrones, “z” cantidad de moles de electrones para producir “x” cantidad de moles de la sustancia, m= masa en gramos.

2.4. MICROORGANISMOS PATÓGENOS.

Los microorganismos patógenos son seres vivos de tamaño microscópico que pueden provocar enfermedades e infecciones en los animales en general y en el ser humano en particular. Estos microorganismos patógenos se pueden llamar de diferentes formas dependiendo de sus características. Así, encontramos bacterias, virus, hongos, parásitos, etc. Los microorganismos patógenos se encuentran en la naturaleza y, dependiendo del tipo de patógeno, se encontrará en un lugar o en otro (UCE Machines, 2024).

Un método que utilizan los científicos para clasificar las bacterias es la tinción de Gram, que es el procedimiento de laboratorio más comúnmente realizado en microbiología. El término "Gram" se refiere a un método de tinción de muestras desarrollado por Hans Christian Gram en 1884. Implica teñir un organismo con colorante violeta cristal o azul de metileno y luego observar el organismo bajo un microscopio (Rowden, 2022).

Tabla 2.3 Descripción general de las bacterias Gram positivas y Gram negativas (Rowden, 2022).

	Bacteria Gram-positiva	Bacteria Gram-negativa
Color después de la tinción de Gram	Azul o violeta	Rosa o rojo
Pared celular	Gruesa	Delgada
Toxinas	Toxina emética Enterotoxinas diarreas Neurotoxinas Enterotoxina	Endotoxinas
Tipos	Staphylococcus aureus Staphylococcus epidermidis Staphylococcus saprophyticus Streptococcus pneumoniae Streptococcus pyogenes Streptococcus agalactiae Enterococci Corynebacterium diphtheriae Bacillus anthracis	Vibrio cholerae Escherichia coli Bartonella henselae Campylobacter Legionella Salmonella Salmonella typhi

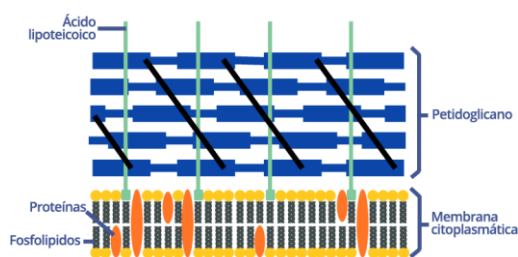


Figura 2.4 Estructura de Bacteria Gram positiva

(Morales Rodríguez, 2018)

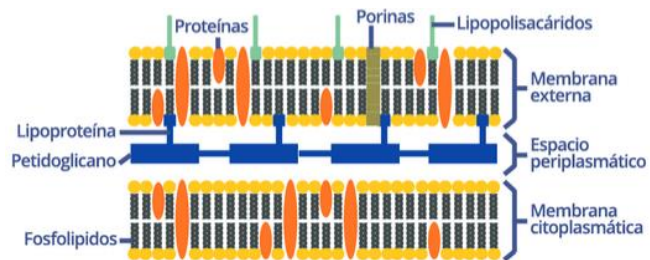


Figura 2.5 Estructura de Bacteria Gram negativa

(Morales Rodríguez, 2018)

A los microorganismos patógenos también se les puede clasificar de acuerdo a la demanda de oxígeno. Los organismos aeróbicos necesitan oxígeno para su metabolismo y supervivencia. Los organismos anaerobios, en cambio, prosperan en ambientes carentes de oxígeno y las altas concentraciones de oxígeno les pueden resultar perjudiciales. Las variedades de bacterias aeróbicas incluyen: *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, entre otras. Las bacterias anaeróbicas comunes incluyen *Clostridium perfringens*, *Bacteroides*, *Actinomyces* y *Peptostreptococcus anaerobius*, entre otras (CD Genomics, 2024).

2.5. DESINFECCIÓN.

La desinfección es un proceso que reduce la cantidad de microorganismos presentes a un nivel en el que no representan un riesgo. Los desinfectantes químicos generalmente no matan todos los microorganismos con los que entran en contacto y no desinfectan todos los microorganismos de la misma manera; por ejemplo, la mayoría no mata las esporas bacterianas. El tipo de desinfectante seleccionado dependerá del microorganismo, el método de aplicación y la naturaleza del material a desinfectar. Los desinfectantes químicos se aplican a objetos y materiales no vivos, como superficies e instrumentos, para controlar y prevenir infecciones (Health & Safety Authority [HSA], 2024).

La limpieza es un proceso previo a la desinfección, ya que remueve polvo, suciedad, material orgánico, y cualquier desecho que pueda inactivar al desinfectante. Se recomienda que incluya: (a) remover material orgánico por medios físicos como cepillar, fregar, raspar, sacudir, recoger, entre otros., (b) lavado con agua, detergente o jabón, de ser necesario aplicar desengrasante (el lavado a presión puede ser útil siempre y cuando no provoque la contaminación de otras áreas, así como aplicar vapor o agua caliente dependiendo de las superficies a limpiar), (c) enjuagar con agua limpia, y asegurarse que no queden residuos, también los jabones o detergentes pueden inactivar los desinfectantes, de ser necesario repetir el literal (b), (d) secado de la superficie, puede darse un tiempo de 5 a 10 minutos para que se remueva el exceso de agua, ya que si las superficies se encuentran muy húmedas, pueden disolver al desinfectante (si hay patógenos infecciosos o zoonóticos, evitar utilizar equipos para acelerar el secado con aire). Los desechos producto de esta etapa de limpieza deben ser correctamente dispuestos siguiendo las regulaciones establecidas por las leyes e instituciones gubernamentales para evitar cualquier foco de contaminación. Todas estas medidas aseguran eliminar en al menos un 90% la bacteria de las superficies, y permite que la posterior etapa de desinfección funcione como se espera (The Center for Food Security and Public Health [CFSPH], 2023).

2.5.1. PROCESO DE DESINFECCIÓN.

El proceso de desinfección es fundamental para garantizar la inocuidad de cualquier actividad a realizar, ya sea para un proceso en la industria o incluso en el hogar. Para realizar correctamente las pruebas de la efectividad del desinfectante se considera conveniente la información proporcionada por CFSPH (2023). Se detalla con mayor profundidad cada uno de los pasos a seguir de acuerdo a esta fuente, al igual que más adelante se describe el mecanismo de acción de los desinfectantes.

La desinfección se desarrolla con los siguientes pasos:

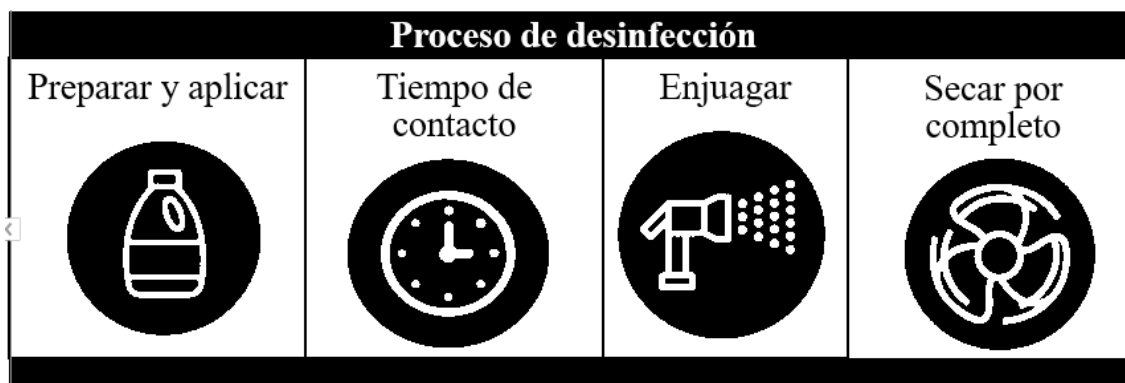


Figura 2.6 Proceso de desinfección (CFSPH, 2023).

(a) La preparación del desinfectante: este incluye la selección del desinfectante que depende de algunos factores incluyendo los microorganismos objetivo, la superficie u objeto tratado, las condiciones ambientales y cuestiones de seguridad y salud. Leer la etiqueta del producto: seguir las instrucciones para su preparación. Las soluciones frescas son mejores y deberían prepararse diariamente como sea indicado. Usar la concentración apropiada: la concentración dependerá de la superficie y tipo de microorganismo, por lo que debe seguirse las indicaciones de la etiqueta, las concentraciones más elevadas no son siempre la mejor solución, y las diluciones más bajas no serán efectivas contra los microorganismos de interés. Revisar la cantidad de ingrediente activo almacenada y preparar las soluciones, revisar su fecha de expiración. Existen kits de pruebas para medir la concentración de estas soluciones y verificar si no se han degradado. Tomar todas las medidas y prácticas correctas de preparación de

soluciones; como utilizar el equipo y ropa apropiada, en lugares ventilados, agregar el desinfectante al agua y no al revés, ya que algunos desinfectantes pueden tener fuertes reacciones cuando se les añade agua.

(b) La aplicación del desinfectante: existen diferentes métodos de aplicación del desinfectante como rociar, nebulizar, limpiar o trapear. Si la pieza es pequeña puede sumergirse en un recipiente con la solución desinfectante. Deben seguirse las indicaciones de la etiqueta. Se debe considerar que como con la limpieza, el proceso de aplicación debe realizarse de manera sistemática (de arriba abajo, de frente hacia atrás, trabajando por pequeñas secciones).

(c) Tiempo de contacto: sin considerar el método de desinfección, se debe asegurar que se cumpla completamente el tiempo de contacto. Esto es comúnmente un paso subestimado y conduce a una desinfección fallida. El tiempo de trabajo del desinfectante puede variar dependiendo del producto o método utilizado, la concentración, el tipo de superficie, y la temperatura ambiental. Algunos requieren de 1-5 min, pero 10 min o más es más común; algunos pueden requerir horas, especialmente para patógenos resistentes. Las superficies deben permanecer expuestas al desinfectante (superficie húmeda) durante todo el tiempo de contacto, esto puede ser difícil a temperaturas altas, con sustancias volátiles como los alcoholes, por lo que la reaplicación puede ser necesaria para asegurar que se cumpla con el tiempo de contacto. Se debe asegurar que las grietas, hendiduras y juntas permanezcan expuestas durante todo el tiempo de contacto.

(d) Enjuagar el desinfectante: enjuagar con agua limpia para asegurar que se remueve los residuos de desinfectante, ya que si existe desinfectante residual puede generar subproductos o reacciones no deseadas en las superficies que incluyen dañar las superficies de los equipos. Sin embargo, se debe leer las indicaciones en la etiqueta, ya que algunos desinfectantes pueden permanecer en las superficies y seguir actuando.

(e) Tiempo de secado: todas las áreas y superficies desinfectadas deben secarse por completo. Al finalizar siempre se deben limpiar y desinfectar el equipo utilizado para el proceso de desinfección.

2.5.2. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS DESINFECTANTES.

Los procesos de desinfección atacan varios sitios y causan daños estructurales y funcionales a diversas macromoléculas (p. ej., proteínas, lípidos, ácidos nucleicos) de microorganismos. Esto da como resultado la alteración de las paredes o membranas celulares, las envolturas virales o los procesos de replicación y destruye o inactiva irreversiblemente la mayoría de los microorganismos patógenos.

Mecanismos de acción de los biocidas.

De acuerdo a CFSPH (2023) existen cuatro mecanismos de acción para este proceso.

- **Modo de acción oxidante.** Los biocidas con modo de acción oxidante eliminan electrones (oxidación) de una sustancia, en este caso ácidos nucleicos, lípidos, proteínas y carbohidratos de microorganismos. Las estructuras alteradas dan como resultado la alteración de las membranas celulares y la función celular. Los agentes oxidantes tienen un efecto espectacular sobre el ADN y el ARN, provocando la rotura de las cadenas y la alteración de los procesos de replicación, transcripción y traducción. Los biocidas oxidantes se utilizan ampliamente e incluyen productos a base de halógenos (p. ej., cloro, yodo) y productos peroxigenados (peróxido de hidrógeno, ácido peracético).
- **Modo de acción de reticulación o coagulación:** algunos biocidas actúan principalmente reticulando o coagulando los aminoácidos de las proteínas (y, a veces, las bases de los ácidos nucleicos) para alterar la estructura y función de muchos microorganismos. Los desinfectantes de esta categoría son los aldehídos; agentes alquilantes, tales como óxido de etileno; fenoles y alcoholes.
- **Otros agentes que alteran la estructura:** varios biocidas dañan principalmente las membranas lipídicas. Pueden alterar directamente las proteínas de la membrana o provocar un aumento de la permeabilidad. El resultado es la fuga de componentes del citoplasma y la lisis celular. Los biocidas en esta categoría incluyen tensioactivos (incluidos los QAC), biguanidas y ácidos orgánicos.

- **Transferencia de energía:** un último mecanismo de acción biocida implica la transferencia repentina de energía que resulta en la alteración de la estructura y función. Estos procesos desnaturalizan rápidamente los ácidos nucleicos, lípidos y proteínas. Incluyen la aplicación de calor y radiación (por ejemplo, luz ultravioleta).

2.5.3. FACTORES A CONSIDERAR EN LOS DESINFECTANTES.

Hay muchos factores a considerar al seleccionar y utilizar un desinfectante químico, considerando la información proporcionada por la HSA (2024) se listan los siguientes:

Eficacia: el desinfectante debe actuar contra los microorganismos objetivo. La eficacia se puede evaluar utilizando la literatura del fabricante, la literatura revisada por pares y pruebas internas.

Concentración de desinfectante: se debe utilizar la concentración correcta según las instrucciones del fabricante. Una dilución excesiva puede provocar que el desinfectante no funcione contra el microorganismo objetivo.

Tiempo de contacto: los desinfectantes químicos deben aplicarse al artículo que están desinfectando durante el tiempo suficiente para permitir que la desinfección funcione. Las instrucciones del fabricante detallarán el tiempo requerido.

Vida útil/Estabilidad: muchos desinfectantes diluidos se deterioran con el tiempo. Una vez preparado, el desinfectante diluido debe fecharse con "Usar antes de" o "fecha de caducidad" según las instrucciones del fabricante. Las existencias caducadas o el producto inactivado no proporcionarán una desinfección eficaz.

La presencia de otros contaminantes: por ejemplo, proteínas, materia orgánica, jabones, detergentes pueden reducir la eficacia del desinfectante. Los residuos de aceite y grasa en las superficies pueden impedir un contacto efectivo con el desinfectante. Generalmente, se requiere una limpieza previa de los artículos para una desinfección efectiva. Sin embargo, esto puede no siempre ser posible y, en tales casos, es posible que se requieran desinfectantes que permanecen activos en presencia de cantidades considerables de materia orgánica, tiempos

de contacto más prolongados seguidos de la eliminación de la contaminación grave y la reaplicación de desinfectante, etc., si no hay otra alternativa factible.

pH y temperatura: la mayoría de los desinfectantes tienen un pH y una temperatura óptimos para su eficacia. Además, las altas temperaturas pueden aumentar la evaporación del desinfectante y reducir el tiempo de contacto, lo que resulta en una desinfección inadecuada.

Dureza del agua: puede reducir la tasa de destrucción de ciertos desinfectantes.

Compatibilidad: los desinfectantes deben ser compatibles con el artículo a desinfectar, por ejemplo, el acero inoxidable puede dañarse con ácidos fuertes e hipoclorito, mientras que los plásticos pueden verse afectados por desinfectantes que contengan disolventes orgánicos. Además, algunos desinfectantes pueden reaccionar con otros químicos liberando gases peligrosos.

Peligros para la salud: muchos desinfectantes son peligrosos para la salud y pueden producir efectos tóxicos o corrosivos o inducir una sensibilización alérgica.

El uso incorrecto de desinfectantes puede contribuir a una mayor resistencia de los microorganismos.

2.5.4. PODER RESIDUAL Y PUNTUAL DE LOS DESINFECTANTES.

La eficacia de diversos desinfectantes químicos se refleja en los términos utilizados para describirlos. Los desinfectantes químicos se agrupan según el poder de su actividad, y cada categoría refleja los tipos de microbios y virus contra los que son eficaces los desinfectantes que los componen (OpenStax, 2024).

Un desinfectante es eficaz cuando se aplica en la concentración recomendada y reduce rápidamente el número de microorganismos patógenos a niveles que sean seguros para la salud pública. Generalmente, se pueden tener en cuenta tres aspectos para la evaluación de un producto (Troya Chavarriaga, 2007):

(1) Poder puntual: la eficiencia inmediata de la formulación (hace referencia a la remoción mecánica y la inactivación inmediata de microorganismos), (2) persistencia antimicrobiana

de la efectividad (es la medida de la habilidad del producto para prevenir la recolonización microbiana en la superficie después de la aplicación del producto), y (3) poder residual: las propiedades residuales antimicrobianas de la formulación.

El efecto residual es una propiedad muy importante de los desinfectantes que consiste en mantener su acción antimicrobiana a lo largo de varias horas (De la Cruz González et al., 2013). En el caso de tratamiento de aguas, la desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018).

De acuerdo a United States Environmental Protection Agency [EPA] (2012) se presentan los siguientes niveles de eficacia de los desinfectantes para superficies duras no porosas:

Productos de espectro limitado: productos desinfectantes con eficacia limitada (efectivos contra bacterias Gram negativas o Gram positivas, pero no ambas).

Productos de eficacia general o de amplio espectro. Cuando en el etiquetado se indica que un desinfectante tiene eficacia contra bacterias Gram negativas y Gram positivas, el producto se considera un desinfectante general o de amplio espectro.

Desinfectantes hospitalarios o sanitarios: productos recomendados para su uso en hospitales, clínicas, consultorios dentales, residencias de ancianos, enfermerías o cualquier otro centro relacionado con la atención sanitaria.

Desinfectante fungicida: productos desinfectantes hospitalarios o de amplio espectro que en la etiqueta indican su eficacia contra hongos patógenos.

Desinfectante virucidas: productos desinfectantes hospitalarios o de amplio espectro que en la etiqueta indican su eficacia contra los virus.

Desinfectante tuberculocidas: productos desinfectantes hospitalarios o de amplio espectro que en la etiqueta indican su eficacia como tuberculocidas.

Bacterias adicionales: desinfectantes hospitalarios o de amplio espectro o limitados que lleven en la etiqueta declaraciones contra bacterias distintas de Salmonella Enterica (ATCC 10708), Staphylococcus Aureus (ATCC 6538) o Pseudomonas Aeruginosa (ATCC 15442).

En el documento donde se presentan estos niveles de eficacia se dan recomendaciones de las pruebas de eficacia de los productos desinfectantes de acuerdo al tipo de presentación/estado físico del desinfectante: (1) polvos/líquidos solubles en agua, (2) productos en aerosol y (3) toallitas. Los métodos propuestos son de la Asociación de Productos Químicos Analíticos Oficiales (AOAC), de manera general se pueden mencionar: método de dilución de uso de la AOAC o prueba de portador de superficie dura AOAC (para el primer tipo de presentación del desinfectante con las modificaciones apropiadas para cada nivel de eficacia de los desinfectante), prueba de productos en aerosol germicida AOAC (para el segundo tipo de presentación del desinfectante con las modificaciones apropiadas para cada nivel de eficacia de los desinfectante), y prueba de productos en aerosol germicida AOAC modificado (para el tercer tipo de presentación del desinfectante).

2.5.5. VIDA ÚTIL Y LA ESTABILIDAD DE LOS DESINFECTANTES.

Al igual que muchos productos, los desinfectantes deben evaluarse para brindar la información necesaria para el usuario final. De acuerdo a TECOLAB (2021), el rendimiento de los desinfectantes se evalúa de acuerdo con la estabilidad física y química, la estabilidad antimicrobiana y la predicción de la vida útil. El rendimiento o la estabilidad de los desinfectantes se evalúan en tres aspectos: las características físicas, la estabilidad química y la eficacia antimicrobiana del producto. Se presenta cada uno de estos aspectos de acuerdo a la información proporcionada por esta fuente.

Estabilidad física.

Las propiedades físicas como la apariencia de los desinfectantes, el pH, el punto de ebullición, el olor y más son algunas de las características comunes medidas y evaluadas. Una clave importante a tener en cuenta durante la evaluación física es la compatibilidad del material del producto y la idoneidad del producto con su envase.

Estabilidad química.

Según la Administración de Bienes Terapéuticos (TGA), una autoridad regulatoria australiana, estos puntos clave deben considerarse en las pruebas de estabilidad química: (1) determinar la concentración activa de su sustancia activa con un ensayo de detección adecuado, (2) la concentración activa de la sustancia activa no debe caer por debajo del 90% de lo indicado inicialmente en la etiqueta al final del análisis de vida útil, y (3) todos los análisis de pruebas químicas deben realizarse en muestras duplicadas.

Estabilidad antimicrobiana.

La eficacia o propiedad antimicrobiana de los desinfectantes puede variar después de su vida útil. Muchos reguladores internacionales aceptan varios métodos internacionales, como las normas europeas (CEN) y la sociedad estadounidense de pruebas y materiales (ASTM), para demostrar la eficacia del producto.

2.5.6. MÉTODOS PARA EVALUAR LOS DESINFECTANTES.

Se presentan tres métodos comunes para evaluar desinfectantes de acuerdo a Troya Chavarriga (2007):

Recuento en placa: las diluciones del microorganismo se vierten en medio de cultivo sólido junto con una concentración del desinfectante y se incuban. Luego del periodo de incubación se observa la ausencia o disminución del crecimiento del microorganismo. Con el resultado obtenido del recuento en placa se puede determinar hasta que concentración actúa el desinfectante sobre una determinada cantidad de microorganismos.

Filtración por membrana: uno de los métodos analíticos más efectivos para la evaluación de la eficiencia de los desinfectantes es el método de filtración por membrana. Este método incluye la mezcla directa de células o esporas con el agente desinfectante y su posterior filtración por membrana con varios intervalos de tiempo. Se puede emplear papel de filtro húmedo o seco.

Técnica de dilución en tubo: se realizan diferentes diluciones del agente químico. El mismo volumen de cada dilución se dispensa en tubos estériles, a cada tubo se le añade la misma cantidad de una suspensión de microorganismos utilizados como prueba. A determinados intervalos de tiempo se transfiere una alícuota de cada tubo a otro tubo que contenga medio de cultivo. Estos tubos inoculados se incuban a una temperatura óptima de crecimiento del microorganismo utilizado durante 24 o 48 horas. Al cabo de este tiempo se examina el crecimiento del microorganismo mediante la aparición de turbidez en el tubo (crecimiento +) o ausencia de turbidez (crecimiento -). Aquellos que presenten crecimiento negativo indican la dilución a la cual ese agente químico mata al microorganismo utilizado como prueba, cuando éste es expuesto al desinfectante durante determinado periodo de tiempo.

Para comprobar el poder puntual de los desinfectantes existen pruebas de laboratorio que demuestran de forma cualitativa (para conocer si el desinfectante es efectivo contra el microorganismo de prueba) y cuantitativa, (para conocer en qué proporción la población microbiana ha disminuido por la acción del desinfectante bajo condiciones específicas) la actividad germicida del desinfectante como las mencionadas de la AOAC. En el sitio web (Organismo Salvadoreño de Normalización, 2024) se encuentran disponible cinco normas respecto a desinfectantes y antisépticos, al menos una habla de la Conservación de los organismos de ensayo utilizados para la determinación de la actividad bactericida NTS 11.37.07:20, y las demás de pruebas cuantitativas NTS 11.37.06:20, NTS 11.00.07:14, NTS 11.00.06:14 y NTS 11.00.05:14.

La prueba de la AOAC 960.09 Acción desinfectante, germicida y detergente de desinfectantes., describe un método de ensayo cuantitativo en suspensión para evaluar las propiedades de los desinfectantes de superficies en contacto con los alimentos, y establece que para que la concentración de ensayo del desinfectante se considere eficaz, debe demostrar una reducción del 99.999% en 30 segundos (Instituto Valenciano de Microbiología (IVAMI), 2024). Este método es de recuento de microorganismos y permite determinar la mínima concentración de solución desinfectante que se puede utilizar en el proceso de desinfección de superficies no porosas previamente limpias y en contacto con alimentos, mediante la exposición de una suspensión bacteriana conocida a diferentes concentraciones de agentes químicos en

tiempos determinados y a través del conteo de unidades formadoras de colonias que no han sido inhibidas después del tratamiento (AOAC Association of Official Analytical Chemists, 2010, como citado en Catota, 2021).

En El Salvador, para que cualquier método de análisis de los desinfectantes sean aceptados, deben ser realizados por laboratorios o instituciones debidamente acreditados por el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), en su sitio web se encuentra disponible información de laboratorios acreditados con los datos de cada laboratorio y productos autorizados que tienen a ensayar, por ejemplo para desinfectantes, antisépticos, germicidas y productos de limpieza en general se encuentra disponible la característica ensayada de *Efectividad antimicrobiana*, acreditado el Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC) de ESEBESA, S. A. de C.V. Además, el Laboratorio de Control de Calidad USAM, de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, se encuentra acreditado en *Productos higiénicos*: recuento total de bacterias, recuento total de hongos y levaduras, Escherichia Coli, Staphylococcus Aureus, Pseudomonas Aeruginosa, Salmonella Spp.

2.5.7. ENVASADO DE PRODUCTOS HIGIÉNICOS.

Un aspecto muy importante para conservar las propiedades de los desinfectantes es su recipiente, debe procurar una presentación al usuario que facilite su uso y conservación.

Los envases pueden clasificarse de acuerdo a sus características físicas, se presenta información proporcionada por Envaselia S.L. (2024) para envases de productos higiénicos.

La clasificación de los envases se realiza por tipo de cierre, por materiales en los que se fabrican, su reciclabilidad, su forma, su resistencia o rigidez, etc. Los tipos de envases son: primario, secundario y terciario. Generalmente, en productos higiénicos solo se utiliza el primario.

De acuerdo al tipo de cierre, los generalmente utilizados para productos higiénicos son:

Bombas Pulverizadoras: se caracterizan por pulverizar una finísima capa de producto. La ventaja de todas estas es que pueden adaptarse a envases PET, que es 100% reciclable.



Figura 2.7 Envases PET con bombas pulverizadoras de Envaselia S.L., en orden de aparición de izquierda a derecha: pistola estándar, pistola Booster cuello 28/410, pistola Open Design y pistola Última (Envaselia S.L., 2024)

Airless: nueva tecnología de envasado, su diseño permite que salga el producto en la dosis deseada y a la vez impide que, entre aire, manteniendo sus condiciones intactas con un sistema hermético o presión negativa que evita el contacto del producto con el aire exterior. Su función principal radica en preservar la calidad de los productos al minimizar la exposición al aire y la luz, prolongando así la vida útil de los productos contenidos. Pueden emplearse polietileno y poliestireno que son 100% reciclables, para su elaboración. También se utilizan botellas cilíndricas, de galón rectangular con tapa de seguridad o tapa rosca sencilla para lejía y otros desinfectantes aromatizados. Así como también, hay bolsas plásticas con cantidades inferiores a 500 mL (comúnmente 200 mL).

2.6. FICHA TÉCNICA, ETIQUETA Y FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS) DE ACUERDO AL SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS (SGA).

2.6.1. FICHA TÉCNICA Y ETIQUETA DE PRODUCTOS HIGIÉNICOS.

La Ficha técnica es una presentación comercial del producto, que incluye los datos e información descriptiva del producto, de acuerdo a (Higiene Ambiental , 2018).

- i. Nombre y composición del producto
- ii. Descripción general del producto, de su uso y su funcionalidad
- iii. Propiedades físicas y químicas: olor, color, estado, pH, densidad, etc.
- iv. Condiciones de estabilidad: puntos de congelación/ebullición/congelación, solubilidad, compatibilidad, etc.
- v. Forma de presentación del producto

- vi. Modo de empleo: dónde y cómo aplicarlo, plazo de seguridad, incompatibilidades de aplicación, dosis de aplicación, EPIs recomendados, etc.
- vii. Fecha de revisión de la Ficha Técnica.

A pesar de que no hay un Reglamento en el país que dicte exactamente lo que debe contener la Ficha Técnica, si existe regulación en cuanto al etiquetado de productos higiénicos, se debe realizar conforme a lo dispuesto en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 71.03.38:07 *Productos Higiénicos. Etiquetado de Productos Higiénicos*.

De acuerdo al numeral seis de este Reglamento, estos son los requisitos que debe cumplir el etiquetado de productos higiénicos.

1. Nombre comercial del producto.
2. Número de registro o inscripción sanitaria.
3. Tipo de producto.
4. Nombre y país del titular.
5. Nombre del importador.
6. Nombre de los ingredientes peligrosos por nombre químico o común y su porcentaje (igual a como se declaró en la hoja de seguridad)
7. Contenido neto expresado en el sistema internacional de unidades.
8. Instrucciones de uso al que va destinado el producto.
9. Advertencias y precauciones para el uso, relativos a la peligrosidad del producto para humanos, animales y el ambiente.
10. Riesgos para la salud, según lo declarado en la hoja de seguridad.
11. Procedimientos a seguir en caso de ingestión, inhalación o por contacto dérmico u ocular, según lo declarado en la hoja de seguridad.
12. Antídoto(s) e indicaciones para el tratamiento médico (si aplica).
13. Incluir y resaltar las siguientes leyendas
 - “En caso de intoxicación consulte al médico y aporte esta etiqueta”
 - “Manténgase fuera del alcance de los niños”

14. Colocar el teléfono del centro de atención de intoxicaciones del país en el que se comercialice. Podrá colocar etiqueta complementaria.
15. Los productos que sean clasificados como peligrosos de acuerdo a la hoja de seguridad deberán utilizar la simbología de acuerdo a la clasificación de peligrosidad de la Organización de Naciones Unidas o la Unión Europea (Anexo B). La simbología debe presentar los colores e indicaciones respectivas para el producto terminado a registrar.
16. Número de lote.

Todos los productos de higiene deberán ser manipulados en envases con sus respectivas etiquetas en idioma español/castellano, legibles, adheridas o impresas en su envase, o en su etiqueta complementaria.

2.6.2. FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS).

En el afán de lograr establecer una forma de comunicación efectiva de los peligros asociados a los productos químicos, la Organización de las Naciones Unidas [ONU], realiza un documento actualizado del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA). Se presenta un resumen del contenido relacionado a las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) del documento de la ONU (2013).

La FDS debería proporcionar información completa sobre una sustancia o mezcla con miras al control y reglamentación de su utilización en el lugar de trabajo. La información contenida en la FDS permite al empresario: i) desarrollar un programa activo de medidas de protección del trabajador, incluida la formación, que es específica para cada lugar de trabajo, y ii) considerar cualquier medida que pueda ser necesaria para proteger el medio ambiente. El uso principal de las FDS es informar a los trabajadores, no obstante, pueden servir también para otras audiencias que entren en contacto con los productos o mezclas, pero no reemplazará en ningún caso los documentos que van dirigidos a estas audiencias como Reglamentos relativos al transporte de mercancías peligrosas o envases o embalajes destinados a los consumidores.

Una FDS debería realizarse si una sustancia o mezcla cumple con los criterios armonizados del SGA para los peligros físicos, para la salud o para el medio ambiente y para toda mezcla

que contenga componentes que satisfagan los criterios de carcinogenicidad, toxicidad para la reproducción o toxicidad específica de órganos diana en concentraciones que superen los límites del valor de corte/límites de concentración para las FDS especificadas en los criterios relativos a las mezclas (ver Tabla 2.4). La autoridad competente también puede requerir una FDS para mezclas que no cumplan los criterios para ser clasificadas como peligrosas pero que contengan componentes peligrosos en ciertas concentraciones (ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Valores de corte/límites de concentración para cada clase de peligro para la salud y el medio ambiente (ONU, 2018)

Clase de peligro	Valor de corte/límite de concentración
Toxicidad aguda	$\geq 1.0 \%$
Corrosión/irritación cutánea	$\geq 1.0 \%$
Lesiones oculares graves/irritación de los ojos	$\geq 1.0 \%$
Sensibilización respiratoria/cutánea	$\geq 0.1 \%$
Mutagenicidad en células germinales: Categoría 1	$\geq 0.1 \%$
Mutagenicidad en células germinales: Categoría 2	$\geq 1.0 \%$
Carcinogenicidad	$\geq 0.1 \%$
Toxicidad para la reproducción	$\geq 0.1 \%$
Toxicidad específica de órganos diana (exposición única)	$\geq 1.0 \%$
Toxicidad específica de órganos diana (exposiciones repetidas)	$\geq 1.0 \%$
Peligro por aspiración: Categoría 1	$\geq 10 \%$ de componente(s) clasificado(s) en la Categoría 1 y viscosidad cinemática, medida a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, $\leq 20.5 \text{ mm}^2/\text{s}$
Peligro por aspiración: Categoría 2	$\geq 10 \%$ de componente(s) clasificado(s) en la Categoría 2 y viscosidad cinemática, medida a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, $\leq 14 \text{ mm}^2/\text{s}$
Toxicidad para el medio ambiente acuático	$\geq 1.0 \%$

Puede haber casos en que los datos de peligro disponibles justifiquen la clasificación sobre la base de otros valores de corte/límites de concentración distintos de los genéricos. Cuando se cumple con esos valores de corte/límites de concentración específicos para la clasificación, debería también cumplirse con la obligación de preparar una FDS.

Aunque los componentes relevantes de una mezcla son los que están presentes en concentraciones de 1% (p/p para sólidos, líquidos, polvos, nieblas y vapores y v/v para gases) o mayores, si hay un componente de toxicidad aguda o corrosivo en una concentración inferior a 1%, es relevante para clasificar la mezcla en la categoría de toxicidad aguda, corrosión/irritación cutánea o lesiones oculares graves/irritación ocular.

En el caso de sensibilizantes cutáneos se reconoce que en casos especiales puede requerirse información por debajo del 0.1%.

En la toxicidad específica de órganos diana (exposición única y exposiciones repetidas) debe presentarse atención a las interacciones sinérgicas, cuando los tóxicos afectan a más de un órgano y están combinados, ya que ciertas sustancias pueden ser tóxicas para un órgano diana a una concentración < 1%, si en la mezcla existen otros componentes conocidos por su capacidad de potenciar ese efecto tóxico.

En la toxicidad para el medio ambiente acuático, los componentes relevantes de una mezcla son los que están presentes en concentraciones de 1% (peso/peso) o mayores, si hay un componente muy tóxico en una concentración inferior a 0.1%, es relevante para clasificar la mezcla según los peligros que presenta para el medio ambiente acuático.

La información mínima que debe figurar en una FDS es:

(1) Identificación del producto: (a) identificador SGA del producto; (b) otros medios de identificación, (c) uso recomendado del producto químico y restricciones de uso, (d) datos del proveedor (nombre, dirección, teléfono, etc.), (e) número de teléfono en caso de emergencia.

(2) Identificación de peligro o peligros: (a) clasificación SGA de la sustancia/mezcla y cualquier información nacional o regional, (b) elementos de la etiqueta SGA, incluidos los consejos de prudencia. (Los símbolos de peligro podrán presentarse en forma de reproducción gráfica en blanco y negro o mediante su descripción por escrito (por ejemplo, llama, calavera y tibias cruzadas) (c) otros peligros que no figuren en la clasificación (por ejemplo, peligro de explosión de partículas de polvo) o que no están cubiertos por el SGA.

(3) Composición/información sobre los componentes: (a) identidad química, (b) nombre común, sinónimos, etc., (c) número CAS y otros identificadores únicos; (d) impurezas y aditivos estabilizadores que estén a su vez clasificados y que contribuyan a la clasificación de las sustancias;

Mezclas.

La identidad química y la concentración o rangos de concentración de todos los componentes que sean peligrosos según los criterios del SGA y estén presentes en niveles superiores a sus valores de corte/límites de concentración.

Nota: en la información sobre componentes, las disposiciones de la autoridad competente sobre información comercial confidencial prevalecen sobre las disposiciones relativas a la identificación del producto.

(4) Primeros auxilios: (a) descripción de las medidas necesarias, desglosadas con arreglo a las diferentes vías de exposición, esto es, inhalación, contacto cutáneo y ocular e ingestión, (b) síntomas/efectos más importantes, agudos y retardados, (c) indicación de la necesidad de recibir atención médica inmediata y tratamiento especial requerido en caso necesario.

(5) Medidas de lucha contra incendios: (a) medios adecuados (o no adecuados) de extinción, (b) peligros específicos de los productos químicos (por ejemplo, naturaleza de cualesquiera productos combustibles peligrosos), (c) equipo protector especial y precauciones especiales para los equipos de lucha contra incendios.

(6) Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental: (a) precauciones individuales, equipos de protección y procedimientos de emergencia, (b) precauciones medioambientales, (c) métodos y materiales de aislamiento y limpieza.

(7) Manipulación y almacenamiento: (a) precauciones para una manipulación segura, (b) condiciones de almacenamiento seguro, incluidas cualesquiera incompatibilidades.

(8) Controles de exposición/protección personal: (a) parámetros de control: límites o valores de corte de exposición ocupacionales o biológicos, (b) controles de ingeniería apropiados, (c) medidas de protección individual, como equipos de protección personal.

(9) Propiedades físicas y químicas: (a) apariencia (estado físico, color, etc.), (b) olor, (c) umbral olfativo, (d) pH, (e) punto de fusión/punto de congelación, (f) punto inicial e intervalo de ebullición, (g) punto de inflamación, (h) tasa de evaporación, (i) inflamabilidad, (j) límite superior/inferior de inflamabilidad o de posible explosión, (k) presión de vapor, (l) densidad de vapor, (m) densidad relativa, (n) solubilidad(es), (o) coeficiente de reparto n octanol/agua, (p) temperatura de ignición espontánea, (q) temperatura de descomposición, (r) viscosidad.

(10) Estabilidad y reactividad: (a) reactividad, (b) estabilidad química, (c) posibilidad de reacciones peligrosas, (d) condiciones que deben evitarse (por ejemplo, descarga de electricidad estática, choque o vibración), (e) materiales incompatibles, (f) productos de descomposición peligrosos.

(11) Información toxicológica: descripción concisa pero completa y comprensible de los diversos efectos toxicológicos para la salud y de los datos disponibles usados para identificar esos efectos, como: (a) información sobre las vías probables de exposición (inhalación, ingestión, contacto con la piel y los ojos); (b) síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas; (c) efectos inmediatos y retardados y también efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo; (d) medidas numéricas de toxicidad (tales como estimaciones de toxicidad aguda).

(12) Información ecotoxicológica: (a) ecotoxicidad (acuática y terrestre, cuando se disponga de información); (b) persistencia y degradabilidad; (c) potencial de bioacumulación; (d) movilidad en suelo; (e) otros efectos adversos;

(13) Información relativa a la eliminación de los productos: descripción de los residuos e información sobre la manera de manipularlos sin peligro y sus métodos de eliminación, incluida la eliminación de los recipientes contaminados.

(14) Información relativa al transporte: (a) número ONU; (b) designación oficial de transporte de las Naciones Unidas, (c) clase(s) de peligros en el transporte, (d) grupo de empaque/envase, si se aplica, (e) peligros para el medio ambiente (por ejemplo: Contaminante marino (Sí/No)), (f) transporte a granel (con arreglo al Anexo II de la convención MARPOL

73/78 y al Código IBC), (g) precauciones especiales que ha de conocer o adoptar un usuario durante el transporte o traslado dentro o fuera de sus locales.

(15) Información sobre la reglamentación: disposiciones específicas sobre seguridad, salud y medio ambiente para el producto de que se trate.

(16) Otras informaciones (incluidas las relativas a la preparación y actualización de las FDS).

Para la redacción de la FDS de la solución salina óptima, se considerará las indicaciones presentes en el *anexo cuatro “Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS)”* del documento de la ONU (2013).

2.7. ASPECTOS LEGALES.

2.7.1. PRODUCTOS HIGIÉNICOS

Los Productos Higiénicos son productos destinados a ser aplicado en objetos, utensilios, superficies y mobiliarios que estén en contacto con las personas en viviendas, edificios e instalaciones públicas y privadas, industrias y otros lugares, utilizados con el fin de limpiar, desinfectar, desodorizar y aromatizar. No se consideran como productos higiénicos los que se utilicen en lugares en donde se requieran condiciones asépticas tales como hospitales y clínicas (Consejo de Ministros de Integración Económica de Centroamérica, 2024).

En el artículo 69 de la Constitución de la República de El Salvador se establece que existirán organismos de vigilancia brindados por el Estado para el control permanente de la calidad de los productos químicos, farmacéuticos y veterinarios.

En el año 2008 con la Resolución No. 230-2008 (vigente), se aprueban los Reglamentos Técnicos Centroamericanos RTCA 71.03.37:07 *Productos Higiénicos. Registro e Inscripción Sanitaria de Productos Higiénicos*, presentado como Anexo uno de la Resolución y RTCA 71.03.38:07 *Productos Higiénicos. Etiquetado de Productos Higiénicos*, que aparece como Anexo dos de la misma Resolución, así como la aplicación del *Reconocimiento del Registro o Inscripción Sanitaria de Productos Higiénicos*, que aparece como Anexo 3 de dicha Resolución. En el mismo documento se establece que para efectos de vigilancia, las

pruebas de evaluación de productos higiénicos serán: las *Pruebas físicas y el Poder desinfectante* cuando aplique.

En el Anexo tres de la Resolución No. 230-2008 se presenta lo siguiente: (a) definición de los conceptos, (b) ámbito de aplicación, (c) requisitos de Reconocimiento mutuo, (d) descripción de la Solicitud de Reconocimiento de Productos Higiénicos, (e) procedimiento de Reconocimiento, (f) causas de no otorgamiento de registro o inscripción de productos higiénicos, (g) causas de cancelación del Reconocimiento de registro o inscripción de un producto higiénico, (h) cambios que afectan el Reconocimiento de registro o inscripción sanitaria de productos higiénicos, (i) vigencia del Reconocimiento de productos higiénicos, (j) renovación del Reconocimiento de productos higiénicos.

En el anexo uno de la Resolución No. 230-2008 RTCA 71.03.37:07 *Productos Higiénicos. Registro e Inscripción Sanitaria de Productos Higiénicos*, se presenta lo siguiente: (a) objeto, (b) campo de aplicación, (c) definiciones, (d) símbolos y abreviaturas, (e) disposiciones para el registro e inscripción sanitaria que contiene: requisitos para registro e inscripción sanitaria de productos higiénicos, vigencia del registro o inscripción sanitaria para productos higiénicos, requisitos para la renovación del registro o inscripción sanitaria de los productos higiénicos, causas de no otorgamiento del registro o inscripción sanitaria de un producto higiénico, causas de cancelación del registro o inscripción sanitaria de un producto higiénico, modificaciones posteriores al registro o inscripción sanitaria de un producto higiénico, (f) vigilancia y verificación. En la sección de anexos del RTCA 71.03.37:07 se incluye: excepciones al campo de aplicación del reglamento, tipos de productos higiénicos (se detalla que entran los desinfectantes líquidos, sólidos y aerosol), formulario y guía de contenido de la hoja de seguridad con una descripción detallada de las secciones de la hoja de seguridad, clasificación de riesgo de productos higiénicos excluyendo a los explosivos y sustancias radiactivas, ya que no están sujetos al reglamento.

En el anexo dos de la Resolución No. 230-2008 RTCA 71.03.38:07 *Productos Higiénicos. Etiquetado de Productos Higiénicos*, se presenta lo siguiente: (a) objeto, (b) ámbito de aplicación, (c) documentos a consultar, (d) definiciones, (e) símbolos, (f) requisitos del etiquetado, (g) vigilancia y verificación. En la sección de anexos del RTCA 71.03.38:07 se incluye:

tipos de productos higiénicos, simbología (de acuerdo a la Norma de las Naciones Unidas y la Norma de la Unión Europea para clasificación de productos peligrosos).

En el Reglamento General de la Ley de Medicamentos se hace la inclusión del término “productos higiénicos” en el artículo uno, donde se establece el objeto del reglamento. En el artículo dos del mismo reglamento se establece a la Dirección Nacional de Medicamentos (DNM), actualmente nombrada Superintendencia de Regulación Sanitaria (SRS), como la encargada de la implementación del reglamento y que podrá establecer Reglamentos Técnicos e instrumentos técnicos jurídicos, de carácter complementario, conforme a las leyes vigentes. En el Título III *Del Registro* capítulo IV *Registro Sanitario de Productos Higiénicos*, en el artículo 30 se establece a la Unidad de Importaciones, Exportaciones y Donaciones de Medicamentos como la encargada del registro de productos higiénicos. En el artículo 31 se brindan los requisitos que debe presentar el Profesional Responsable a la SRS, y en el artículo 32 se establece la duración del registro sanitario (cinco años), el plazo podrá renovarse previa evaluación del artículo 33 de la Ley de Medicamentos. En el Título V *De los establecimientos farmacéuticos* capítulo VII *De los laboratorios de productos cosméticos y de productos higiénicos*, se definen a los laboratorios de productos cosméticos y de productos higiénicos, y en el artículo 66 se establece que serán autorizados los que cumplan con los requisitos detallados en el Reglamento, así como con los Reglamentos de Buenas Prácticas de Manufactura vigentes. En el Título VIII *Disposiciones Generales* Capítulo I *Del Control de Calidad* se establece que el laboratorio de control de calidad de la SRS realizará el análisis para la verificación de la calidad, mediante pruebas físicas, químicas y microbiológicas, de los productos que soliciten registro sanitario. En el capítulo III del mismo Título, se brindan las disposiciones comunes como la denegación, renovación, modificaciones posteriores al registro, entre otros.

Asimismo, se puede mencionar el documento *Guía para el registro sanitario de productos cosméticos e higiénicos*, que tiene por objeto establecer los requerimientos técnicos para presentar trámite en línea de solicitudes de Registro Sanitario de Productos Cosméticos e Higiénicos en la SRS.

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

En este capítulo se presentará el enfoque, las variables a estudiar, el alcance del trabajo de investigación y la metodología para cumplir con los objetivos de la investigación. La descripción de los procedimientos para estudiar las soluciones salinas y las marchas experimentales, así como los materiales, equipos e instrumentos para llevar a cabo el trabajo de laboratorio.

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene un *enfoque cuantitativo*, ya que medirá la efectividad antimicrobiana de las soluciones salinas con y sin electrólisis, en función de la concentración de sal en porcentaje peso para desinfectar superficies. Con este enfoque cuantitativo se espera dar cumplimiento a los objetivos de la investigación.

De acuerdo a Catota (2021), para que la acción de un desinfectante sea eficaz se requiere controlar factores como tiempo de contacto, temperatura de aplicación, concentración, tensión superficial de la solución desinfectante, pH, número y tipo de microorganismo. Así como se establece en esta referencia, los desinfectantes como alcoholes, glutaraldehído y ácido peracético, entre otros, incluyen la concentración indicada de su principio activo para realizar la función desinfectante. Al considerar el procedimiento de la elaboración de las soluciones salinas no electrolizadas se consideró que la concentración de sal era un factor que influiría en la efectividad de las soluciones, asimismo es importante evaluar el tiempo de contacto. Generalmente, los desinfectantes son aplicados a temperatura ambiente, por lo que la temperatura a la que se aplica la solución no será un factor a controlar.

En las soluciones salinas electrolizadas intervienen la concentración del soluto, intensidad de corriente eléctrica y el tiempo de reacción como se demostró en Cuesta-Parra et al. (2023), no obstante, como la comparación de las soluciones salinas con y sin electrólisis, es uno de los objetivos de este trabajo, se toman las mismas variables que las no electrolizadas, la concentración de sal en porcentaje peso, el tiempo de contacto y como variable respuesta la actividad antimicrobiana, ya que es una propiedad de alto interés en un desinfectante, la

misma se expresará en porcentaje de efectividad antimicrobiana para medir si las soluciones inhiben o eliminan completamente los microorganismos que son expuestos a la misma. Se utilizó sal común, como ingrediente activo, tomando como base el estudio de Sojitra & Chotaliya (2021).

Los tiempos de electrólisis se definirán considerando la concentración de sal de cada solución, la de menor concentración tendrá el menor tiempo de electrólisis y la de mayor concentración de sal tendrá el mayor tiempo de electrólisis, esto considerando lo establecido de acuerdo al científico Michael Faraday, que como se investigó en el marco teórico, estudió los aspectos cuantitativos de la electrólisis. La intensidad de corriente será el mismo para todas las soluciones, se variarán los tiempos para obtener diferentes concentraciones de cloro activo en las soluciones, asegurando incrementar la cantidad de cloro activo al aumentar el contenido de sal. Además, no se hará ningún tratamiento de separación de productos luego de la electrólisis, se utilizará la solución tal cual resulte. Esto debido a que la electrólisis es un tema ya estudiado, no es el objeto de este estudio.

Por lo tanto, se propone un *alcance exploratorio* para evaluar este poder desinfectante de las soluciones salinas con y sin electrólisis, como función de la concentración de cloruro de sodio.

3.2. METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR EL EFECTO QUE TIENE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE SODIO EN LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS SOLUCIONES SALINAS CON Y SIN ELECTRÓLISIS.

Como se ha planteado en el objetivo general del trabajo de investigación, el efecto desinfectante es una propiedad que se puede medir para concluir si un factor causa un cambio en el desempeño de las soluciones salinas con y sin electrólisis, en su función como bactericida. Entonces para estudiar el efecto que tiene la concentración de sal en el poder desinfectante se diseña *un experimento con un solo factor* (Montgomery, 2004), se tomarán tres concentraciones en porcentaje peso iniciando en ocho por ciento y finalizando en 24 por ciento con

incremento de ocho por ciento. El experimento se realizará tres veces para comprobar la reproducibilidad de los resultados. La toma de muestras se realizará de forma no aleatorio.

Se comprobará si el desinfectante es efectivo contra **bacterias aerobias**, utilizando la técnica de muestreo del hisopado de superficies. Se tomará muestra antes y después de haber aplicado cada concentración de solución salina en dos tiempos, 30 segundos y cinco minutos. Estos son los tiempos recomendados para evaluar el poder de un desinfectante de acuerdo a Catota (2021) según algunas pruebas como la de la AOAC 960.09. Estos tiempos se cumplirán tanto para las soluciones electrolizadas y no electrolizadas. En la Tabla 3.1 se puede observar la información de las muestras a tomar, siendo en total 24 muestras en cada corrida experimental.

Tabla 3.1 Hoja de trabajo para muestreo de las soluciones salinas con y sin electrólisis.

% p/p	No electrolizadas				Electrolizadas			
	8	30 s antes	30 s des- pués	5 min antes	5 min des- pués	30 s antes	30 s des- pués	5 min antes
16								
24								

Se definen estas muestras a continuación:

30 s antes: esta es la muestra del hisopado que se realiza después de limpiar la superficie con el papel toalla seco, para servir como referencia del estado inicial de la superficie a muestrear 30 segundos después de haber aplicado el desinfectante.

30 s después: esta es la muestra del hisopado que se realiza 30 segundos después de haber desinfectado la superficie con la solución salina con o sin electrólisis a muestrear.

5 min antes: esta es la muestra del hisopado que se realiza después de limpiar la superficie con el papel toalla seco, para servir como referencia del estado inicial de la superficie a muestrear 5 minutos después de haber aplicado el desinfectante.

5 min después: esta es la muestra del hisopado que se realiza 5 minutos después de haber desinfectado la superficie con la solución salina con o sin electrólisis a muestrear.

3.2.1. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES SALINAS.

La preparación de las soluciones salinas es un procedimiento sencillo que consiste en disolver sal común en agua. La cantidad de sal depende de la concentración. Para definir las cantidades se tomaron las densidades brindadas en Poling et al., (2008) que se utilizaron para la Figura 2.3. del marco teórico. Por medio de la interpolación lineal simple como en Smith et al. (2007), se calcularon las densidades a 27 °C, obteniendo los valores de la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Densidades de las soluciones acuosas de cloruro de sodio a 27 °C.

% p/p	1	2	4	8	12	16	20	24	26
ρ solución a 27 °C (g/cm ³)	1.0034	1.0104	1.0246	1.0533	1.0828	1.1131	1.1443	1.1767	1.1933

Con las densidades se obtiene la cantidad en gramos de sal a disolver como se muestra en la Tabla 3.3. La concentración del 1% será utilizada como solución diluyente para el hisopado, y para la realización de la siembra de bacterias.

Tabla 3.3 Volúmenes a preparar de soluciones salinas en cada corrida experimental.

% p/p	Volumen a preparar (mL)	masa solución (g)	Cant. de NaCl (g)	Cant. de H ₂ O(mL)
1	500	501.71	5.02	498.86
8	300	315.99	25.28	291.98
16	300	333.92	53.43	281.72
24	300	353.01	84.72	269.46

Se utilizará sal fina yodada fortificada que contiene de 20 a 60 mg/Kg de yodato de potasio, y agua destilada.

La electrólisis se realizará con tiempos definidos como se muestra en la Tabla 3.4, con un generador de agua de desinfección de 5 voltios y dos amperios como el que se muestra en la Figura 3.1. Tomando como valor medio un tiempo que debe brindar una concentración de cloro activo como el de la lejía de uso doméstico de 4.9 a 5%, de acuerdo a Ramírez (2024).

Tabla 3.4 Tiempo de electrólisis de las soluciones salinas.

% p/p	Tiempo h/min/s
8	01:23:00
16	02:00:00
24	04:00:00



Figura 3.1 Generador de agua de desinfección de 5 voltios y 2 A

La cantidad en gramos de cloro se calcula con la Ecuación 2.4, se plantea preparar 95 mL de solución electrolizada de cada concentración.

$$g_{Cl} = I (A) \cdot t (s) \cdot \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 A \cdot s} \cdot \frac{1 \text{ mol } e^{-}}{96500 C} \cdot \frac{x \text{ mol } Cl_{2(g)}}{z \text{ mol } e^{-}} \cdot \frac{m (g)_{Cl_{2(g)}}}{1 \text{ mol}_{Cl_{2(g)}}$$

De acuerdo a la Ecuación 2.1 se tiene la relación $1 \text{ mol } Cl_{2(g)} = 2 \text{ mol } e^{-}$

Sustituyendo:

$$g_{Cl} = 2 A \cdot 83 \text{ min} \cdot \frac{60s}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 A \cdot s} \cdot \frac{1 \text{ mol } e^{-}}{96500 C} \cdot \frac{1 \text{ mol } Cl}{2 \text{ mol } e^{-}} \cdot \frac{70.91 g}{1 \text{ mol}_{Cl}} = 3.66 g$$

Para calcular el porcentaje de Cl_2 se tiene el dato de densidad teórica, para la de ocho por ciento electrolizada igual a 1.0533 g/mL, multiplicando por el volumen de 95 mL se tiene la masa total, así: masa total = 1.0533 g/mL x 95 mL = 100.064 g, el porcentaje se obtiene dividiendo la masa de cloro gas entre la masa total de la solución salina, entonces:

$$\left(\frac{3.6594 g}{100.064 g} \right) \times 100 = 3.66 \%$$

Se aplicó el mismo procedimiento para las demás soluciones obteniendo los resultados de la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Porcentajes de cloro activo obtenido con los tiempos definidos para electrólisis de acuerdo a la concentración de sal.

% p/p de sal	t (min)	ρ teórica (g/mL)	$V_{\text{solución}}$	g Cl_2	% peso Cl_2
8	83	1.0533	95.00	3.6594	3.66%
16	120	1.1131		5.2907	5.00%
24	240	1.1767		10.581	9.47%

3.3. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS SOLUCIONES SALINAS CON Y SIN ELECTRÓLISIS.

La medición de las propiedades tanto químicas como físicas de las soluciones salinas permitirá determinar las posibles aplicaciones de las mismas, asimismo, se contará con la información requerida para elaborar la ficha técnica y etiqueta. En la Tabla 3.6. se listan las propiedades que se medirán en la investigación.

Tabla 3.6 Propiedades a medir de las soluciones salinas

1. Densidad	3. Homogeneidad	6. Corrosividad
2. pH	4. Estabilidad	7. Vida útil
5. Actividad bactericida		

A continuación, se presenta la metodología a emplear para medir cada una.

3.3.1. DENSIDAD.

La densidad se calculará utilizando la relación teórica entre masa y volumen de la solución.

$$\rho_{\text{solución}} = \frac{\text{masa}_{\text{solución}}}{\text{Volumen}_{\text{solución}}} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

3.3.2. PH.

El pH se medirá utilizando el pH metro medidor combinado de pH / CE / TDS HI98130 Hanna Combo (rango alto), debidamente calibrado antes de empezar a medir.

Se tomará un volumen de 40 mL de cada solución y se introducirá el pH metro, hasta que el valor de pH no varíe.



3.3.3. HOMOGENEIDAD.

Esta propiedad será tomada cualitativamente. Al momento de realizar las soluciones, se observará y anotará el color, olor y las fases presentes en las soluciones.

3.3.4. ESTABILIDAD.

Esta propiedad será estudiada midiendo el pH, conductividad y actividad antimicrobiana de las soluciones salinas al ser preparadas y al pasar un periodo de tiempo no menor a treinta días. Además, se realizará un estudio del efecto de la temperatura en las soluciones, se expondrán las soluciones a temperatura constante de 45 °C, 37 °C y temperatura ambiente durante un periodo de cuatro horas, se medirá cada 30 minutos la conductividad, para verificar la respuesta de la sal disuelta en las soluciones. La conductividad se medirá con el conductivímetro Control Company 4063 Traceable.



Figura 3.2 Conductivímetro Control Company 4063 Traceable.

3.3.5. ACTIVIDAD BACTERICIDA.

Para medir la actividad bactericida se utilizará la técnica de muestreo de hisopado de superficie y siembra de microorganismos en placas petrifilm de conteo aerobio (pruebas rápidas).

Para evaluar el poder residual se realizará la toma de muestras 30 segundos y 5 minutos después de aplicar la solución. Se describe el procedimiento.

1. Realizar 25 hisopos de 12.5 cm de alto con palillos de madera y algodón, empacarlos correctamente con papel periódico en paquetes de cinco unidades, asegurando que los hisopos no tengan contacto entre sí; es decir, que sea fácil retirar uno por uno al momento de hisopar sin exponer a los demás al ambiente con tal de asegurar que se mantengan estériles, y así poder asegurar que no se ha contaminado la muestra.
2. Realizar 12 porta muestras: de una caja firme recortar un cuadrado de 25.4 cm por lado y en su interior recortar un cuadro de 10 cm por lado, añadir un sujetador para sostenerlo y forrar completamente de papel aluminio para que tenga mayor firmeza, y empacar con papel kraf como se muestra en la Figura 3.3.

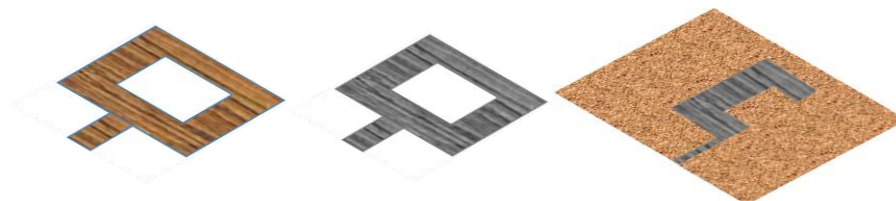


Figura 3.3 Preparación de porta muestra

3. Preparar 500 mL de solución salina al 1% en porcentaje peso, agregando 5.02 g de sal a 499 mL de agua destilada. Trasladar 10 mL a 25 tubos de ensayo con rosca (uno adicional). En otros 25 tubos, trasladar 9 mL de esta misma solución salina. No enroscar por completo los tubos.
4. Una vez finalizado los pasos anteriores, colocar en la autoclave todos los materiales preparados y las puntas de la micro pipeta, y esterilizar a 121 °C y 21 psi durante 25 minutos, en el caso de los hisopos y porta muestras, al finalizar la esterilización, secar durante 15 minutos en la autoclave.

5. Para la realización del *hisopado* se utilizarán los tubos de ensayo con 10 mL de solución salina al 1%. Se deben considerar las seis concentraciones, ya que son tres de soluciones no electrolizadas y tres electrolizadas. En la Figura 3.4 se ejemplifica las muestras a tomar solo para una concentración, lo mismo se repetirá con las demás concentraciones. Se debe utilizar guantes, mascarilla, redecilla y gabacha de laboratorio para realizar el procedimiento. Se rotulará a los porta muestras con los tiempos 30 s antes, 30 s después, 5 min antes y 5 min después, al igual que los tubos que deben tener rotulado también la concentración de la solución a trabajar. Cuando todo el material se encuentre a temperatura ambiente, se procede a hisopar:

- a. Seleccionar una superficie (área A), y limpiar con papel toalla seco.
- b. Colocar la porta muestra de 5 min antes y sumergir el hisopo en el tubo de ensayo de 5 min antes, humedecerlo e hisopar por completo el área de $10 \times 10 \text{ cm}^2$, introducirlo nuevamente al tubo y repetir procedimiento. Dejar el hisopo dentro del tubo, enroscar por completo y agitar suavemente por 10 s.
- c. Levantar la porta muestra y verter 5 mL de solución en el área hisopada y limpiar con papel toalla, colocar la porta muestra de 5 min después en la misma área hisopada y desinfectada, e iniciar el temporizador.
- d. Durante estos 5 min, realizar el procedimiento para 30 s, limpiar otra área (área B) con papel toalla seco y colocar la porta muestra de 30 s antes, hisopar con el procedimiento descrito anteriormente y repetir proceso de desinfección (como a, b y c), colocar la porta muestra de 30 s después y cronometrar 30 s, al transcurrir los 30 s hisopar nuevamente con el tubo de 30 s después y enroscar por completo el tubo al finalizar.
- e. Al terminar los 5 min, hisopar nuevamente el área A, con el tubo de 5 min después, dejar el hisopo en el tubo y enroscar.

Al finalizar con cada hisopado, se debe agitar suavemente por 10 s el tubo. De esta forma se tiene completo el hisopado de una concentración, repetir el procedimiento con las demás soluciones. Es importante tener listo el hisopo unos segundos antes de finalizar los periodos

de 30 s y los 5 min para asegurar el cumplimiento de los tiempos. El procedimiento se muestra en la Figura 3.4. Al finalizar, si no se puede continuar con la siembra de microorganismos, guardar los tubos debidamente enroscados en el refrigerador.

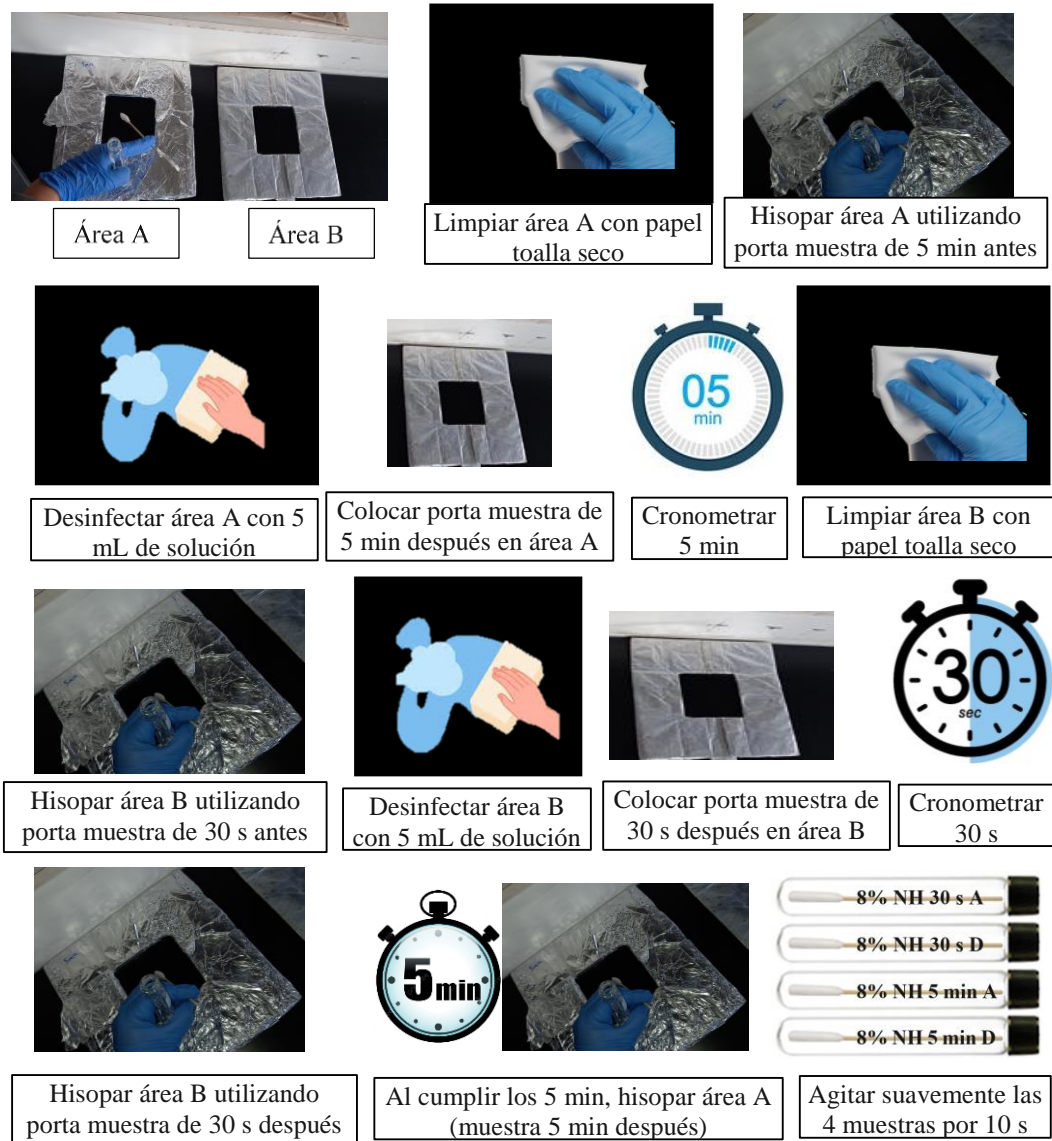


Figura 3.4 Procedimiento de hisopado de muestras. Se utiliza la concentración del 8% no electrolizada (NH) para ejemplificar como quedarían los tubos de ensayo rotulados.

6. Para la realización de *la siembra de microorganismos* es necesario que las muestras y las soluciones diluyentes se encuentren a temperatura ambiente. Se debe utilizar guantes, mascarilla, reddecilla y gabacha de laboratorio para realizar el procedimiento. De acuerdo a las pruebas piloto, se determinó que se tomaría una alícuota de la muestra directa y realizar una única dilución (diez a la menos uno). Se debe esterilizar el área de trabajo y fijar un área estéril, puede realizarse delimitando el área con mecheros. Rotular las placas petrifilm con la concentración, si es electrolizada o no electrolizada, el tiempo, si es antes o después y la dilución. Preparar la micro pipeta con la medida de 1 mL o 1000 μ L. Las puntas deben estar estériles. Preparar un vaso de precipitado de 400 mL con solución desinfectante de cloruro de benzalconio al 1%, para colocar las puntas de la micro pipeta ya utilizadas. Tomar 1 mL de la muestra (tubo A) y transferirlo a un tubo con 9 mL de solución diluyente (tubo B). Tomar 1 mL del tubo A y colocarlo en la placa petrifilm de conteo aerobio. Volver a tomar otro mL del tubo A y colocarlo en otra placa petrifilm de conteo aerobio. Agitar vigorosamente el tubo B por 10 s y transferir 1 mL a una placa petrifilm por duplicado. Este procedimiento se repetirá con cada tubo de muestra como se observa en la Figura 3.5. Por cada concentración, se utilizarán 16 placas petrifilm en total.

Una vez terminadas las siembras, incubar por 48 horas a 37 grados Celsius. Al transcurrir las 48 horas, se debe realizar el recuento en placa utilizando una cuenta colonias, y calcular la efectividad antimicrobiana de las soluciones con la Ecuación 3.2.

Las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) son el número de microorganismos que pueden formar colonias cuando son cultivadas por esparcido o vertido en placa (OSARTEC, 2018). El porcentaje de efectividad es la relación porcentual en que se ha disminuido una cantidad de UFC medida en una superficie no porosa al aplicar el desinfectante.

$$\%efectividad = 100 - \frac{\text{número de UFC recuperadas}}{\text{número de UFC inoculadas}} \cdot 100 \quad (\text{Claros et al., 2015})$$

Ecuación 3.2

Dónde: Número de UFC inoculadas: UFC obtenidas antes de aplicar el desinfectante multiplicado por la dilución utilizada. Número de UFC recuperadas: UFC obtenidas después del tiempo de contacto con el desinfectante multiplicado por la dilución utilizada.

Los tubos de las muestras, las soluciones salinas diluyentes utilizadas, las placas petrifilm y todo material de descarte deben envolverse en papel kraft, y esterilizarse en autoclave antes de su disposición. Los porta muestras pueden reutilizarse una vez sean esterilizados.

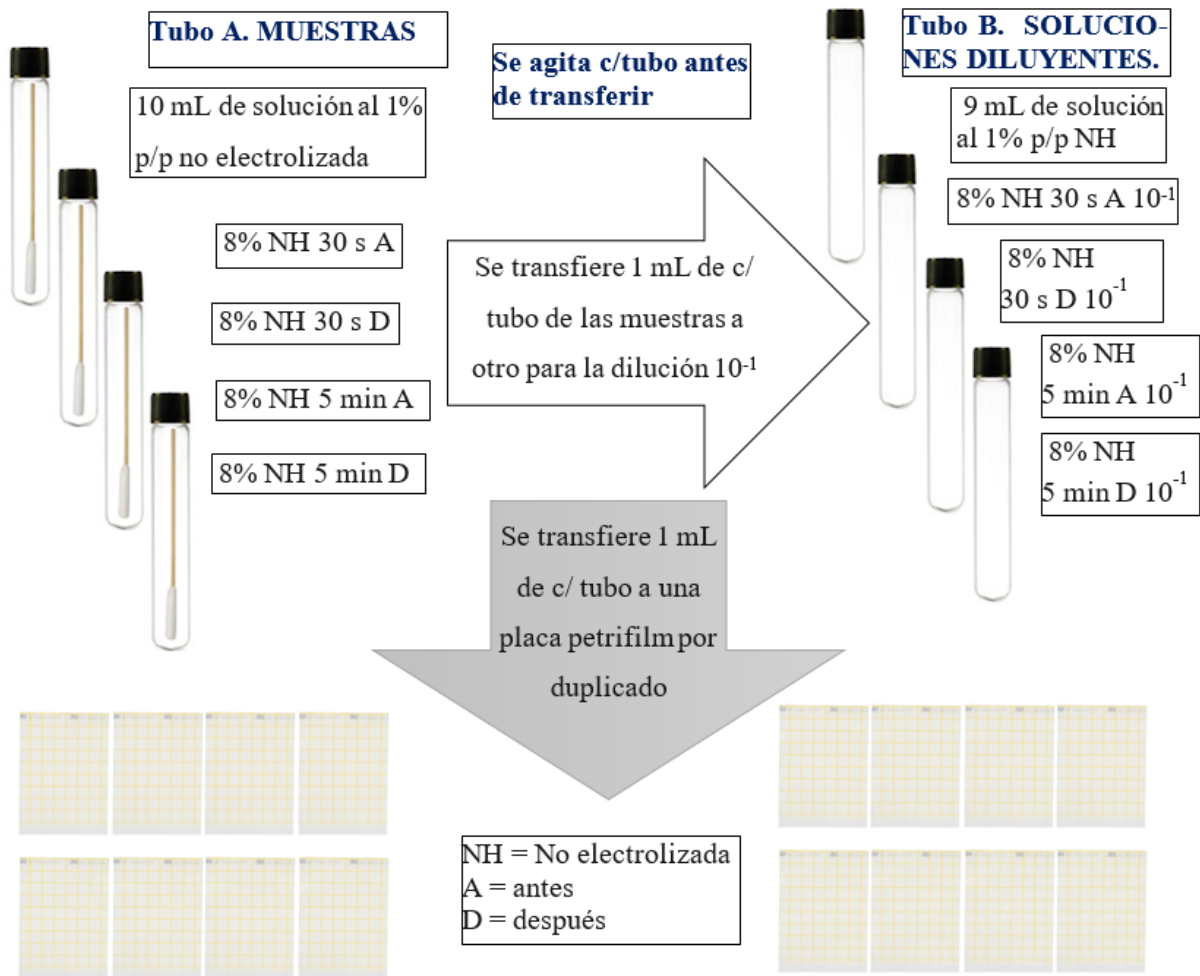


Figura 3.5 Procedimiento de siembra de microorganismos.

3.3.6. METODOLOGÍA DE CORROSIVIDAD.

Debido a la naturaleza corrosiva de la sal, se medirá esta propiedad de gran relevancia y así, verificar su posible aplicación.

Con el uso de la ecuación fundamental para expresar la velocidad de corrosión como la disminución del espesor por unidad de tiempo (Ecuación 3.3), y los valores de la constante dados en la Tabla 3.7. (Metal Samples Company, 2024) se determinará esta información.

$$C = k \cdot \frac{m}{A \cdot \rho \cdot t} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Dónde: C = velocidad de corrosión [=] mm/año; k = constante de conversión 8.76×10^4 ; m = masa perdida = masa_{inicial} - m_{final} [=] g; A = Área de exposición de la pieza [=] cm²; ρ = densidad del material [=] g/cm³; t = tiempo de exposición [=] horas.

Tabla 3.7 Valores y unidades de la constante de corrosión de la velocidad de corrosión como la disminución de espesor (Metal Samples Company, 2024).

Unidad de tasa de corrosión deseada (CR)	Unidad de área (A)	Factor k
milipulgadas/año (mpy)	in ²	5.34×10^5
milipulgadas/año (mpy)	cm ²	3.45×10^6
milímetros/año (mmy)	cm ²	8.76×10^4

El experimento consistirá en dejar un tornillo de acero inoxidable en un frasco de vidrio con tapa con 20 mL (cantidad que cubre por completo el tornillo) de la solución a evaluar por el periodo de un mes, se tomará el peso de los tornillos. Se someterá cada solución por triplicado. Las piezas a sumergir serán los tornillos para lámina cabeza pan Phillips de acero inoxidable 8 x 1/2 plg. La densidad del acero inoxidable AISI 304 es de 7.3 g/cm³ (Grumeber SL, 2021). Las dimensiones del tornillo se observan en la Figura 3.6.



Figura 3.6 Pieza a utilizar para pruebas de corrosividad

Cálculo del área de exposición de la pieza.

Área superficial del vástago

$$A_1 = S \cdot \pi \cdot r = 1.3 \cdot \pi \cdot (0.2) = 0.8168 \text{ cm}^2$$

Área superficial de la cabeza

$$A_2 = 2 \cdot \pi \cdot r^2 = 2(0.4)^2 \cdot \pi = 1.0053 \text{ cm}^2$$

Área de exposición de la pieza

$$A = A_1 + A_2 = 0.8168 + 1.0053 = 1.8221 \text{ cm}^2$$

Procedimiento.

1. Rotular 18 frascos de vidrio con la concentración de la solución, la fecha en que fue elaborada, si es electrolizada o no electrolizada.
2. Pesar cada tornillo en balanza analítica y anotar datos del pesado inicial. Colocar el tornillo dentro del frasco previamente rotulado y verter los 20 mL de la solución salina respectiva.
3. Dejar reposar durante siete días, retirar cada tornillo de la solución con pinza, secar completamente con papel toalla, pesar en balanza analítica, anotar el peso y la apariencia.
4. Al transcurrir el mes, utilizar pinzas para extraer cada tornillo de la solución, secar completamente con papel toalla, pesar en balanza analítica, anotar el peso y la apariencia.

3.3.7. VIDA ÚTIL.

Se mantendrán las muestras de las soluciones salinas a las condiciones ambiente del área metropolitana de San Salvador, la temperatura promedio va de 30.1 °C la alta y 17.7 °C la baja, con una humedad relativa promedio anual de 73% (DatosMundial.com, 2024), con el fin de estudiar el efecto del paso del tiempo y cómo afecta éste a las propiedades del desinfectante. La prueba a realizar tendrá una duración de 50 días, evaluando cuantitativamente la permanencia del poder bactericida a los 50 días. Durante este tiempo también se observará la estabilidad de las soluciones efectivas preparadas.

4. CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se presentan los resultados de la metodología descrita en el capítulo anterior. Se describe detalladamente los pasos realizados y como se obtuvieron los datos. Así como también, se presentan los cálculos e imágenes del trabajo realizado. Además, se presenta el análisis de los resultados obtenidos en cada propiedad medida o calculada.

4.1. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES SALINAS CON Y SIN ELECTROLISIS.

En la preparación de las soluciones salinas, la dilución de la sal se realizó a temperatura ambiente. Al utilizar las cantidades de agua y sal de la Tabla 3.3, se obtuvo un volumen de 299 ± 3 mL. La apariencia de las soluciones salinas no electrolizadas era transparente, y amarillento para las soluciones salinas electrolizadas como se muestra en la Figura 4.1.



Figura 4.1 Soluciones salinas no electrolizadas (izquierda) y electrolizadas (derecha).

El olor de las soluciones salinas electrolizadas es levemente irritante, aumenta conforme aumenta la concentración, debido al característico olor del hipoclorito de sodio.

4.2. DENSIDAD.

Se presentan los datos obtenidos en las tres corridas experimentales en la Tabla 4.2.

Tabla 4.1 Fechas de elaboración de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas de las tres corridas experimentales.

N° de corrida	1	2	3
Fecha de elaboración	19/8/2024	22/8/2024	29/8/2024

Tabla 4.2 Resultados para cálculo de la densidad de la primera corrida experimental.

% p/p	Solución salina	m_{beaker} (g)	m_{total}	$m_{solución}$ (g)	$V_{solución}$ (mL)	ρ experimental solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)
8	No elec- trolizada	194.8032	508.4830	313.6798	299.0000	1.0491
16		200.3787	531.0000	330.6213	300.0000	1.1021
24		207.0595	554.0000	346.9405	299.0000	1.1603
8	Electroli- zada	64.8000	106.4300	41.6300	40.0000	1.0408
16		64.8000	108.0812	43.2812	40.0000	1.0820
24		64.8000	111.1567	46.3567	40.0000	1.1589

Tabla 4.3 Resultados para cálculo de la densidad de la segunda corrida experimental.

% p/p	Solución salina	m_{beaker} (g)	m_{total}	$m_{solución}$ (g)	$V_{solución}$ (mL)	ρ experimental solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)
8	No elec- trolizada	176.8000	491.6000	314.8000	298.0000	1.0564
16		176.8000	511.0000	334.2000	300.0000	1.1140
24		176.8000	527.5000	350.7000	301.0000	1.1651
8	Electroli- zada	47.9000	89.6000	41.7000	40.0000	1.0425
16		47.9000	91.1000	43.2000	40.0000	1.0800
24		47.9000	94.1200	46.2200	40.0000	1.1555

Tabla 4.4 Resultados para cálculo de la densidad de la tercera corrida experimental.

% p/p	Solución salina	m_{beaker} (g)	m_{total}	$m_{solución}$ (g)	$V_{solución}$ (mL)	ρ experimental solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)
8	No elec- trolizada	48.1915	90.3318	42.1403	40.0000	1.0535
16		48.1915	92.3080	44.1165	40.0000	1.1029
24		48.1915	94.7865	46.5950	40.0000	1.1649
8	Electroli- zada	48.1893	89.4800	41.2907	40.0000	1.0323
16		48.1893	91.7176	43.5283	40.0000	1.0882
24		48.1893	94.2427	46.0534	40.0000	1.1513

En la Tabla 4.5 se presentan los valores obtenidos en las tres corridas experimentales, la desviación estándar muestral y un valor promedio. En la Tabla 4.6, se realizó una comparación de los promedios con los valores teóricos para las soluciones salinas no electrolizadas.

Tabla 4.5 Resumen de los valores de densidad experimental obtenidos y su desviación estándar muestral.

% p/p	Solución salina	ρ experimental solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)			Desviación estándar	Prome- dio
8	No electrolizada	1.0491	1.0564	1.0535	0.0037	1.0530
16		1.1021	1.114	1.1029	0.0067	1.1063
24		1.1603	1.1651	1.1649	0.0027	1.1634
8	Electrolizada	1.0408	1.0425	1.0323	0.0055	1.0385
16		1.082	1.08	1.0882	0.0043	1.0834
24		1.1589	1.1555	1.1513	0.0038	1.1552

Tabla 4.6 Densidad promedio de las soluciones salinas no electrolizadas.

Concentración % p/p	8	16	24
ρ experimental solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)	1.0530	1.1063	1.1634
ρ teórica solución a T ambiente 27 °C (g/cm ³)	1.0533	1.1131	1.1767
Variación porcentual con respecto al valor teórico	0.0285 %	0.6109 %	1.1303 %

Se establecen la hipótesis nula y alterna para realizar una prueba t de comparación de promedios de las densidades experimentales y las densidades teóricas, a un nivel de significancia de 0.05:

Hipótesis nula H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ e Hipótesis alterna H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$

Al realizar una prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales, se obtuvo que el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 2.776) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -0.351) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.743) es superior al nivel de significancia (0.05), por lo tanto, no hay evidencia significativa para decir que las medias de las densidades teóricas y experimentales de las soluciones son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula no se rechaza.

En el caso de las soluciones salinas electrolizadas, de acuerdo a la riqueza en hipoclorito de sodio (NaOCl), se dará una variación en el valor de la densidad como se muestra en la Tabla 4.7 de las densidades acorde al porcentaje en peso de Cloro activo.

Tabla 4.7 Densidades de soluciones de Hipoclorito de sodio de acuerdo a (Ramírez, 2024)

Densidad g/cm ³ (a 20 °C)	Riqueza en NaOCl	
	g de Cloro activo/L	% en peso de Cloro activo
1.036	22	2.12
1.043	27	2.58
1.051	32	3.04
1.058	37	3.49
1.066	42	3.93
1.074	47	4.37
1.082	53	4.90
1.091	58	5.32
1.099	64	5.82
1.107	69	6.23
1.116	76	6.81
1.125	82	7.28
1.134	88	7.76
1.143	94	8.22
1.152	100	8.68
1.161	106	9.13

En la Tabla 4.8 se muestran las densidades promedio para las soluciones salinas electrolizadas, y se muestra los intervalos de g de Cloro activo/L y % en peso de Cloro activo entre los que se encuentra cada solución.

Tabla 4.8 Densidad promedio de las soluciones salinas electrolizadas.

Concentración % p/p	8	16	24
ρ solución experimental promedio a T ambiente 27 °C (g/cm ³)	1.0385	1.0834	1.1552
g de Cloro activo/L	[22, 27]	[53, 58]	[100,106]
% en peso de Cloro activo	[2.12, 2.58]	[4.90, 5.32]	[8.68, 9.13]

4.3. PH.

Antes de realizar la medida de pH de las soluciones, se realizó la calibración del pH metro medidor combinado de pH / CE / TDS HI98130 Hanna Combo (rango alto) con el juego de tampones estándar (pH 4.01 / 7.01 / 10.01). El instrumento cuenta con una exactitud del pH ± 0.05 pH. En la Tabla 4.9, se presenta un resumen de los pH, las desviaciones estándar muestral y los promedios obtenidos.

Tabla 4.9 Medidas de pH de las soluciones salinas con y sin electrólisis, a los 7 días de su elaboración.

% p/p	Solución salina	Corrida N° 1		Corrida N° 2		Corrida N° 3		Desviación estándar	Promedio
		T °C	pH	T °C	pH	T °C	pH		
8	No electrolizada	29.1	7.75	29.4	8.05	27	7.31	0.3722	7.70
16		29.6	7.49	28.6	7.12	29.3	7.03	0.2438	7.21
24		29.6	6.88	28.8	6.78	29.7	7.06	0.1419	6.91
8	Electrolizada	26.2	9.88	25.9	11.04	31.6	10.97	0.6505	10.63
16		26.5	9.81	27.7	10.78	28.4	10.72	0.5435	10.44
24		29.7	10.58	26	11.19	30.3	11.26	0.3740	11.01

Al tener presente estos datos de densidad y pH, en el caso de las soluciones salinas electrolizadas, se observa que la de concentración del 16% de sal con dos horas de electrólisis, tiene las propiedades semejantes a la de una solución de hipoclorito de sodio al 5.5 % en peso de cloro, ya que ésta tiene una densidad relativa de 1.1 (a 20 °C) y el pH = 11, de acuerdo a los datos brindados en Ramírez (2024).

4.4. HOMOGENEIDAD.

Al realizar la preparación de las soluciones salinas no electrolizadas se observó una sola fase. Al transcurrir un día, existía presencia de precipitado de color naranja que aumentaba acorde a mayor concentración de sal.

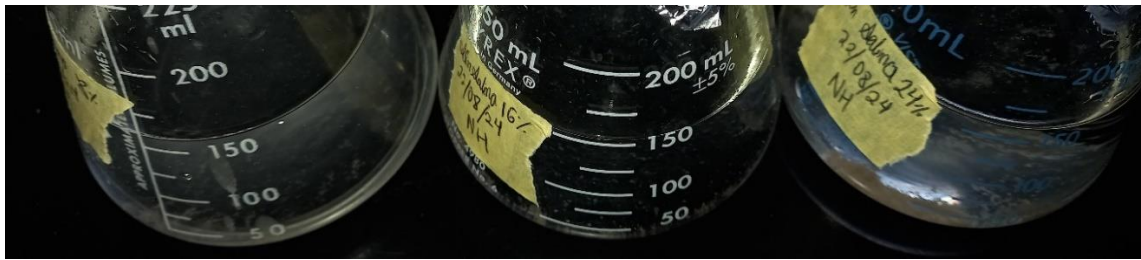


Figura 4.2 Soluciones salinas no electrolizadas al transcurrir un día.

En la electrólisis de la solución salina, se observaba el cambio al tono amarillento paulatinamente, y la liberación de gas.

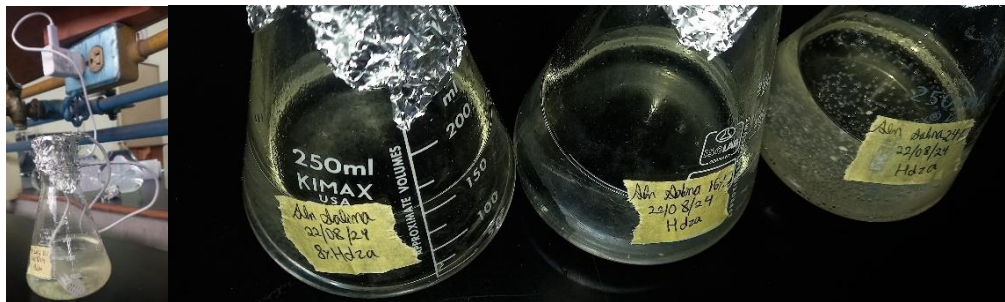


Figura 4.3 Soluciones salinas electrolizadas, las concentraciones de 8 y 16%, después de seis horas de su elaboración, y la de 24% después de una hora de su elaboración.

Antes de ser aplicadas en la superficie, se agitó a cada solución.

4.5. ESTABILIDAD.

Al finalizar la preparación de las soluciones, y medir la densidad y el pH, se dispuso de las soluciones en los recipientes para su almacenamiento por 50 días.



Figura 4.4 Almacenamiento de las soluciones salinas.

En el caso de las soluciones salinas electrolizadas se espera pérdida de cloro al transcurrir los 50 días. Para comprobar si existe un cambio en las propiedades, se midió nuevamente el pH al haber transcurrido el periodo definido.

Se efectuó la medición de la conductividad a temperatura ambiente, 37 ° C y 45 °C, durante cuatro horas cada 30 minutos de soluciones frescas. La temperatura constante se logró con un Baño María, como se muestra en la Figura 4.5. Los resultados obtenidos se presentan en Las Figuras de la 4.6 a la 4.8.



Figura 4.5 Baño María para la evaluación de las soluciones a tres temperaturas: ambiente, 37 y 45 grados centígrados.

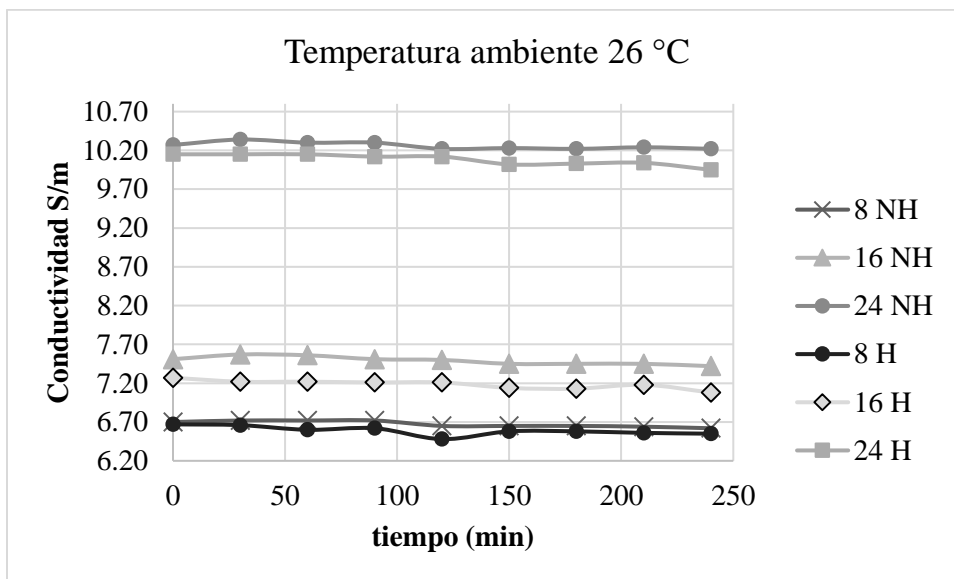


Figura 4.6 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura ambiente.

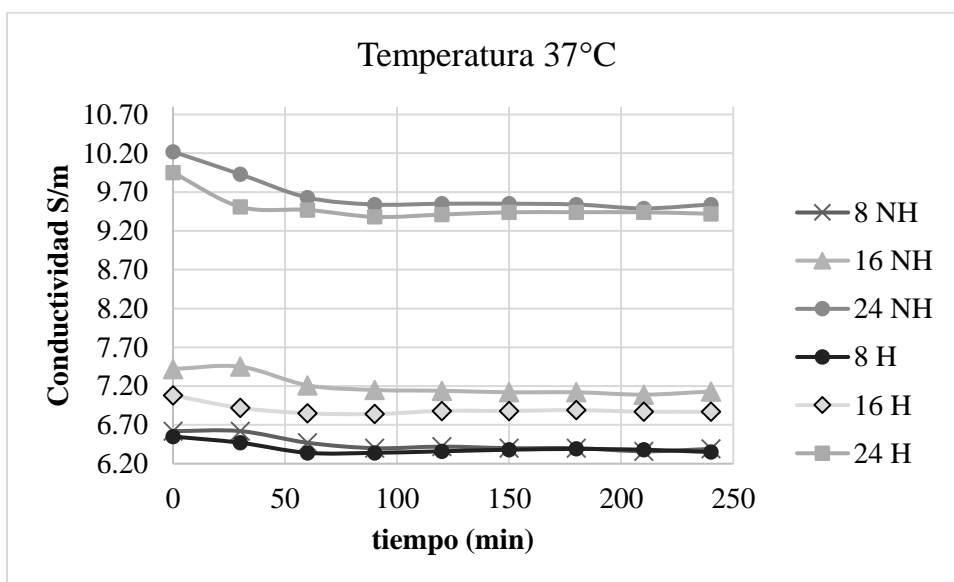


Figura 4.7 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura de 37 grados centígrados.

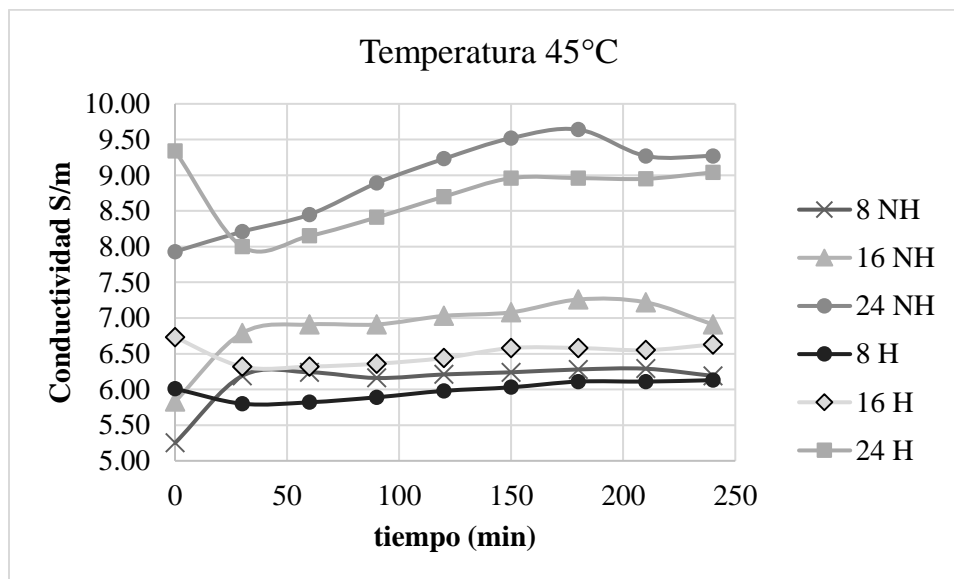


Figura 4.8 Efecto de la temperatura en las conductividades de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H) a temperatura de 45 grados centígrados.

Las conductividades a temperatura ambiente se mantuvieron casi constantes, al aumentar la temperatura del experimento, la variación en las conductividades era mayor. En la temperatura de 37 grados centígrados, hubo una disminución en las conductividades al finalizar el experimento en todas las soluciones. En la temperatura constante de 45 grados centígrados, en todas las soluciones excepto la de concentración del 24 % electrolizada hubo un incremento en las conductividades.

4.6. ACTIVIDAD BACTERICIDA.

Para esta propiedad fue necesario realizar pruebas piloto para determinar las diluciones a realizar. El tiempo promedio de realización de los hisopados es de dos horas y media. Se realizaron por la tarde y los tubos se refrigeraron por un periodo de tres días en cada corrida, debido a restricciones de tiempo y espacio para la realización de la siembra de microorganismos. En la Figura 4.9 es posible apreciar los porta muestras y los hisopos utilizados para muestrear una solución.



Figura 4.9 Ejemplificación del proceso de hisopado.

La siembra de microorganismos se realizó en un área estéril, delimitada por mecheros Bunsen. Se utilizaron las Placas 3M Petrifilm™ para Recuento de Aerobios (3M Petrifilm™ Aerobic Count Plates). Para tomar las alícuotas se utilizó una micro pipeta.



Figura 4.10 Ejemplificación de montaje para siembra de microorganismos.

Para las pruebas piloto se utilizaron los hisopos 3M™ Quick Swab e hisopos de palillos de madera y algodón como los de la Figura 4.9, con solución salina al 1% como diluyente, ambos brindaron resultados efectivos, por lo que se utilizó la segunda opción. Para la primera corrida y las soluciones no electrolizadas de la segunda corrida se realizaron dos diluciones en 10 partes (10^{-1}) y en 100 partes (10^{-2}). Para las soluciones electrolizadas de la segunda corrida y todas las soluciones de la tercera corrida se realizó siembra directa y una dilución

en 10 partes (10^{-1}), debido a que las diluciones en 100 partes de las no electrolizadas no presentaban lectura de microorganismos en la mayoría de los casos.

Se incubaron las placas por un periodo de 48 horas a 37 °C.



Figura 4.11 Incubación de placas por 48 horas.

Después del periodo de incubación se procedió a realizar la lectura de las placas con una cuenta colonias.

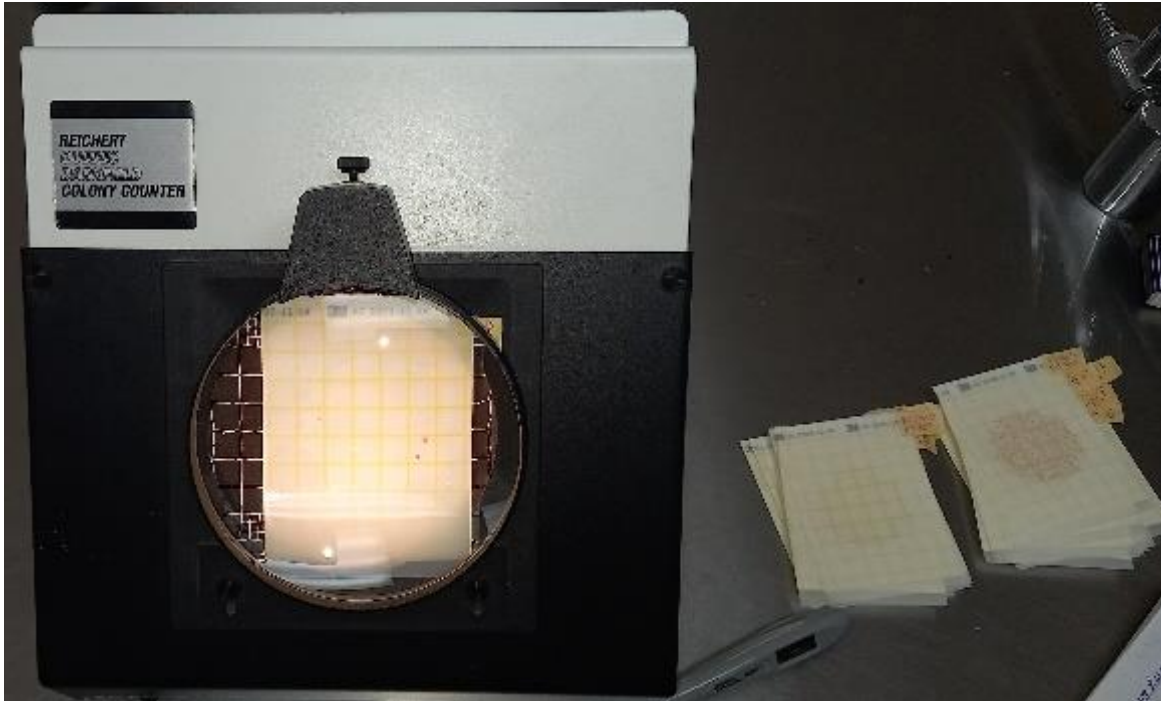


Figura 4.12 Conteo de colonias.

En la Tabla 4.10 se presentan los resultados obtenidos en porcentaje de efectividad. En el Anexo 1, se presentan de forma detallada los resultados obtenidos en UFC, tanto para las pruebas realizadas con las soluciones frescas y después de haber sido almacenadas. Algunas placas petrifilm, presentan el resultado en el conteo como demasiado numeroso para contar, por lo que se colocó la cantidad incontable (I), si después de haber aplicado la solución salina existía un valor de UFC, para cálculo del porcentaje de efectividad se toma como incontable la cantidad de 10^6 UFC inoculadas para obtener un valor aproximado de efectividad. Asimismo, se encuentran las imágenes de las placas petrifilm de todas las muestras después de haber sido incubadas por 48 horas.

Tabla 4.10 Cuadro comparativo de los porcentajes de efectividad obtenidos en las tres corridas experimentales por dilución y tiempo de contacto con las soluciones salinas dentro de siete días de su elaboración.

% p/p	Solución	% Efectividad a los 30 s. 1er dilución					% Efectividad a los 30 s. 2da dilución					
		N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	Pro-medio final
		1	2	3			1	2	3			
8	No electrolizada	97.21	100.00	50.00	28.10	82.40	85.71	100.00	-	10.10	92.86	87.63
16		96.43	100.00	92.97	3.52	96.47	100.00	-	92.31	5.44	96.15	96.31
24		100.00	100.00	88.89	6.41	96.30	100.00	100.00	60.00	23.09	86.67	91.48
8	Electrolizada	100.00	93.33	93.33	3.85	95.56	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	97.78
16		100.00	92.31	99.72	4.36	97.34	100.00	-	100.00	0.00	100.00	98.67
24		99.98	100.00	95.52	2.58	98.50	99.97	98.05	85.71	7.73	94.58	96.54

% p/p	Solución	% Efectividad a los 5 min. 1er dilución					% Efectividad a los 5 min. 2da dilución					
		N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	Pro-medio final
		1	2	3			1	2	3			
8	No electrolizada	100.00	100.00	91.67	4.81	97.22	99.99	100.00	100.00	0.01	100.00	98.61
16		100.00	66.67	81.82	16.69	82.83	100.00	-	100.00	0.00	100.00	91.41
24		96.15	100.00	88.89	5.64	95.01	100.00	-	100.00	0.00	100.00	97.51
8	Electrolizada	100.00	85.71	60.00	20.27	81.90	100.00	50.00	100.00	28.87	83.33	82.62
16		100.00	100.00	99.58	0.24	99.86	100.00	100.00	100.00	0.00	100.00	99.93
24		100.00	82.32	82.03	10.29	88.11	100.00	100.00	94.12	3.39	98.04	93.08

Con estos resultados se podría decir que la solución salina electrolizada a la concentración de 16%, obtuvo los mejores resultados. Sin embargo, el porcentaje de efectividad no cumple con los requerimientos de la prueba de la AOAC 960.09 Acción desinfectante, germicida y detergente de desinfectantes.

En la Figura 4.13 se aprecian de forma gráfica los resultados en los porcentajes de efectividad promedio de las dos diluciones de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas, en donde puede observarse que el tiempo de aplicación de 30 s y 5 min, en el caso de las no electrolizadas, resultaron más efectivas a los 5 min, pero en las electrolizadas los 30 segundos dieron mejores resultados, aunque la solución del 16% electrolizada dio el mejor resultado a los 5 min de su aplicación.

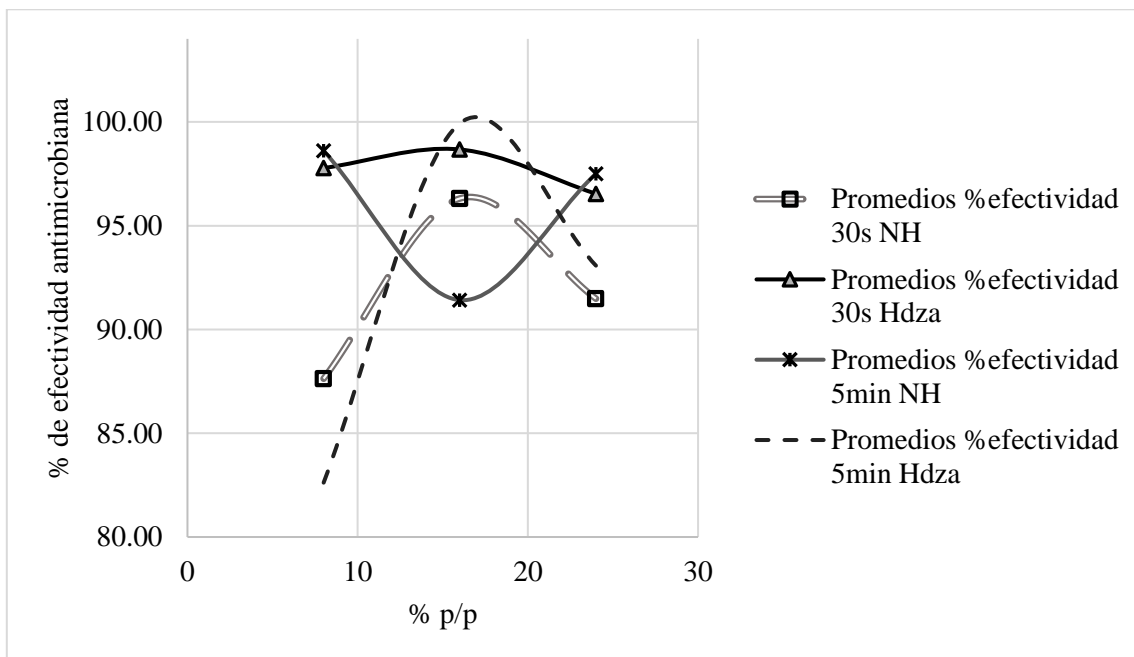


Figura 4.13 Representación de los promedios de efectividad de los dos tiempos de contacto de 30 s y 5 min de las soluciones salinas electrolizadas (Hdza) y no electrolizadas (NH).

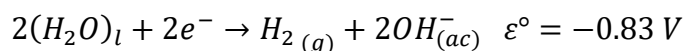
Se establecen la hipótesis nula y alterna para realizar una prueba t de comparación de los porcentajes de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas en los dos tiempos de contacto de 30 s y 5 min:

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ e Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

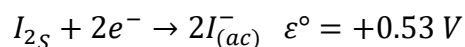
Al realizar la prueba t para dos muestras emparejadas, en el caso de las no electrolizadas el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -0.861) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.48) es mayor al nivel de significancia (0.05). En el caso de las electrolizadas el valor crítico de “t” (Valor crítico de t

(dos colas) = 4.303) es mayor al estadístico “t” (Estadístico $t = 1.186$) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.357) es superior al nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, no hay evidencia significativa para decir que las medias de los porcentajes de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas en los dos tiempos de contacto de 30 s y 5 min, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula no se rechaza en ninguno de los casos.

Entonces, se obtiene que, al aumentar la concentración de sal iodada en la solución salina electrolizada, la efectividad antimicrobiana se reduce. Esto es debido a la electroquímica del proceso. Al aumentar la sal, en el cátodo existirá mayor competencia entre el hidrógeno del agua (ver Ecuación 2.2) y el yodo por reducirse, al tener el yodo un potencial estándar de reducción más positivo como se muestra en las Ecuaciones 4.1 y 4.2, tomadas de Chang & Goldsby (2017), por lo tanto, se producirá mayor cantidad de yodo acuoso que es menos efectivo para la desinfección de superficies. Asimismo, el yodo generado se degrada con mayor facilidad que el cloro, por lo que un aumento de temperatura o exposición a la luz solar aceleraría este proceso, disminuyendo aún más la efectividad.



Ecuación 4.1 Potencial estándar de reducción del agua.



Ecuación 4.2 Potencial estándar de reducción del yodo sólido.

4.7. CORROSIVIDAD.

Se pesaron los tornillos y se colocaron dentro de los frascos de vidrio con tapadera, cubiertos con 20 mL de la solución respectiva como se muestra en la Figura 4.14. Los pesos iniciales y los pesos luego de transcurrido una semana con las observaciones respectivas se muestran en la Tabla 4.11. Se ha designado la letra A para las soluciones de la primera corrida experimental, B para la segunda y C para la tercera.



Figura 4.14 Prueba de corrosión de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas.

Tabla 4.11 Resultados en la prueba de corrosividad, lectura de pesos, soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas en la primera semana del experimento.

% p/p	Solución	Pesos iniciales			Pesos después de 1 semana			Observaciones después de 1 semana
		A	B	C	A	B	C	
8 16	No electrolizada	1.4792	1.4809	1.4822	1.4792	1.4809	1.4822	No hay oxidación Oxidación en A, pero B y C no presentan oxidación.
		1.4770	1.4738	1.4736	1.4768	1.4738	1.4733	
		1.4847	1.4735	1.4721	1.4846	1.4733	1.4720	
8 16 24	Electrolizada	1.4792	1.4825	1.4815	1.4792	1.4753	1.4782	Tornillos corroídos
		1.4723	1.4725	1.4821	1.4715	1.4653	1.4772	Tornillos corroídos
		1.4833	1.4803	1.4753	1.4830	1.4800	1.4753	Tornillos corroídos

En la Tabla 4.12 se presenta las velocidades de corrosión tomando en cuenta la diferencia en masa de la primera semana.

Tabla 4.12 Resultados en las velocidades de corrosión de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas en la primera semana del experimento.

% p/p	Solución	C = velocidades de corrosión (mm/año)			Promedio	Ejemplo de cálculo
		C_A	C_B	C_C		
8	No	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	$C_{16A} = k \cdot \frac{m}{A \cdot \rho \cdot t}$ $= 8.76 \cdot 10^4$
16	electrolizada	0.0078	0.0000	0.0118	0.0065	
24	electrolizada	0.0039	0.0078	0.0039	0.0052	
8	Electrolizada	0.0000	0.2822	0.1294	0.1372	$\cdot \left(\frac{(1.4770 - 1.4768)g}{1.8221cm^2 \cdot 7.3g/cm^3 \cdot 7d \cdot 24h} \right)$ $= 0.0078 \text{ mm/año}$
16		0.0314	0.2822	0.1921	0.1686	
24		0.0118	0.0118	0.0000	0.0078	

En la Figura 4.15 se muestra como se ven afectados los tornillos por el efecto corrosivo de las soluciones salinas no electrolizadas y en la Figura 4.16 las soluciones electrolizadas después de 30 días.



Figura 4.15 Tornillos dentro de las soluciones no electrolizadas después de 30 días.



Figura 4.16 Tornillos dentro de las soluciones electrolizadas después de 30 días.

En las Tablas 4.13 y 4.14, se presentan los resultados obtenidos luego de 30 días en cuanto a la lectura de pesos y el cálculo de la velocidad de corrosión.

Tabla 4.13 Resultados en la prueba de corrosividad, lectura de pesos, soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas después de 30 días del experimento.

% p/p	Solución	Pesos iniciales			Pesos después de 30 días			Observaciones después de 1 mes
		A	B	C	A	B	C	
8	No electrolizada	1.4792	1.4809	1.4822	1.4792	1.4809	1.4820	No hay oxidación aparente
16		1.4770	1.4738	1.4736	1.4768	1.4738	1.4732	Oxidación en A, pero B y C no presentan oxidación aparente.
24		1.4847	1.4735	1.4721	1.4844	1.4730	1.4717	Tornillos corroídos y oxidados
8	Electrolizada	1.4792	1.4825	1.4815	1.4791	1.4727	1.4775	Tornillos corroídos y oxidados
16		1.4723	1.4725	1.4821	1.4710	1.4636	1.4754	Tornillos corroídos y oxidados
24		1.4833	1.4803	1.4753	1.4808	1.4774	1.4753	Tornillos corroídos y oxidados

Tabla 4.14 Resultados en las velocidades de corrosión de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas después de 30 días del experimento.

% p/p	Solución	C = velocidades de corrosión (mm/año)			Promedio	Ejemplo de cálculo
		C_A	C_B	C_C		
8	No electrolizada	0.0000	0.0000	0.0018	0.0006	$C_{16A} = k \cdot \frac{m}{A \cdot \rho \cdot t}$ $= 8.76 \cdot 10^4$
16		0.0018	0.0000	0.0037	0.0018	
24		0.0027	0.0046	0.0037	0.0037	
8	Electrolizada	0.0009	0.0896	0.0366	0.0424	$\cdot \left(\frac{(1.4770 - 1.4768)}{1.8221 \text{ cm}^2 \cdot 7.3 \text{ g/cm}^3} \right)$ $= 0.0018 \text{ mm/año}$
16		0.0119	0.0814	0.0613	0.0515	
24		0.0229	0.0265	0.0000	0.0165	

Teniendo estos resultados, las soluciones salinas electrolizadas podrían utilizarse en superficies metálicas realizando el correcto proceso de desinfección, es decir, realizar un lavado a la superficie después de desinfectar para remover los residuos de desinfectante.

4.8. VIDA ÚTIL.

La vida útil de un producto desinfectante es un dato muy importante para conocer el periodo efectivo y eficaz de su uso, de esta manera se tendrá la seguridad de que puede utilizarse durante este tiempo y esperar los mismos resultados. Por esta razón, se realizan pruebas de envejecimiento acelerado a condiciones definidas de almacenamiento de acuerdo a la normativa que se esté cumpliendo. Para este caso de investigación exploratoria, y como se tiene el parámetro de tiempo de una semana dado en Sojitra & Chotaliya (2021) para soluciones salinas no electrolizadas, se estableció prudente medir las propiedades luego del almacenamiento de las soluciones en un periodo mayor a 30 días, definiendo el tiempo de 50 días para medir la diferencia existente en las propiedades relevantes del producto como el pH, la conductividad y la efectividad antimicrobiana.

En la Tabla 4.15 se presentan los resultados de los pH leídos después de 50 días de la elaboración de las soluciones salinas.

Tabla 4.15 Medidas de pH de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas a los 50 días de su preparación.

% p/p	Solución salina	Corrida N° 1		Corrida N° 2		Corrida N° 3		Desviación estándar	Promedio
		T °C	pH	T °C	pH	T °C	pH		
8	No electrolizada	29.10	7.57	29.10	7.51	29.10	7.62	0.06	7.57
16		29.10	8.41	29.10	8.03	29.10	7.60	0.41	8.01
24		29.10	7.60	29.10	7.54	29.10	7.46	0.07	7.53
8	Electrolizada	26.20	7.46	26.20	9.00	26.20	8.69	0.81	8.38
16		26.50	7.70	26.50	8.30	26.50	8.38	0.37	8.13
24		26.00	8.37	26.00	8.08	26.00	8.30	0.15	8.25

En la Figura 4.17 se muestran las curvas de pH versus la concentración a los 7 días y a los 50 días de su elaboración. En la misma puede apreciarse que las más básicas fueron las electrolizadas en la primera semana de su elaboración, y que, al finalizar el experimento, sus valores decayeron, sin embargo, se mantuvieron arriba de las no electrolizadas frescas y las

de los 50 días. En el caso de las no electrolizadas de 16 y 24% presentaron valores más altos al finalizar los 50 días.

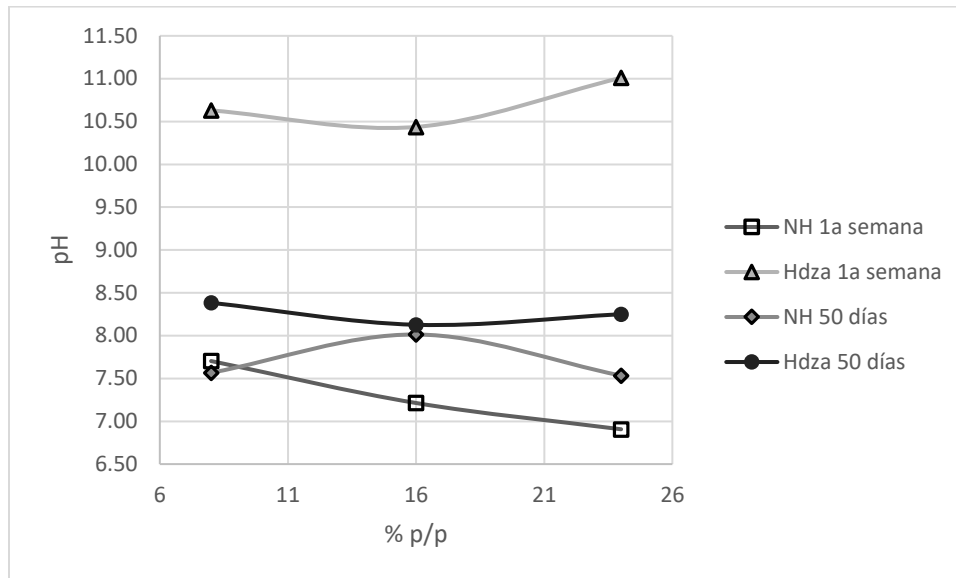


Figura 4.17 Comparación de los valores de pH de la primera semana y a los 50 días de la elaboración de las soluciones salinas no electrolizadas (NH) y electrolizadas (Hdza).

Se establecen la hipótesis nula y alterna para realizar una prueba t para dos muestras emparejadas, trabajando los datos por corrida experimental, para comparar los resultados de las soluciones a los 7 y 50 días:

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ e Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Al realizar una prueba t en Excel para dos muestras emparejadas para el caso de las soluciones no electrolizadas se tiene, en el caso de la primera corrida experimental, el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -1.439) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.289) es superior al nivel de significancia (0.05). En el caso de la segunda corrida el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -0.818) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.499) es superior al nivel de significancia (0.05). Para la tercera corrida el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -5.597) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.03) es inferior al nivel de significancia (0.05). Se concluye para la primera y segunda corrida que, no hay

evidencia significativa para decir que los valores de pH de las soluciones no electrolizadas a los 7 y 50 días, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula no se rechaza en ninguno de los casos. Para el caso de la tercera corrida, si hay evidencia significativa para decir que los valores de pH de las soluciones no electrolizadas a los 7 y 50 días, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula se rechaza.

Para el caso de las soluciones electrolizadas se tiene, en el caso de la primera corrida experimental, el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es menor al estadístico “t” (Estadístico t = 24.595) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.0016) es inferior al nivel de significancia (0.05). En el caso de la segunda corrida el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es menor al estadístico “t” (Estadístico t = 8.191) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.0146) es inferior al nivel de significancia (0.05). Para la tercera corrida el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 4.303) es menor al estadístico “t” (Estadístico t = 11.624) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.0073) es inferior al nivel de significancia (0.05). Se concluye para todos los casos que hay evidencia significativa para decir que los valores de pH de las soluciones electrolizadas a los 7 y 50 días, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula se rechaza.

En la Tabla 4.16 se presenta una comparación entre la conductividad de soluciones frescas y las soluciones almacenadas por 50 días, para observar la variación en la presencia de sales en las soluciones electrolizadas y no electrolizadas.

Tabla 4.16 Comparación en las conductividades de soluciones salinas frescas y soluciones salinas almacenadas por 50 días, no electrolizadas (NH) y electrolizadas (H).

Solución salina	Conductividad S/m			Promedio soluciones frescas	Conductividad S/m			Promedio soluciones 50 días	Variación con respecto a las frescas
	A	B	C		Co-rrida N° 1	Co-rrida N° 2	Co-rrida N° 3		
8 NH	6.70	6.62	5.25	6.19	5.64	6.20	6.34	6.06	-2.10%
16 NH	7.51	7.42	5.83	6.92	8.02	8.25	8.73	8.33	20.42%
24 NH	10.27	10.22	7.93	9.47	8.24	9.08	9.24	8.85	-6.54%
8 H	6.67	6.55	6.01	6.41	6.28	6.19	6.40	6.29	-1.87%
16 H	7.27	7.08	6.73	7.03	8.19	8.56	8.58	8.44	20.16%
24 H	10.15	9.95	9.34	9.81	8.31	8.91	8.91	8.71	-11.24%

En la mayoría de los casos existe una disminución en las conductividades con el paso del tiempo, la disminución más notable es en la electrolizada con una concentración del 24%, por la pérdida de cloro, sin embargo, en el caso de la concentración del 16%, tanto en la electrolizada como en la no electrolizada, hay un aumento en la conductividad del 20%.

Se establecen la hipótesis nula y alterna para realizar una prueba t para dos muestras emparejadas, para comparar los promedios de conductividades a los 7 y 50 días:

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ e Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Al realizar la prueba t para dos muestras emparejadas, se obtiene que, el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 2.571) es mayor al estadístico “t” (Estadístico t = -0.333) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.753) es superior al nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, no hay evidencia significativa para decir que los valores de conductividad de las soluciones no electrolizadas y las electrolizadas a los 7 y 50 días, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula no se rechaza.

En cuanto a la apariencia, al finalizar los 50 días, se observó el precipitado presente en las soluciones no electrolizadas de color marrón como se observa en la Figura 4.18, y en las electrolizadas un precipitado de color blanquecino, el olor era menos perceptible y el color amarillento había disminuido como se muestra en la Figura 4.19.

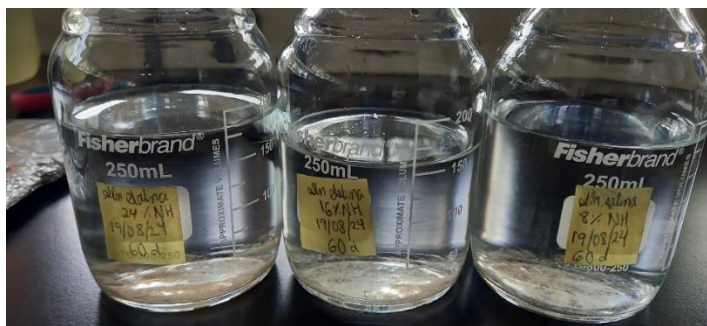


Figura 4.18 Soluciones salinas no electrolizadas, de 8 al 24 % (de derecha a izquierda) después de 50 días.

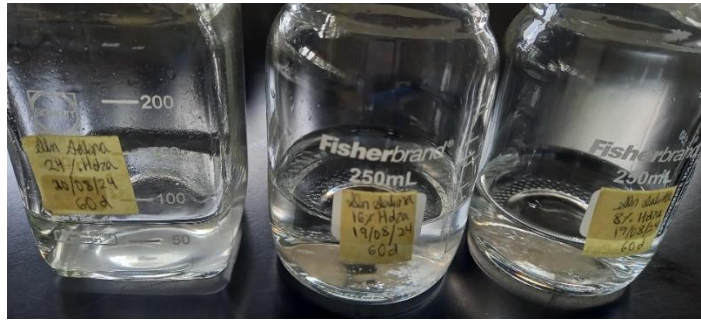


Figura 4.19 Soluciones salinas electrolizadas, de 8 al 24 % (de derecha a izquierda) después de 50 días.

En el caso de la efectividad antimicrobiana se realizó la misma marcha experimental cumplido el tiempo de 50 días, y se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 4.17, los resultados en UFC se colocaron en el Anexo1 con la respectiva descripción.

Tabla 4.17 Cuadro comparativo de los porcentajes de efectividad obtenidos en las tres corridas experimentales por dilución y tiempo de contacto con las soluciones salinas luego de 50 días de su elaboración.

% p/p	Solución	% Efectividad a los 30 s. 1er dilución					% Efectividad a los 30 s. 2da dilución					
		N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	Pro-medio final
		1	2	3			1	2	3			
8	No electrolizada	82.02	50.00	50.00	18.49	60.67	100.00	100.00	-	0.00	100.00	80.34
16		98.79	88.89	6.25	50.81	64.64	99.09	50.00	-	34.71	74.55	69.59
24		100.00	100.00	0.00	57.73	66.67	100.00	100.00	-	0.00	100.00	83.33
8	Electrolizada	99.99	100.00	0.00	57.73	66.66	99.99	100.00	100.00	0.01	100.00	83.33
16		99.99	75.00	100.00	14.43	91.66	99.99	-	100.00	0.00	100.00	95.83
24		78.75	85.71	100.00	10.83	88.15	93.67	-	99.19	3.90	96.43	92.29

% p/p	Solución	% Efectividad a los 5 min. 1er dilución					% Efectividad a los 5 min. 2da dilución					
		N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	N° de experimento			Desv. Estándar	Pro-medio	Pro-medio final
		1	2	3			1	2	3			
8	No electrolizada	85.82	90.00	100.00	7.29	91.94	75.00	100.00	0.00	52.04	58.33	75.14
16		84.15	16.67	95.45	42.60	65.42	50.00	-	81.82	22.50	65.91	65.67
24		44.44	60.00	75.00	15.28	59.81	100.00	0.00	-	70.71	50.00	54.91
8	Electrolizada	100.00	94.44	50.00	27.40	81.48	97.44	50.00	100.00	28.16	82.48	81.98
16		100.00	80.00	97.11	10.81	92.37	100.00	-	100.00	0.00	100.00	96.18
24		97.76	100.00	0.00	57.10	65.92	98.46	100.00	100.00	0.89	99.49	82.70

En la Tabla 4.18 se muestra la comparación entre las efectividades de las soluciones a los 30 s y a los 5 min, se ha calculado el promedio de los resultados de la siembra directa y de la dilución en diez partes para las soluciones frescas y a los 50 días. Estos resultados también se muestran de forma gráfica en las Figuras 4.20 y 4.21.

Tabla 4.18 Comparación entre los porcentajes de efectividad de las soluciones salinas cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.

		Promedios de % efectividad					
		30 s			5 min		
% p/p	Solución	7 días	50 días	Variación con respecto a las frescas	7 días	50 días	Variación con respecto a las frescas
8	No electrolizada	87.63	80.34	-8.32%	94.58	79.17	-16.30%
16		96.31	69.59	-27.74%	74.13	82.95	11.91%
24		91.48	83.33	-8.91%	77.41	75.00	-3.12%
8	Electrolizada	97.78	83.33	-14.78%	81.69	82.91	1.48%
16		98.67	95.83	-2.88%	96.12	100.00	4.04%
24		96.54	92.29	-4.40%	77.02	98.76	28.23%

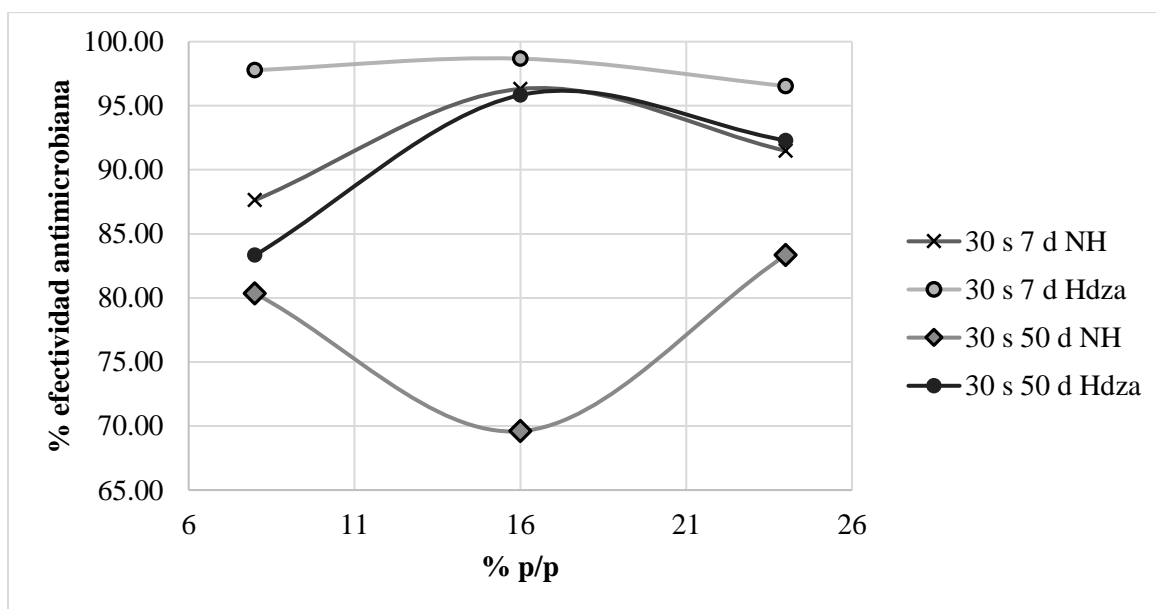


Figura 4.20 Porcentajes de efectividad de las soluciones salinas electrolizada (Hdza) y no electrolizada (NH) con el tiempo de contacto de 30 s, cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.

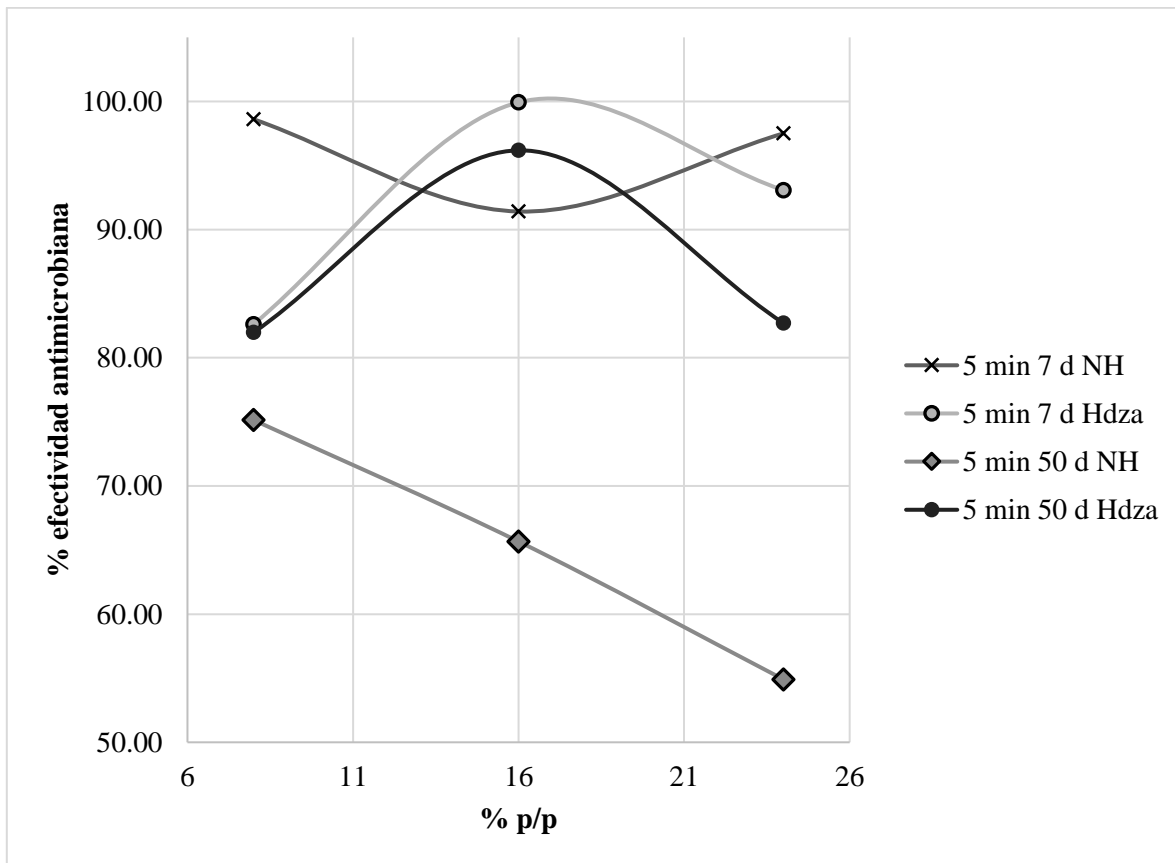


Figura 4.21 Porcentajes de efectividad de las soluciones salinas electrolizada (Hdza) y no electrolizada (NH), con el tiempo de contacto de 5 min, cuando estaban frescas y después de su almacenaje por 50 días.

De las pruebas realizadas a los 30 s, los valores más bajos en porcentaje de efectividad lo brindan las soluciones no electrolizadas a los 50 días, en el caso de las soluciones electrolizadas luego de su almacenaje, presentan valores similares a las soluciones no electrolizadas frescas, y en la mayoría de los casos la concentración del 16 % presenta efectividades más altas. En las pruebas realizadas a los 5 min, las no electrolizadas almacenadas por el periodo designado presentan los valores más bajos, en las electrolizadas almacenadas por 50 días, a excepción de la de 16 % de concentración, presentan valores más bajos que en las soluciones frescas. Las soluciones electrolizadas frescas predominan en ambos tiempos como las más efectivas presentando la de 16 % los valores más altos de efectividad.

Se establecen la hipótesis nula y alterna para realizar una prueba t para dos muestras emparejadas, para comparar los promedios de ambas diluciones para los tiempos de contacto de 30 s y 5 min, a los 7 y 50 días:

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ e Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Al realizar la prueba t para dos muestras emparejadas, se obtiene:

Para tiempo de contacto de 30 s: el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 2.571) es inferior al estadístico “t” (Estadístico t = 2.937) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.03) es inferior al nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, hay evidencia significativa para decir que los valores de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas a los 7 y 50 días en un tiempo de contacto de 30 s, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula se rechaza.

Para tiempo de contacto de 5 min: el valor crítico de “t” (Valor crítico de t (dos colas) = 2.571) es inferior al estadístico “t” (Estadístico t = 2.744) y el valor P de dos colas ($P(T \leq t)$ dos colas = 0.04) es inferior al nivel de significancia (0.05). Por lo tanto, hay evidencia significativa para decir que los valores de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas a los 7 y 50 días en un tiempo de contacto de 5 min, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula se rechaza.

Por lo tanto, en el periodo de 50 días, si existe una disminución en la vida del anaquel de las soluciones salinas electrolizadas y no electrolizadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la medición de pH, conductividad y actividad antimicrobiana después del tiempo designado de 50 días, se concluye que la vida útil es inferior a este periodo, ya que el porcentaje de efectividad es la propiedad que aporta más valor a las soluciones salinas como desinfectantes. La vida del anaquel se ve afectado por la luz y la temperatura. En los recipientes utilizados para almacenar las soluciones, podía observarse una capa de sal en las roscas y en los tapones al término de los 50 días, esto se

cumplía en las no electrolizadas y electrolizadas. Además, presentaban una solución con grumos. Cada vez que se vertía la solución, en las paredes de los recipientes, se observaban cristales.

4.9. FICHA TÉCNICA Y ETIQUETA DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA DE ACUERDO A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE.

Se estableció como objetivo del trabajo de investigación, la elaboración de una Ficha de técnica y etiqueta de acuerdo a la Reglamentación vigente de la solución óptima. Con los resultados obtenidos se define que la solución electrolizada con la concentración de 16 por ciento porcentaje peso-peso con dos horas de electrólisis, es la que mejores resultados brindó antes y después del tiempo de almacenaje. Se definió que ésta tenía un contenido de alrededor del 4.5-5.5 % en peso de Cloro activo. Por lo que ya existen FDS de este producto en línea, elaborados con los requerimientos del SGA. En el Anexo 3, se encuentra adjunto la FDS proporcionada por Carl Roth (2024).

Se presenta la ficha técnica con la información descrita en el marco teórico en la Figura 4.22, y la Etiqueta de acuerdo a lo requerido en el anexo dos de la Resolución No. 230-2008 RTCA 71.03.38:07 *Productos Higiénicos. Etiquetado de Productos Higiénicos* en la Figura 4.23.

HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% DE CLORO

Especificaciones técnicas.

Estado físico: líquido
Color: amarillo claro
Olor como: - cloro
Composición: Hipoclorito de sodio, solución 5 % cloro activo e Hidróxido de sodio, agua destilada e inertes.
Punto de fusión/punto de congelación: -25 °C
Punto de ebullición o punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición: 98 °C (descomposición lenta)
Inflamabilidad: no combustible
Límite superior e inferior de explosividad: no determinado
Punto de inflamación: no determinado
Temperatura de auto-inflamación: no determinado
Temperatura de descomposición: >111 °C
pH (valor): 10 – 11 (27 °C)
Viscosidad cinemática: 2,222 mm²/s a 20 °C
Viscosidad dinámica: 2.8 mPa s a 20 °C
Solubilidad(es)
Hidrosolubilidad: miscible en cualquier proporción
Coefficiente de reparto
Coefficiente de reparto n-octanol /agua (valor logarítmico): -3.42 (20 °C)
Presión de vapor: 23 hPa
Densidad y/o densidad relativa
Densidad 1.08 g/cm³ a 27 °C
Densidad de vapor: Las información sobre esta propiedad no están disponibles.
Conductividad: 7.03 S/m
Características de las partículas: no relevantes (líquido)
Otros parámetros de seguridad
Propiedades comburentes ninguno

Descripción del producto:

Es un producto desinfectante líquido y blanqueador para superficies no porosas, es corrosivo. Elimina el 99.9% de las bacterias aerobias.

Indicaciones de uso:

Para desinfectar superficies no porosas, aplicar de forma directa la cantidad necesaria para humedecer la superficie a desinfectar, y dejar actuar durante al menos 5 minutos para eliminar el 99.9% de los gérmenes. Una vez abierto, utilizar en no más de una semana.

Manténgase fuera del alcance de los niños

En contacto con ácidos libera gases tóxicos

Condiciones de almacenamiento:

Manténgase el envase cerrado, en un lugar seco y en temperaturas no mayores a 30 °C, no exponer a los rayos del sol.

Elementos de la etiqueta SGA:



Figura 4.22 Ficha técnica de Hipoclorito De Sodio Al 5% De Cloro Activo.

HIPOCLORITO DE SODIO AL 5% DE CLORO

Lejía/cloro: es un producto desinfectante líquido para superficies no porosas.

Producto Hecho en El Salvador por: XXXXXX

Tel: (503) XXXX-XXXX

Importado y distribuido por: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX,

dirección.

REG. SANITARIO:

No. XXXXXXXXXXXXX D.G.S

El Salvador, C.A.



Riesgos para la salud: corrosión cutánea produce una lesión irreversible en la piel, esto es, una necrosis visible a través de la epidermis que alcanza la dermis. Tanto el derrame como el agua de extinción pueden contaminar los cursos de agua.

INSTRUCCIONES DE USO

Para desinfectar superficies no porosas, aplicar de forma directa y dejar actuar durante al menos 5 minutos para eliminar el 99.9% de los gérmenes. Una vez abierto, utilizar en no más de una semana. Manténgase en un lugar seco y en temperaturas no mayores a 30 °C. Contenido: **200 mL**

LOTE: XXXXX H:XX:XX
EXP XX/XX/XX

INGREDIENTES

Hipoclorito de sodio, solución 5 % cloro activo e Hidróxido de sodio, agua destilada e inertes.

ADVERTENCIA

Manténgase fuera del alcance de los niños

En contacto con ácidos libera gases tóxicos

Evitar su liberación al medio ambiente

Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección

EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito

EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la

ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse]

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado

En caso de intoxicación consulte al médico o llame al Centro de Intoxicaciones, y aporte esta etiqueta.

Teléfonos de emergencia:

Centro de Información y Asesoría en Toxicología de El Salvador 24/7: (503) 6027-1459

Hospital Nacional Especializado "Rosales": (503) 2231-9200; (503) 2231-9262

Figura 4.23 Etiqueta de Hipoclorito De Sodio Al 5% De Cloro Activo.

CONCLUSIONES.

1. La concentración de sal en las soluciones salinas es un factor que causa gran impacto en la efectividad de las soluciones salinas no electrolizadas, y la concentración de cloro activo en las electrolizadas, así como lo menciona González Bosquet (2003), “*la potencia de estos productos depende de la concentración del agente*”, (cuando hace referencia a los desinfectantes y antisépticos). Se debe encontrar la concentración óptima para obtener los mejores resultados, fue así, como se determinó que tanto en las soluciones no electrolizadas y electrolizadas, la concentración óptima de acuerdo a los porcentajes de efectividad, que fueron obtenidos por medio del conteo de **microorganismos aerobios**, antes y después de aplicar la solución salina correspondiente, fue la de 16% en porcentaje peso-peso, que con dos horas de electrólisis resultó tener una concentración de cloro activo entre el rango de la lejía comercial de uso doméstico. En cuanto al tiempo de contacto se determinó estadísticamente mediante una prueba t de dos muestras emparejadas, que no hay evidencia significativa para decir que las medias de los porcentajes de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas, en los dos tiempos de contacto de 30 s y 5 min, son diferentes a un nivel de significancia de 0.05.

2. Al evaluar y comparar las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas, resultaron más efectivas para la desinfección de superficies las electrolizadas debido al contenido de cloro activo como agente desinfectante. No obstante, también son las más corrosivas con una tasa de corrosión de hasta 0.0515 mm/año.

3. Se evaluó la vida útil del anaquel tomando como referencia la propiedad antimicrobiana, tanto para las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas, mediante el cálculo matemático del porcentaje de efectividad en un tiempo asegurado como efectivo según Sojitra & Chotaliya (2021), de siete días luego de su elaboración, y otro cálculo con las mismas condiciones experimentales en 50 días. Mediante una prueba estadística “t” de dos muestras emparejadas, se determinó que hay evidencia significativa para decir que los valores de efectividad de las soluciones no electrolizadas y electrolizadas, a los 7 y 50 días, tanto en el tiempo de contacto de 30 s y 5 min, si difieren a un nivel de significancia de 0.05. Por lo

tanto, una vez elaboradas, deberán utilizarse preferiblemente antes de 30 días, y para obtener una reducción de hasta del 99.9% de las bacterias, en el caso de la solución óptima, su consumo debe ser en una semana, luego de ser preparadas.

4. Se elaboró la ficha técnica y la etiqueta de la solución óptima de acuerdo a la información requerida en el anexo dos de la Resolución No. 230-2008 RTCA 71.03.38:07 *Productos Higiénicos. Etiquetado de Productos Higiénicos*. Algunas propiedades se tomaron de la información proporcionada por la ficha de seguridad de Hipoclorito De Sodio Al 5% De Cloro Activo, colocada en el Anexo 3.

5. Con los resultados obtenidos en cuanto a la propiedad antimicrobiana de las soluciones salinas no electrolizadas y electrolizadas, se valida que se pueden utilizar como desinfectante de superficies no porosas, después de realizar una correcta limpieza de la superficie, ya que se debe considerar que en esta investigación, para asegurar que existieran unidades formadoras de colonias antes de la aplicación de la solución desinfectante y medir la efectividad de la solución por sí sola, solo se limpió la superficie con papel toalla seco para retirar el polvo y contaminantes físicos, y no se aplicó ningún proceso de lavado, por lo tanto, no se realizó una limpieza adecuada antes de desinfectar, es así, como se recomienda seguir un proceso adecuado de desinfección, primero lavar y limpiar correctamente, y luego desinfectar con el tiempo de contacto húmedo del desinfectante recomendado por el fabricante, para obtener los mejores resultados. De esta manera, podría utilizarse en laboratorios de microbiología de centros académicos, asegurando retirar el desinfectante con agua limpia después de haber cumplido con el tiempo de contacto, y así puede evitarse la acción corrosiva.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda retomar esta investigación, y experimentar los diferentes envases recomendados para detergentes, así como la elaboración de toallitas húmedas de solución salina no electrolizada al 16% p/p de concentración de sal, y comprobar si existe un recipiente óptimo o presentación óptima para alargar la vida del anaquel.
2. Se recomienda reproducir el experimento aplicando la metodología de la prueba de la *AOAC 960.09 Acción desinfectante, germicida y detergente de desinfectantes*, para comparar con la metodología aplicada en este trabajo para la propiedad antimicrobiana.
3. También, podría reproducirse la investigación tomando como ingrediente activo sal no iodada, para comprobar que al aumentar la concentración de sal no iodada aumentaría el porcentaje de efectividad antimicrobiana de las soluciones electrolizadas.
4. Como se menciona en las conclusiones, se podría realizar el correcto proceso de limpieza antes de aplicar las soluciones, para obtener los porcentajes de efectividad después de seguir un proceso correcto de desinfección y comparar con los resultados obtenidos en este trabajo. Así como también, se recomienda que, al hacer uso de cualquier producto químico, se siga las instrucciones dadas por el fabricante en las fichas técnicas, etiqueta y fichas de seguridad del producto a utilizar.

REFERENCIAS.

- Carl Roth. (27 de Febrero de 2024). Ficha de Datos de Seguridad: Sodio hipoclorito en solución. Obtenido de <https://www.carlroth.com/medias/SDB-6846-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNlY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzNDQ3Nzd8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGhlNi9oNmMvOTE0MDI4MzU3MjI1NC9TREJfNjg0NI9FUy5wZGZ8Yjc1MmFmM2RhYzBjYTQ3NmI3MTQxNjBiYjJlZDZmMWE4NWFINzI3M2JlYTZlZDI4MjU2YzQzMWRm>
- CD Genomics. (2024, June). *What Is the Difference Between Aerobes and*. Retrieved from CD Genomics MicrobioSeq: <https://www.cd-genomics.com/microbioseq/what-is-the-difference-between-aerobes-and-anaerobes.html>
- Catota, W. A. (2021). *Estudio bibliográfico sobre métodos aplicables para la evaluación microbiológica de la eficiencia de un desinfectante [Tesis de pregrado para la obtención del título de Químico de Alimentos, Universidad Central del Ecuador]*. Obtenido de Repositorio Digital UCE: <https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22543/1/T-UCE-0008-CQU-286.pdf>
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2017). *Química Duodécima edición*. México, D. F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Consejo de Ministros de Integración Económica de Centroamérica. (Abril de 2024). *Resoluciones Sector Químico Farmacéutico*. Obtenido de Sistema de Información Comercial Ministerio de Economía de El Salvador: <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/resoluciones-documentos-interes/resoluciones-sector-quimico-farmaceutico/>
- Cuesta-Parra, D. M., Rubio, A. F., Ramirez, D., Correa, F., Jimenez, M. F., & Teran, L. (2023). Generation of a Chlorinated Disinfectant from Sodium Chloride Electrolysis. *Chemical Engineering Transactions*, 100, 661-666. doi:<https://doi.org/10.3303/CET23100111>

- DatosMundial.com. (Abril de 2024). *Clima en San Salvador*. Obtenido de El clima en El Salvador: <https://www.datosmundial.com/america/el-salvador/clima.php>
- Dávila Morán, R. C., Agüero Corzo, E. d., Ruiz Nizama, J. L., Portillo Rios, H., & Velarde Dávila, L. (Octubre de 2021). Saneamiento industrial: Biodisponibilidad de patógenos en superficies. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental, Vol. LXI* (4), 536-547. doi:<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.614.001>
- Envaselia S.L. (Abril de 2024). *Envases: funciones y características*. Obtenido de <https://www.ensavelia.com/blog/envases-funciones-y-caracteristicas-id20.htm>
- Global Market Insights Inc. . (2022, January). *Surface Disinfectants Market Size - By Product (Chemical-based {Quaternary Ammonium Compounds, Hypochlorite, Alcohols, Aldehydes, Peroxides}, Bio-based), Form (Liquids, Wipes, Spray), End-user, Distribution Channel & Forecast 2021- 2027*. Retrieved from <https://www.gminsights.com/industry-analysis/surface-disinfectant-market>
- Gluzman, N. (2021, September 20). *What Is Saline Solution And How Does It Work?. Everything You Need To Know About Saline Solution*. Retrieved from Genexa Inc.: <https://www.genexa.com/blog/what-is-saline-solution-and-how-does-it-work>
- González Bosquet, L. (2003). Antisépticos y desinfectantes. *Offarm*, 22(3), 64-70. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13044452>
- Grumeber SL. (29 de Abril de 2021). *Acero Inoxidable AISI 304: propiedades*. Obtenido de Mecanizado CNC: <https://grumeber.com/acero-inoxidable-aisi-304/>
- Health & Safety Authority [HSA]. (2024, April). *Chemical Disinfection*. Retrieved from https://www.hsa.ie/eng/topics/biological_agents/biological_agents_introduction/disinfectants/
- Higiene Ambiental . (13 de Julio de 2018). *Fichas técnicas y fichas de seguridad en productos químicos: ¿cual es su diferencia?* Obtenido de

<https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/fichas-tecnicas-y-fichas-de-seguridad-en-productos-quimicos-cual-es-su-diferencia>

Ignatov, I., Mosin, O., Gluhchev, G., Karadzhov, S., Miloshev, G., & Ivanov, N. (2016). Studying Electrochemically Activated NaCl Solutions of Anolyte and Catholyte by Methods of Non-Equilibrium Energy Spectrum (NES) and Differential Non-Equilibrium Energy Spectrum (DNES). *Journal of Medicine, Physiology and Biophysics*, 20, 13-23. Retrieved from <https://iiste.org/Journals/index.php/JMPB/article/view/28211/28957>

Instituto Valenciano de Microbiología (IVAMI). (Mayo de 2024). *AOAC 960.09 Actividad germicida y detergente de los desinfectantes limpiadores*. Obtenido de <https://www.ivami.com/es/actividades-biocidas-con-desinfectantes-160-pruebas-acreditadas/710-aoac-960-actividad-germicida-y-detergente-de-los-desinfectantes-limpiadores-metodo-aoac-960-09-b-germicidal-and-detergent-sanitation-action-of-disinfectants>

Knowledge Sourcing Intelligence LLP. (2022, April). *Global Water Disinfection Market Size, Share, Opportunities, COVID-19 Impact, And Trends By Method (Ultraviolet Light, Chlorination, Ozonation, Distillation, Others), By End-User (Municipal, Industrial), And By Geography - Forecasts From 2022 To 2027*. Retrieved from <https://www.knowledge-sourcing.com/report/global-water-disinfection-market>

Melgar, O., & Barranco, N. (2016). Uso de la electrólisis de salmuera como técnica para la desinfección de agua y alimentos domiciliarios en Panamá. *Prisma Tecnológico*, 7(1), 16-19. Obtenido de https://utp.ac.pa/documentos/2017/pdf/paginas_desdeprisma_tecnologico_vol._7-_2016_articulo-4.pdf

Metal Samples Company. (2024, Abril). *Corrosion Coupons & Weight Loss Analysis*. Retrieved from Alabama Specialty Products, Inc.: [https://www.alspi.com/coupons\(intro\).pdf](https://www.alspi.com/coupons(intro).pdf)

- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición*. México, D.F.: Editorial Limusa, SA DE C.V.
- Morales Rodríguez, N. Y. (2018). *Diferenciando Bacterias Gram Positivo (+) y Gram Negativo (-) Mediante Tinción de Gram*. Obtenido de Unidades de Apoyo para el Aprendizaje CUAED/FES Iztacala-UNAM: <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/35e41b8a-429d-4a41-a6e9-2e2c6a4e58b7/contenido/index.html>
- OpenStax. (2024). *16.4: Testing the Effectiveness of Antiseptics and Disinfectants*. Retrieved from The LibreTexts libraries: https://bio.libretexts.org/Courses/Portland_Community_College/Cascade_Microbiology/16%3A_Control_of_Microbial_Growth/16.4%3A_Testing_the_Effectiveness_of_Antiseptics_and_Disinfectants
- Organismo Salvadoreño de Normalización. (Abril de 2024). *Catálogo de normas*. Obtenido de <https://www.osn.gob.sv/servicios/normalizacion/catalogo-de-normas/>
- Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica [OSARTEC]. (4 de Abril de 2018). *RTS 13.02.01:14 Agua. Agua De Consumo Humano. Requisitos De Calidad E Inocuidad*. Obtenido de Centro Virtual de Documentación Regulatoria: <https://asp.salud.gob.sv/regulacion/reglamentos.asp?offset=0>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Ramírez, F. (15 de Febrero de 2024). *El agua potable*. Obtenido de Hipoclorito sódico: <http://www.elaguapotable.com/hipoclorito.htm>

- Rowden, A. (29 de September de 2022). *What is the difference between Gram-positive and Gram-negative bacteria?* Obtenido de Medical News Today: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/gram-positive-vs-gram-negative#what-they-are>
- Sojitra, R. G., & Chotaliya, U. J. (2021, June). Saltwater as a Disinfectant and Cleaning agent for Environmental Surfaces in the context of SARS-COV-II. *Asian Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, *11*(2), 165-174. doi:10.52711/2231-5659.2021-11-2-13
- Somani, S. B., Ingole, N. W., & Kulkarni, N. S. (2011). Disinfection of water by using Sodium Chloride (NaCl) and Sodium Hypochlorite. *Journal of Engineering Research and Studies*, *II*(4), 40-43. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/216531165>
- TECOLAB. (2021, June 10). *How to Prove the Shelf Life and Stability of Disinfectants?* Retrieved from <https://tecolab-global.com/how-to-prove-the-shelf-life-and-stability-of-disinfectants/>
- The Center for Food Security and Public Health [CFSPH]. (2023). *Disinfection 101 Key Principles of cleaning and disinfection for animal settings*. Retrieved from Iowa State University: <https://www.cfsph.iastate.edu/Disinfection/Assets/Disinfection101.pdf>
- Troya Chavarriaga, J. A. (Enero de 2007). *Evaluación de la efectividad de los desinfectantes Divosan Forte y MH en la desinfección de equipos y áreas de trabajo en una empresa procesadora de helados. [Tesis de pregrado para optar al título de Microbiólogo Industrial, Pontificia Univ. Javeriana]*. Obtenido de Repositorio Institucional Javeriano: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8304>
- UCE Machines. (2024). *Microorganismos patógenos: Qué son y cómo eliminarlos*. Obtenido de <https://ucemachines.com/microorganismos-patogenos/>

United States Environmental Protection Agency [EPA]. (2012, October 22). *Product Performance Test Guidelines OCSPP 810.2200: Disinfectants for Use on Hard Surfaces Efficacy Data Recommendations [EPA 712-C-07-074]*. Retrieved from <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPPT-2009-0150-0021>

ANEXOS.

ANEXO 1. RESULTADOS OBTENIDOS EN CONTEO DE LAS PLACAS PETRIFILM EN UFC.

Tabla A. 1 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la primera corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.

Dilución = 10 ⁻¹											Dilución = 10 ⁻²								
Tiempo = 30 s											Tiempo = 30 s								
% p/p	Solución	Antes		Pro m	UF C	Después		Pro m	UF C	% Efectividad	Antes		Pro m	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad
8	No	87	92	89.5	895	3	2	2.5	25	97.2067	6	8	7	700	1	1	1	100	85.7143
16	electrolizada	15	13	14	140	1	0	0.5	5	96.4286	1	0	0.5	50	0	0	0	0	100.000
24	electrolizada	I	I	I	I	2	2	2	20	99.9980	I	22	I	I	0	0	0	0	100.000
8	Electrolizada	I	I	I	I	0	1	0.5	5	99.9995	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000
16	electrolizada	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000
24	electrolizada	I	I	I	I	27	11	19	190	99.9810	I	I	I	I	5	2	3.5	350	99.9650
Dilución = 10 ⁻¹											Dilución = 10 ⁻²								
Tiempo = 5 min											Tiempo = 5 min								
% p/p	Solución	Antes		Pro m	UF C	Después		Pro m	UF C	% Efectividad	Antes		Pro m	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad
8	No	I	I	I	I	2	2	2	20	99.9980	I	I	I	I	0	2	1	100	99.9900
16	electrolizada	I	20	I	I	0	0	0	0	100.000	1	0	0.5	50	0	0	0	0	100.000
24	electrolizada	71	59	65	650	3	2	2.5	25	96.1538	I	3	I	I	0	0	0	0	100.000
8	Electrolizada	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000
16	electrolizada	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000	486	504	495	49500	0	0	0	0	100.000
24	electrolizada	I	I	I	I	0	0	0	0	100.000	I	I	I	I	0	1	0.5	50	99.9950

Tabla A. 2 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la segunda corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.

Dilución = 10 ⁻¹											Dilución = 10 ⁻²								
Tiempo = 30 s											Tiempo = 30 s								
% p/p	Solución	Antes		Prom	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad	Antes		Prom	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad
8	No	11	10	10.5	105	0	0	0	0	100.000	1	1	1	100	0	0	0	0	100.0000
16	electrolizada	5	0	2.5	25	0	0	0	0	100.000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24		5	4	4.5	45	0	0	0	0	100.000	0	1	0.5	50	0	0	0	0	100.0000
Directa											Dilución = 10 ⁻¹								
8	Electrolizada	8	7	7.5	7.5	1	0	0.5	0.5	93.3333	1	0	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
16		0	26	13	13	2	0	1	1	92.3077	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24		I	I	I	I	19	16	17.5	17.5	99.9983	104	101	102.50	1025	4	0	2	20	98.0488
Dilución = 10 ⁻¹											Dilución = 10 ⁻²								
Tiempo = 5 min											Tiempo = 5 min								
% p/p	Solución	Antes		Prom	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad	Antes		Prom	UFC	Después		Pro m	UF C	% Efectividad
8	No	6	10	8	80	0	0	0	0	100.000	0	2	1	100	0	0	0	0	100.0000
16	electrolizada	1	2	1.5	15	1	0	0.5	5	66.6667	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24		4	3	3.5	35	0	0	0	0	100.000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Directa											Dilución = 10 ⁻¹								
8	Electrolizada	5	2	3.5	3.5	0	1	0.5	0.5	85.7143	1	1	1	10	0	1	0.5	5	50.0000
16		24	29	26.5	26.5	0	0	0	0	100.000	3	1	2	20	0	0	0	0	100.0000
24		219	256	237.5	237.5	57	27	42	42	82.3158	49	47	48	480	0	0	0	0	100.0000

Tabla A. 3 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la tercera corrida experimental en soluciones frescas para el tiempo de 30 s y 5 min.

Directa										Dilución = 10 ⁻¹									
Tiempo = 30 s										Tiempo = 30 s									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad		Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad			
8	No electrolizada	5	5	5	5	4	1	2.5	2.5	50.0000	0	0	0	0	0	0	-		
16		74	54	64	64	4	5	4.5	4.5	92.9688	8	5	6.5	65	0	1	0.5	5	92.3077
24		7	2	4.5	4.5	1	0	0.5	0.5	88.8889	5	0	2.5	25	0	2	1	10	60.0000
8	Electrolizada	14	16	15	15	0	2	1	1	93.3333	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
16		178	185	181.5	181.5	1	0	0.5	0.5	99.7245	34	31	32.5	325	0	0	0	0	100.0000
24		79	55	67	67	3	3	3	3	95.5224	1	6	3.5	35	1	0	0.5	5	85.7143
Directa										Dilución = 10 ⁻¹									
Tiempo = 5 min										Tiempo = 5 min									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad		Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad			
8	No electrolizada	3	9	6	6	0	1	0.5	0.5	91.6667	2	0	1	10	0	0	0	0	100.0000
16		7	4	5.5	5.5	1	1	1	1	81.8182	1	1	1	10	0	0	0	0	100.0000
24		5	4	4.5	4.5	0	1	0.5	0.5	88.8889	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
8	Electrolizada	3	2	2.5	2.5	1	1	1	1	60.0000	1	0	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
16		114	125	119.5	119.5	1	0	0.5	0.5	99.5816	17	20	18.5	185	0	0	0	0	100.0000
24		520	615	567.5	567.5	77	127	102	102	82.0264	123	115	119	1190	5	9	7	70	94.1176

Tabla A. 4 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la primera corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min.

		Directa									Dilución = 10 ⁻¹								
		Tiempo = 30 s									Tiempo = 30 s								
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después		Prom	UFC	% Efectividad	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad			
8	No electrolizada	54	35	44.5	44.5	11	5	8	8	82.0225	3	3	3	30	0	0	0	0	100.0000
16		400	180	290	290	5	2	3.5	3.5	98.7931	100	120	110	1100	2	0	1	10	99.0909
24		I	I	I	I	43	42	42.5	42.5	99.9958	I	I	I	I	7	2	4.5	45	99.9955
8	Electrolizada	I	I	I	I	66	61	63.5	63.5	99.9937	I	40	I	I	10	11	10.5	105	99.9895
16		I	I	I	I	55	59	57	57	99.9943	I	120	I	I	4	7	5.5	55	99.9945
24		133	220	176.5	176.5	37	38	37.5	37.5	78.7535	17	62	39.5	395	3	2	2.5	25	93.6709

		Directa									Dilución = 10 ⁻¹								
		Tiempo = 5 min									Tiempo = 5 min								
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después		Prom	UFC	% Efectividad	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad			
8	No electrolizada	76	58	67	67	13	6	9.5	9.5	85.8209	5	3	4	40	2	0	1	10	75.0000
16		37	45	41	41	9	4	6.5	6.5	84.1463	2	4	3	30	2	1	1.5	15	50.0000
24		4	5	4.5	4.5	1	4	2.5	2.5	44.4444	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
8	Electrolizada	98	I	I	I	10	14	12	12	99.9988	17	22	19.5	195	1	0	0.5	5	97.4359
16		I	97	I	I	7	5	6	6	99.9994	I	14	I	I	0	1	0.5	5	99.9995
24		460	210	335	335	8	7	7.5	7.5	97.7612	34	31	32.5	325	1	0	0.5	5	98.4615

Tabla A. 5 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la segunda corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min.

		Directa								Dilución = 10 ⁻¹									
		Tiempo = 30 s								Tiempo = 30 s									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Des- pués	Prom	UFC	% Efecti- vidad	An- tes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efecti- vidad				
8	No elec- trolizada	2	4	3	3	0	3	1.5	1.5	50.0000	1	1	1	10	0	0	0	0	100.0000
16		11	7	9	9	1	1	1	1	88.8889	2	0	1	10	0	1	0.5	5	50.0000
24		13	14	13.5	13.5	0	0	0	0	0	100.0000	1	1	1	10	0	0	0	0
8	Electro- lizada	26	21	23.5	23.5	0	0	0	0	100.0000	8	1	4.5	45	0	0	0	0	100.0000
16		3	1	2	2	1	0	0.5	0.5	75.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24		4	3	3.5	3.5	0	1	0.5	0.5	85.7143	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Directa								Dilución = 10 ⁻¹									
		Tiempo = 5 min								Tiempo = 5 min									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Des- pués	Prom	UFC	% Efecti- vidad	An- tes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efecti- vidad				
8	No elec- trolizada	17	13	15	15	2	1	1.5	1.5	90.0000	6	1	3.5	35	0	0	0	0	100.0000
16		6	6	6	6	5	5	5	5	16.6667	0	0	0	0	2	0	1	10	-
24		2	3	2.5	2.5	1	1	1	1	60.0000	0	1	0.5	5	0	1	0.5	5	0.0000
8	Electro- lizada	8	10	9	9	1	0	0.5	0.5	94.4444	0	2	1	10	0	1	0.5	5	50.0000
16		1	4	2.5	2.5	0	1	0.5	0.5	80.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
24		3	5	4	4	0	0	0	0	100.0000	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000

Tabla A. 6 Resultados en recuento de colonias y % de efectividad, de la tercera corrida experimental en soluciones almacenadas por 50 días para el tiempo de 30 s y 5 min.

		Directa								Dilución = 10 ⁻¹									
		Tiempo = 30 s								Tiempo = 30 s									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad				
8	No electrolizada	1	1	1	1	1	0	0.5	0.5	50.0000	0	0	0	0	0	0	0	-	
16		5	11	8	8	4	11	7.5	7.5	6.2500	0	0	0	0	2	1	1.5	15	-
24		5	6	5.5	5.5	5	6	5.5	5.5	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	Electrolizada	3	2	2.5	2.5	20	1	10.5	10.5	0.0000	0	2	1	10	0	0	0	0	100.0000
16		4	4	4	4	0	0	0	0	100.0000	2	0	1	10	0	0	0	0	100.0000
24		I	I	I	I	40	20	30	30	99.9970	61	62	61.5	615	0	1	0.5	5	99.1870

		Directa								Dilución = 10 ⁻¹									
		Tiempo = 5 min								Tiempo = 5 min									
% p/p	Solución	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad	Antes	Prom	UFC	Después	Prom	UFC	% Efectividad				
8	No electrolizada	I	18	I	I	8	3	5.5	5.5	99.9995	0	1	0.5	5	1	0	0.5	5	0.0000
16		62	70	66	66	3	3	3	3	95.4545	9	2	5.5	55	1	1	1	10	81.8182
24		27	5	16	16	4	4	4	4	75.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	-
8	Electrolizada	2	4	3	3	3	0	1.5	1.5	50.0000	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000
16		81	92	86.5	86.5	3	2	2.5	2.5	97.1098	16	20	18	180	0	0	0	0	100.0000
24		10	8	9	9	32	5	18.5	18.5	0.0000	0	1	0.5	5	0	0	0	0	100.0000

ANEXO 2. IMÁGENES DE LAS PLACAS PETRIFILM INCUBADAS POR 48 H.

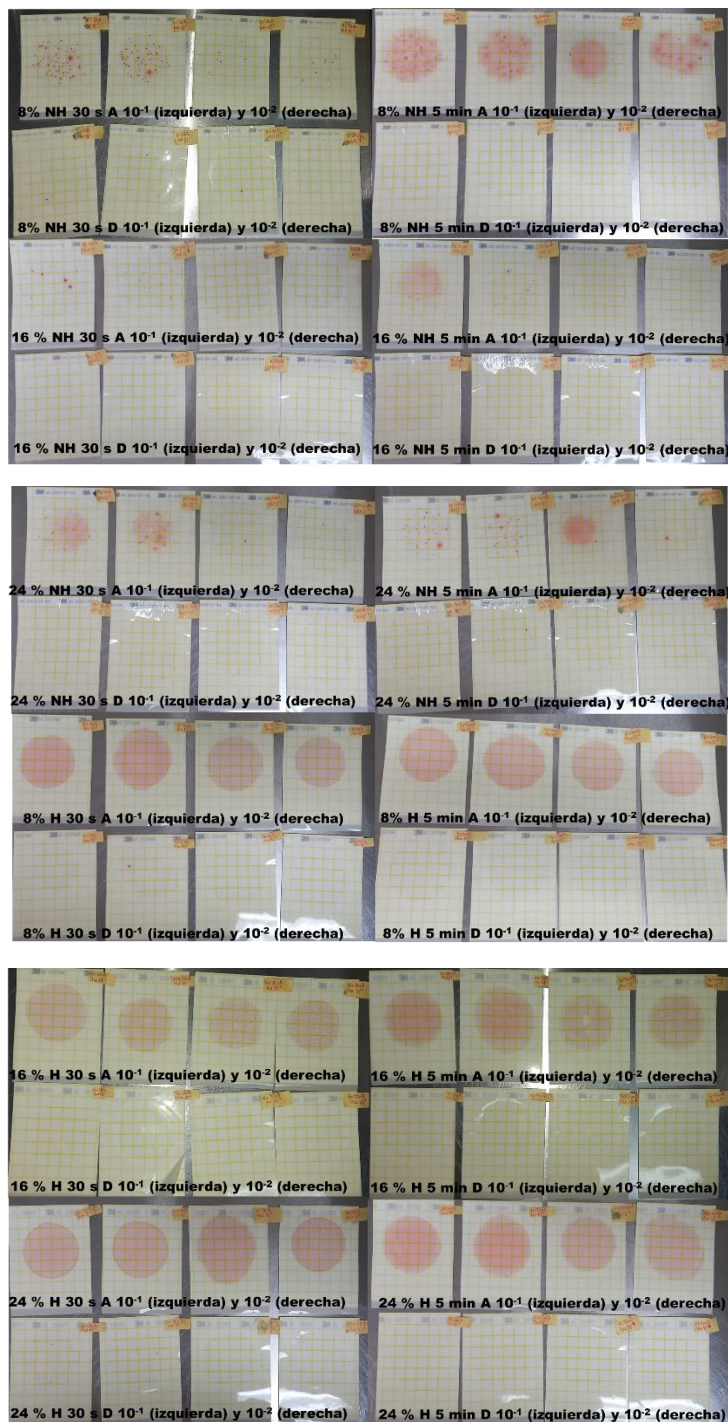


Figura A. 1 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la primera corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

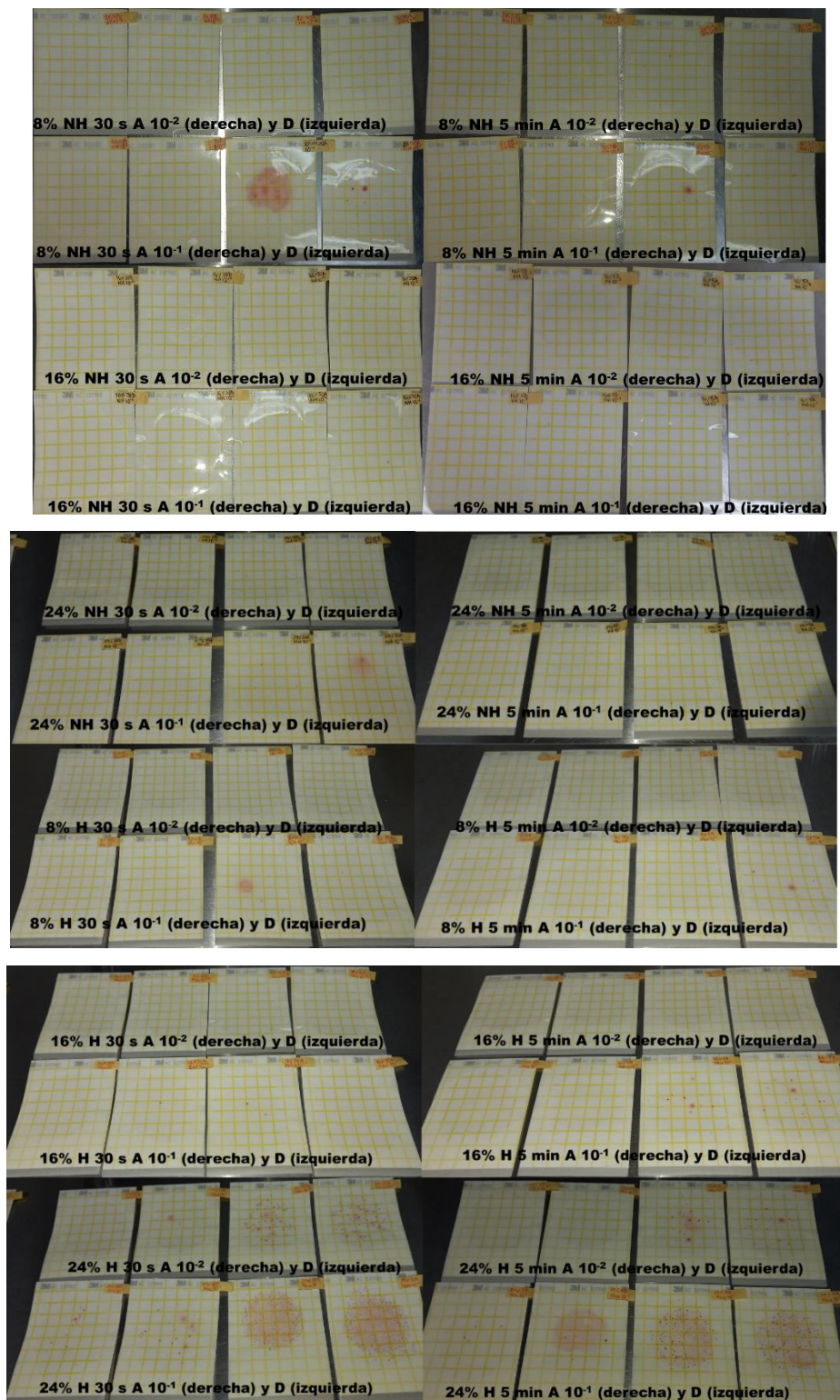


Figura A. 2 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la segunda corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

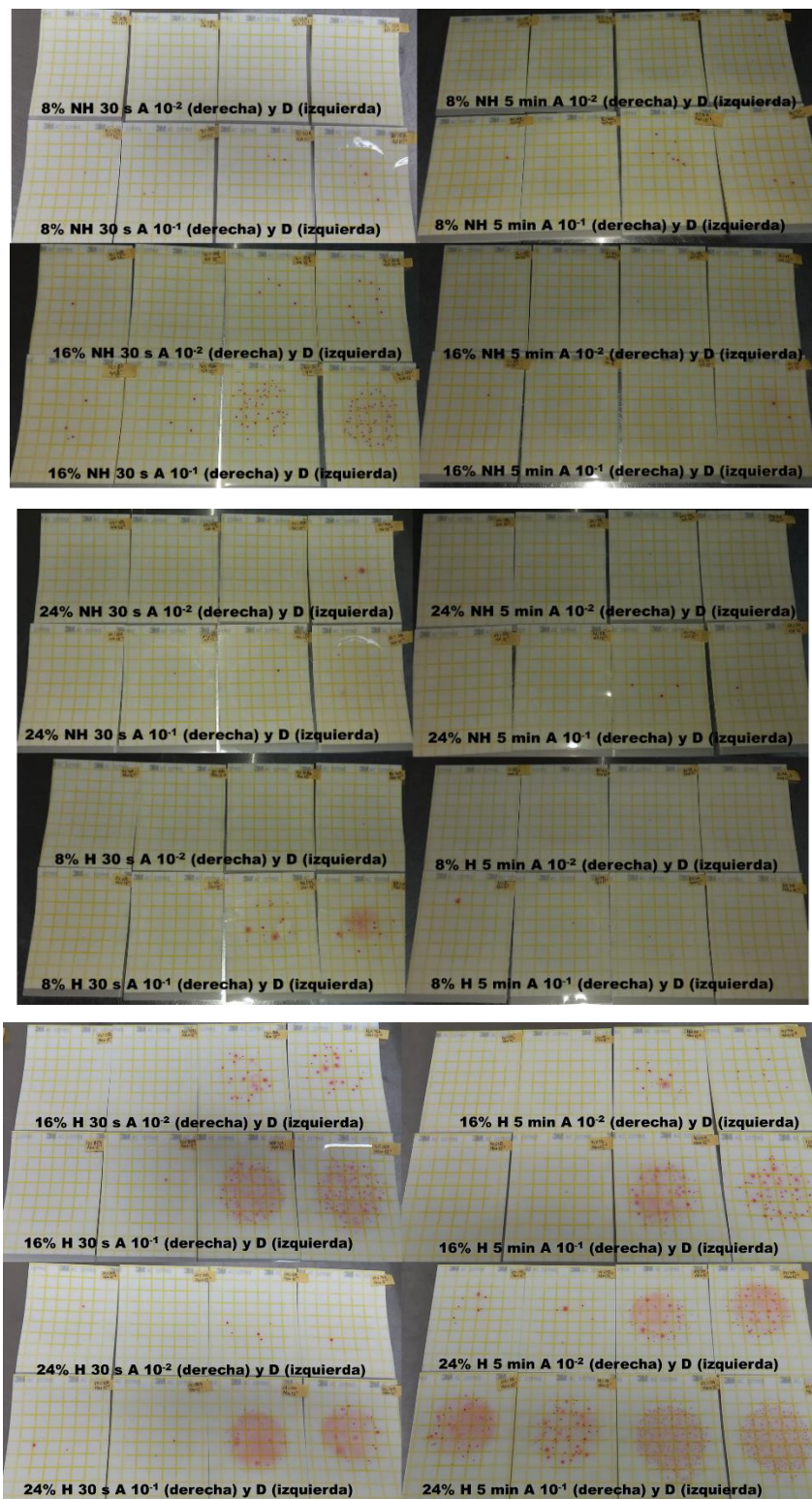


Figura A. 3 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la tercera corrida experimental, pruebas en soluciones frescas electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

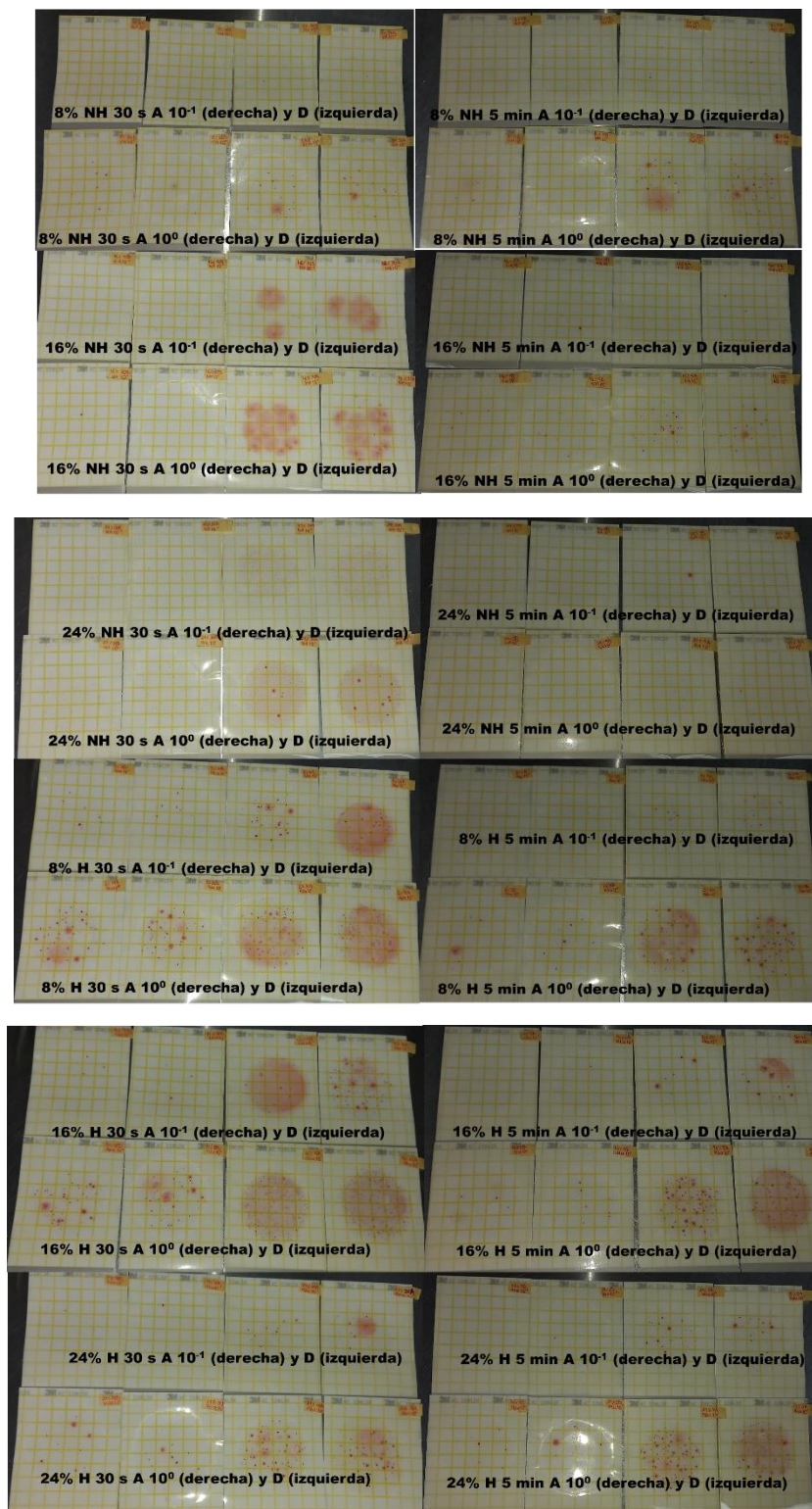


Figura A. 4 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la primera corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

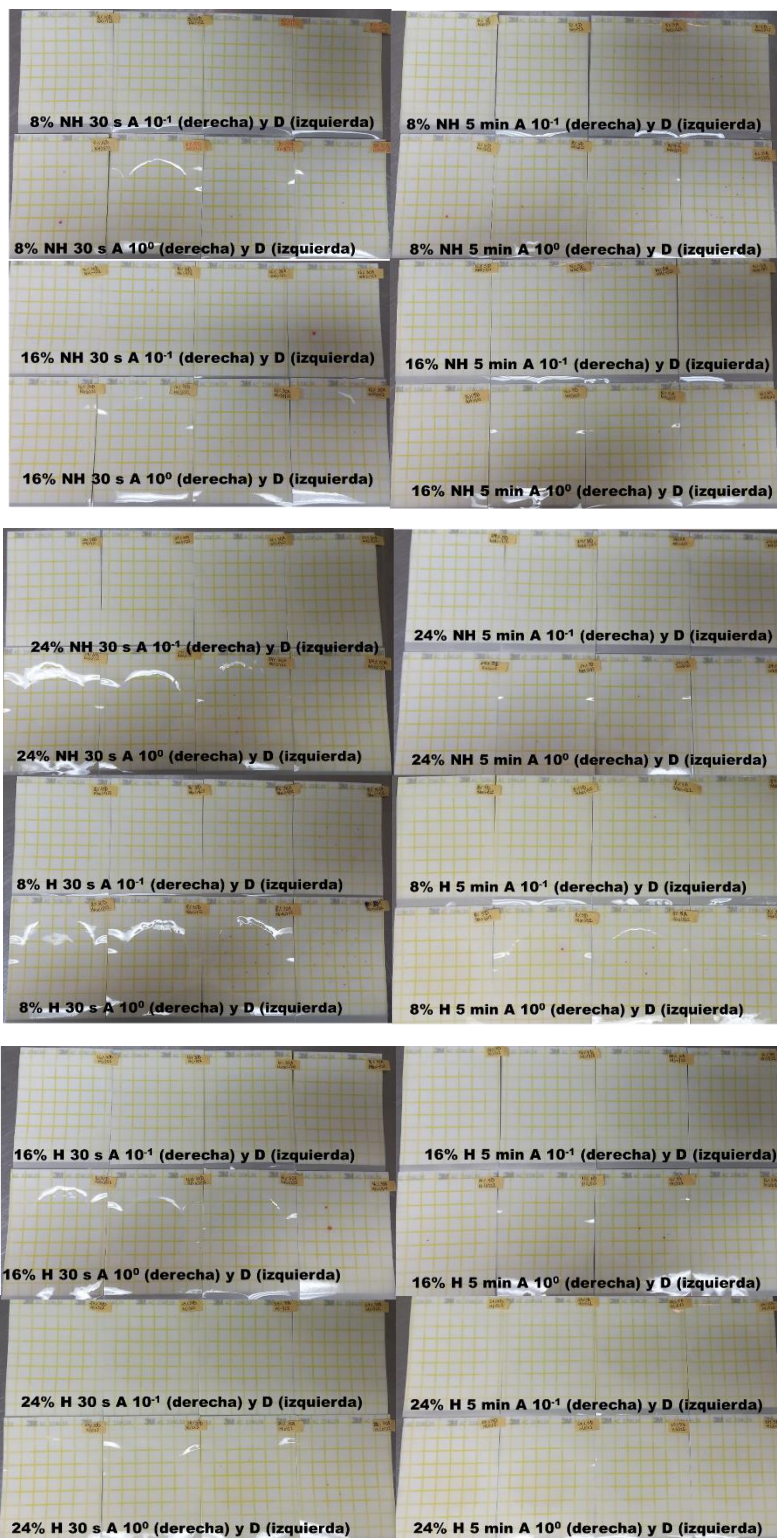


Figura A. 5 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la segunda corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

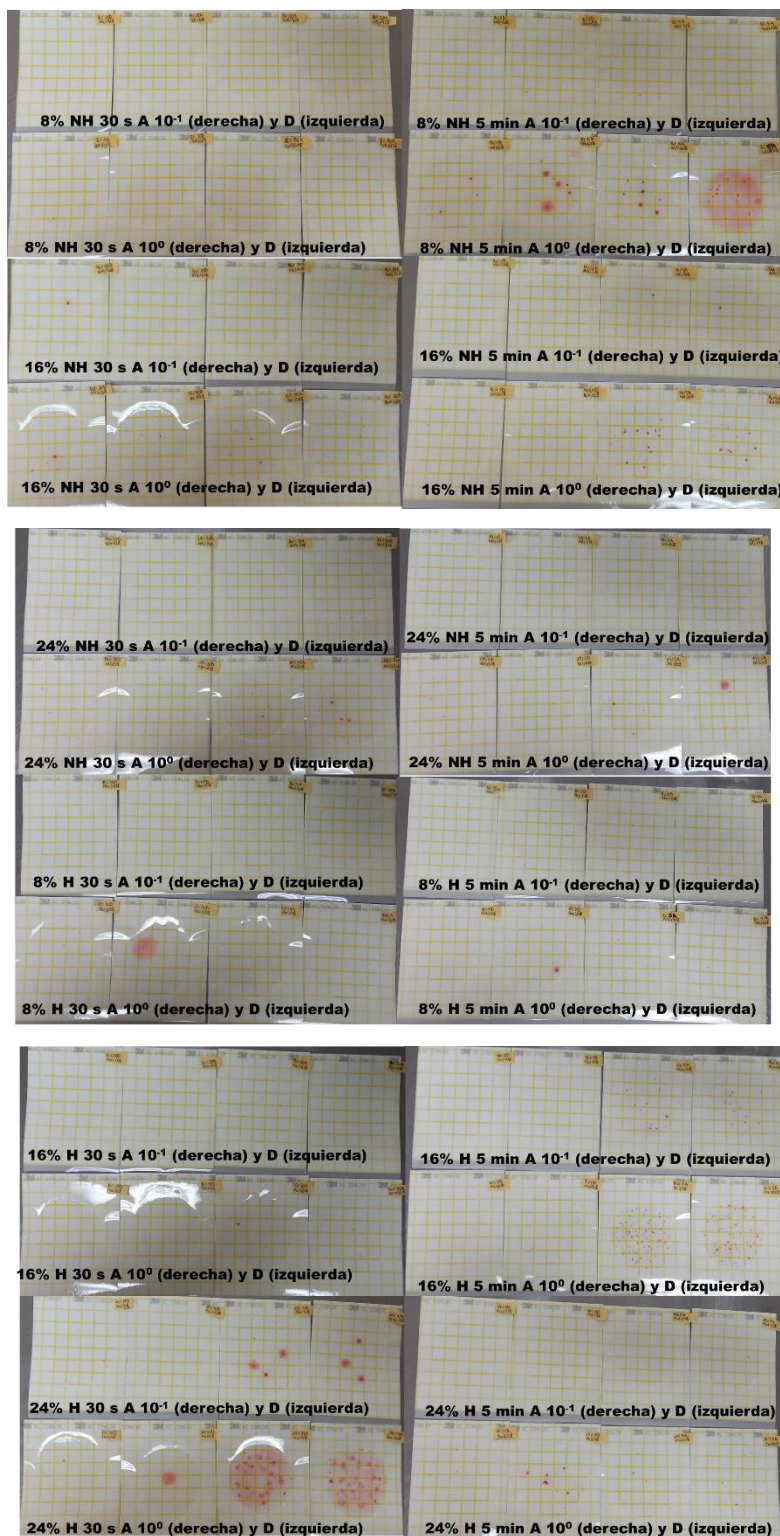


Figura A. 6 Placas petrifilm incubadas por 48 h de la tercera corrida experimental, pruebas en soluciones almacenadas 50 días electrolizadas (H) y no electrolizadas (NH).

ANEXO 3. FICHA DE SEGURIDAD DE ACUERDO A LA SGA.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/AE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: **6846**
 Versión: **7.0 es**
 Reemplaza la versión de: 28.07.2023
 Versión: (6)

fecha de emisión: 14.07.2016
 Revisión: 27.02.2024

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador de producto

Identificación de la sustancia	Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical
Número de artículo	6846
Número de registro (REACH)	no pertinente (mezcla)
Número de clasificación del anexo VI del CLP	[017-011-00-1]
Número CE	[231-668-3]
Número CAS	[7681-52-9]
Identificador único de la fórmula (UFI)	GXF2-P06S-F00N-HUSF

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos pertinentes identificados:	Producto químico de laboratorio Uso analítico y de laboratorio
Usos desaconsejados:	No utilizar para inyección o dispersión. No utilizar en productos que son destinados para el contacto directo con la piel. No utilizar para propósitos privados (domésticos). Alimentos, bebidas y piensos.

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co. KG
 Schoemperlenstr. 3-5
 D-76185 Karlsruhe
 Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0
Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149
e-mail: sicherheit@carloth.de
Sitio web: www.carloth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad:

Department Health, Safety and Environment

e-mail (persona competente):

sicherheit@carloth.de

Proveedor (importador):

QUIMIVITA S.A.
 Calle Balmes 245, 6a Planta
 08006 Barcelona
 +34 932 380 094
 -
ranguita@quimivita.es
www.quimivita.es

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

1.4 Teléfono de emergencia

Nombre	Calle	Código postal/ciudad	Teléfono	Sitio web
Servicio de Información Toxicológica (SIT)		28232 Madrid	+34 91 562 0420	https://www.mjusticia.gob.es/es/institucional/organismos/instituto-nacional/servicios/servicio-informacion

1.5 Importador

QUIMIVITA S.A.
Calle Balmes 245, 6a Planta
08006 Barcelona
España

Teléfono: +34 932 380 094

Fax: -

e-Mail: ranguita@quimivita.es

Sitio web: www.quimivita.es

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Sección	Clase de peligro	Categoría	Clase y categoría de peligro	Indicación de peligro
2.16	Corrosivos para los metales	1	Met. Corr. 1	H290
3.2	Corrosión o irritación cutáneas	1B	Skin Corr. 1B	H314
3.3	Lesiones oculares graves o irritación ocular	1	Eye Dam. 1	H318
4.1A	Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro agudo	1	Aquatic Acute 1	H400
4.1C	Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro crónico	2	Aquatic Chronic 2	H411

Información suplementaria sobre los peligros

Código	Información suplementaria sobre los peligros
EUH031	en contacto con ácidos libera gases tóxicos

Véase el texto completo en la SECCIÓN 16

Los principales efectos adversos fisicoquímicos, para la salud humana y para el medio ambiente

Corrosión cutánea produce una lesión irreversible en la piel, esto es, una necrosis visible a través de la epidermis que alcanza la dermis. Tanto el derrame como el agua de extinción pueden contaminar los cursos de agua.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Palabra de advertencia

Peligro

Pictogramas

GHS05, GHS09



Indicaciones de peligro

H290 Puede ser corrosivo para los metales
 H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves
 H410 Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos

Consejos de prudencia

Consejos de prudencia - prevención

P273 Evitar su liberación al medio ambiente
 P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección

Consejos de prudencia - respuesta

P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito
 P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua [o ducharse]
 P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado
 P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico

Información suplementaria sobre los peligros

EUH031 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Componentes peligrosos para el etiquetado: Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo, Hidróxido de sodio

Etiquetado de los envases cuyo contenido no excede de 125 ml

Palabra de advertencia: **Peligro**

Símbolo(s)



H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
 P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
 P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.
 P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse.
 P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.
 P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.
 EUH031 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
 contiene: Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo, Hidróxido de sodio

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

2.3 Otros peligros

Resultados de la valoración PBT y mPmB

No contiene una sustancia PBT/mPmB a una concentración de $\geq 0,1\%$.

Propiedades de alteración endocrina

No contiene un alterador endocrino (ED) en una concentración de $\geq 0,1\%$.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

no pertinente (mezcla)

3.2 Mezclas

Descripción de la mezcla

Nombre de la sustancia	Identificador	%M	Clasificación según SGA	Pictogramas	Notas
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	No CAS 7681-52-9 No CE 231-668-3 No de índice 017-011-00-1 No de Registro REACH 01-2119488154-34-xxxx	5 - 15	Skin Corr. 1B / H314 Eye Dam. 1 / H318 Aquatic Acute 1 / H400 Aquatic Chronic 1 / H410		B GHS-HC
Hidróxido de sodio	No CAS 1310-73-2 No CE 215-185-5 No de índice 011-002-00-6 No de Registro REACH 01-2119457892-27-xxxx	1 - <2	Met. Corr. 1 / H290 Skin Corr. 1A / H314 Eye Dam. 1 / H318		GHS-HC

Notas

B: Ciertas sustancias (ácidos, bases, etc.) se comercializan en forma de disoluciones acuosas en distintas concentraciones y, por ello, necesitan una clasificación y un etiquetado diferentes, pues los peligros que presentan varían en función de las distintas concentraciones. En la parte 3, las entradas con la nota B tienen una denominación general del tipo: "ácido nítrico ... %". En este caso, el fabricante deberá indicar en la etiqueta la concentración de la disolución en porcentaje. La concentración en porcentaje se entenderá siempre como peso/peso, excepto si explícitamente se especifica otra cosa.

GHS-HC: Clasificación armonizada (la clasificación de la sustancia corresponde a la entrada en la lista conforme a 1272/2008/CE, Anexo VI)

Nombre de la sustancia	Identificador	Límites de concentración específicos	Factores M	ETA	Vía de exposición
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	No CAS 7681-52-9 No CE 231-668-3 No de índice 017-011-00-1	-	factor M (agudo) = 10 factor M (crónica) = 1	-	

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Nombre de la sustancia	Identificador	Límites de concentración específicos	Factores M	ETA	Vía de exposición
Hidróxido de sodio	No CAS 1310-73-2 No CE 215-185-5 No de índice 011-002-00-6	Skin Corr. 1A; H314: C ≥ 5 % Skin Corr. 1B; H314: 2 % ≤ C < 5 % Skin Irrit. 2; H315: 0,5 % ≤ C < 2 % Eye Dam. 1; H318: C ≥ 2 % Eye Irrit. 2; H319: 0,5 % ≤ C < 2 %	-	-	

Observaciones

Véase el texto completo en la SECCIÓN 16

SECCIÓN 4. Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios



Notas generales

Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada. Autoprotección de la persona que preste los primeros auxilios.

En caso de inhalación

Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con mucho agua. Necesario un tratamiento médico inmediato, ya que auterizaciones no tratadas pueden convertirse en heridas difícil de curar.

En caso de contacto con los ojos

En caso de contacto con los ojos aclarar inmediatamente los ojos abiertos bajo agua corriente durante 10 o 15 minutos y consultar al oftalmólogo. Proteger el ojo ileso.

En caso de ingestión

Lavar la boca inmediatamente y beber agua en abundancia. Llamar al médico inmediatamente. En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes).

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Corrosión, Perforación de estómago, Riesgo de lesiones oculares graves, Peligro de ceguera, Tos, Ahogos

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

ninguno

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción



Medios de extinción apropiados

medidas coordinadas de lucha contra incendios en el entorno!
agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo extinguidor seco, polvo BC, dióxido de carbono (CO₂)

Medios de extinción no apropiados

chorro de agua

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

No combustible.

Productos de combustión peligrosos

En caso de incendio pueden formarse: Cloruro de hidrógeno (HCl), Cloro (Cl₂)

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos. No permitir que el agua de extinción alcance el desagüe. Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Llevar un aparato de respiración autónomo. Llevar traje de protección química.

SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia



Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. No respirar los vapores/aerosoles.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas. Retener y eliminar el agua de lavado contaminada. Si la materia se ha introducido en una corriente de agua o en una alcantarilla, informar a la autoridad responsable.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Consejos sobre la manera de contener un vertido

Cierre de desagües.

Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido

Absorber con una sustancia aglutinante de líquidos (arena, harina fósil, aglutinante de ácidos, aglutinante universal).

Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas

Colocar en recipientes apropiados para su eliminación. Ventilar la zona afectada.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

6.4 Referencia a otras secciones

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5. Equipo de protección personal: véase sección 8. Materiales incompatibles: véase sección 10. Consideraciones relativas a la eliminación: véase sección 13.

SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia. Asegurar una ventilación adecuada. Áreas sucias limpiar bien.

Medidas de protección del medio ambiente

Evitar su liberación al medio ambiente.

Recomendaciones sobre medidas generales de higiene en el trabajo

Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Proteger de la luz del sol. Conservar únicamente en el recipiente original.

Sustancias o mezclas incompatibles

Observe el almacenamiento compatible de productos químicos.

Atención a otras indicaciones:

Diseño específico de locales o depósitos de almacenamiento

No cerrar el recipiente herméticamente.
Temperatura recomendada de almacenamiento: 15 - 25 °C

7.3 Usos específicos finales

No hay información disponible.

SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Valores límites nacionales

Valores límites de exposición profesional (límites de exposición en el lugar de trabajo)

País	Nombre del agente	No CAS	Identificador	VLA-ED [ppm]	VLA-ED [mg/m ³]	VLA-EC [ppm]	VLA-EC [mg/m ³]	VLA-VM [ppm]	VLA-VM [mg/m ³]	Anotación	Fuente
ES	hidróxido de sodio	1310-73-2	VLA				2				INSHT

Anotación

VLA-EC Valor límite ambiental-exposición de corta duración (nivel de exposición de corta duración): valor límite a partir del cual no debe producirse ninguna exposición y que hace referencia a un período de 15 minutos (salvo que se disponga lo contrario)

VLA-ED Valor límite ambiental-exposición diaria (límite de exposición de larga duración): tiempo medido o calculado en relación con un período de referencia de una media ponderada en el tiempo de ocho horas (salvo que se disponga lo contrario)

VLA-VM Valor máximo a partir del cual no debe producirse ninguna exposición (ceiling value)

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

DNEL pertinentes de los componentes						
Nombre de la sustancia	No CAS	Parámetro	Niveles umbrales	Objetivo de protección, vía de exposición	Utilizado en	Tiempo de exposición
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	DNEL	1,55 mg/m ³	humana, por inhalación	trabajador (industria)	crónico - efectos sistémicos
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	DNEL	3,1 mg/m ³	humana, por inhalación	trabajador (industria)	agudo - efectos sistémicos
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	DNEL	1,55 mg/m ³	humana, por inhalación	trabajador (industria)	crónico - efectos locales
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	DNEL	3,1 mg/m ³	humana, por inhalación	trabajador (industria)	agudo - efectos locales

PNEC pertinentes de los componentes						
Nombre de la sustancia	No CAS	Parámetro	Niveles umbrales	Organismo	Compartimiento ambiental	Tiempo de exposición
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	PNEC	0,21 µg/l	organismos acuáticos	agua dulce	corto plazo (ocasión única)
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	PNEC	0,042 µg/l	organismos acuáticos	agua marina	corto plazo (ocasión única)
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	PNEC	4,69 mg/l	organismos acuáticos	depuradora de aguas residuales (STP)	corto plazo (ocasión única)

8.2 Controles de la exposición

Medidas de protección individual, como equipo de protección personal (EPP)

Protección de los ojos/la cara



Utilizar gafas de protección con protección a los costados. Llevar máscara de protección.

Protección de la piel



• protección de las manos

Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Revisar la hermeticidad/impermeabilidad antes de su uso. Para usos especiales se recomienda verificar con el proveedor de los guantes de protección, sobre la resistencia de éstos contra los productos químicos arriba mencionados. Los tiempos son valores aproximados de mediciones a 22 ° C y contacto permanente. El aumento de las temperaturas debido a las sustancias calentadas, el calor del cuerpo, etc. y la reducción del espesor efectivo de la capa por estiramiento puede llevar a una reducción considerable del tiempo de penetración. En caso de duda, póngase en contacto con el fa-

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

bricante. Con un espesor de capa aproximadamente 1,5 veces mayor / menor, el tiempo de avance respectivo se duplica / se reduce a la mitad. Los datos se aplican solo a la sustancia pura. Cuando se transfieren a mezclas de sustancias, solo pueden considerarse como una guía.

• tipo de material

Caucho de butilo

• espesor del material

0,5 mm

• tiempo de penetración del material con el que estén fabricados los guantes

>480 minutos (permeación: nivel 6)

• Protección contra salpicaduras - Guantes de protección

• tipo de material: NBR (Goma de nitrilo)

• espesor del material: >0,11 mm

• tiempo de penetración del material con el que estén fabricados los guantes: >60 minutos (permeación: nivel 3)

• otras medidas de protección

Hacer períodos de recuperación para la regeneración de la piel. Están recomendados los protectores de piel preventivos (cremas de protección/pomadas).

Protección respiratoria



Protección respiratoria es necesaria para: Formación de aerosol y niebla. Tipo: B-P2 (filtros combinados para gases ácidos y partículas, código de color: gris/blanco).

Controles de exposición medioambiental

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico	líquido
Color	amarillo claro - verde claro
Olor	como: - cloro
Punto de fusión/punto de congelación	-25 °C
Punto de ebullición o punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	98 °C (descomposición lenta)
Inflamabilidad	no combustible
Límite superior e inferior de explosividad	no determinado
Punto de inflamación	no determinado
Temperatura de auto-inflamación	no determinado
Temperatura de descomposición	>111 °C
pH (valor)	12 - 13 (20 °C)
Viscosidad cinemática	2,222 mm ² /s a 20 °C

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: **6846**

Viscosidad dinámica	2,8 mPa s a 20 °C
<u>Solubilidad(es)</u>	
Hidrosolubilidad	miscible en cualquier proporción
<u>Coefficiente de reparto</u>	
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico):	-3,42 (20 °C)
Presión de vapor	23 hPa
<u>Densidad y/o densidad relativa</u>	
Densidad	1,12 – 1,17 g/cm ³ a 20 °C
Densidad de vapor	Las informaciones sobre esta propiedad no están disponibles.
Características de las partículas	no relevantes (líquido)
<u>Otros parámetros de seguridad</u>	
Propiedades comburentes	ninguno
9.2 Otros datos	
Información relativa a las clases de peligro físico:	
Corrosivos para los metales	categoría 1: corrosivos para los metales
Otras características de seguridad:	
Miscibilidad	completamente miscible con agua

SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

Corrosivos para los metales.

10.2 Estabilidad química

Durante mucho tiempo a la luz puede causar descomposición.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Reacciones fuertes con: muy comburente, Ácido fórmico, Amina, Amoníaco, Anhídrido acético, Metanol, Medios de reducción, Ácido fuerte, Cianuros,
Peligro/reacciones peligrosas con: Ácidos => Liberación de un gas de toxicidad aguda: Cloro

10.4 Condiciones que deben evitarse

Conservar alejado del calor. Descomposición comienza a partir de temperaturas de: >111 °C.

10.5 Materiales incompatibles

diferentes metales

Liberación de materiales inflamables con

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Metales, Metales ligeros (debido al desprendimiento de hidrógeno en un medio ácido/alcalino)

Liberación de materiales tóxicos con

Ácidos.

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5.

SECCIÓN 11. Información toxicológica

11.1 Información sobre las clases de peligro definidas en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008

No se dispone de datos de ensayo sobre la propia mezcla.

Procedimientos de clasificación

La clasificación de la mezcla está basada en los componentes (fórmula de adición).

Clasificación conforme al SGA (1272/2008/CE, CLP)

Toxicidad aguda

No se clasificará como toxicidad aguda.

Toxicidad aguda de los componentes					
Nombre de la sustancia	No CAS	Vía de exposición	Parámetro	Valor	Especie
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	oral	LD50	1.100 mg/kg	rata
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	cutánea	LD50	>20.000 mg/kg	conejo

Corrosión o irritación cutánea

Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Lesiones oculares graves o irritación ocular

Provoca lesiones oculares graves.

Sensibilización respiratoria o cutánea

No se clasificará como sensibilizante respiratoria o sensibilizante cutánea.

Mutagenicidad en células germinales

No se clasificará como mutágeno en células germinales.

Carcinogenicidad

No se clasificará como carcinógeno.

Toxicidad para la reproducción

No se clasificará como tóxico para la reproducción.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición única).

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida

No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición repetida).

Peligro por aspiración

No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas

- **En caso de ingestión**

En caso de tragar existe el peligro de una perforación del esófago y del estómago (fuertes efectos cauterizantes)

- **En caso de contacto con los ojos**

provoca quemaduras, Provoca lesiones oculares graves, peligro de ceguera

- **En caso de inhalación**

tos, Ahogos

- **En caso de contacto con la piel**

provoca quemaduras graves, causa heridas difíciles de sanar

- **Otros datos**

ninguno

11.2 Propiedades de alteración endocrina

No contiene un alterador endocrino (ED) en una concentración de $\geq 0,1\%$.

11.3 Información relativa a otros peligros

No hay información adicional.

SECCIÓN 12. Información ecológica

12.1 Toxicidad

Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Toxicidad acuática (aguda) de los componentes					
Nombre de la sustancia	No CAS	Parámetro	Valor	Especie	Tiempo de exposición
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	EC50	35 $\mu\text{g/l}$	invertebrados acuáticos	48 h
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	ErC50	0,036 mg/l	alga	72 h
Hidróxido de sodio	1310-73-2	LC50	<180 mg/l	pez	96 h
Hidróxido de sodio	1310-73-2	EC50	40,4 mg/l	invertebrados acuáticos	48 h

Toxicidad acuática (crónica) de los componentes					
Nombre de la sustancia	No CAS	Parámetro	Valor	Especie	Tiempo de exposición
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	LC50	0,05 mg/l	pez	120 h
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9	EC50	563 mg/l	microorganismos	3 h

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl₂, technical

número de artículo: 6846

Toxicidad acuática (crónica) de los componentes					
Nombre de la sustancia	No CAS	Parámetro	Valor	Especie	Tiempo de exposición
Hidróxido de sodio	1310-73-2	EC50	22 mg/l	microorganismos	15 min

12.2 Persistencia y degradabilidad

No se dispone de datos.

12.3 Potencial de bioacumulación

Se enriquece en organismos insignificadamente.

Potencial de bioacumulación de los componentes				
Nombre de la sustancia	No CAS	FBC	Log KOW	DB05/DQ0
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	7681-52-9		-3,42 (pH valor: 12,5, 20 °C)	

12.4 Movilidad en el suelo

No se dispone de datos.

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

No contiene una sustancia PBT/mPmB a una concentración de $\geq 0,1\%$.

12.6 Propiedades de alteración endocrina

No contiene un alterador endocrino (ED) en una concentración de $\geq 0,1\%$.

12.7 Otros efectos adversos

No se dispone de datos.

SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos



Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos. Eliminar el contenido/el recipiente de conformidad con la normativa local, regional, nacional o internacional.

Información pertinente para el tratamiento de las aguas residuales

No tirar los residuos por el desagüe. Evítase su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

Tratamiento de residuos de recipientes/embalajes

Es un residuo peligroso; solamente pueden usarse envases que han sido aprobado (p.ej. conforme a ADR). Manipular los envases contaminados de la misma forma que la sustancia. Envases completamente vacíos pueden ser reciclados.

13.2 Disposiciones sobre prevención de residuos

La coordinación de los números de clave de los residuos/marcas de residuos según CER hay que efectuarla específicamente de ramo y proceso.

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: **6846**

Características de los residuos que permiten calificarlos de peligrosos

HP 4 irritante - irritación cutánea y lesiones oculares
HP 8 corrosivo
HP 12 liberación de un gas de toxicidad aguda
HP 14 ecotóxico

13.3 Observaciones

Los residuos se deben clasificar en las categorías aceptadas por los centros locales o nacionales de tratamiento de residuos. Por favor considerar las disposiciones nacionales o regionales pertinentes. Los embalajes no contaminados pueden ser reciclados.

SECCIÓN 14. Información relativa al transporte

14.1 Número ONU o número ID

ADRRID	UN 1791
Código-IMDG	UN 1791
OACI-IT	UN 1791

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADRRID	HIPOCLORITOS EN SOLUCIÓN
Código-IMDG	HYPOCHLORITE SOLUTION
OACI-IT	Hypochlorite solution

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADRRID	8
Código-IMDG	8
OACI-IT	8

14.4 Grupo de embalaje

ADRRID	II
Código-IMDG	II
OACI-IT	II

14.5 Peligros para el medio ambiente

	peligroso para el medio ambiente acuático
Materias peligrosas para el medio ambiente (medio acuático):	Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo

14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Las disposiciones concernientes a las mercancías peligrosas (ADR) se deben cumplir dentro de las instalaciones.

14.7 Transporte marítimo a granel con arreglo a los instrumentos de la OMI

El transporte a granel de la mercancía no está previsto.

14.8 Información para cada uno de los Reglamentos tipo de las Naciones Unidas

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) Información adicional

Designación oficial	HIPOCLORITOS EN SOLUCIÓN
Menciones en la carta de porte	UN1791, HIPOCLORITOS EN SOLUCIÓN, 8, II, (E), peligro para el medio ambiente
Código de clasificación	C9
Etiqueta(s) de peligro	8, "Pez y árbol"
Peligros para el medio ambiente	sí (peligroso para el medio ambiente acuático)
Disposiciones especiales (DE)	521
Cantidades exceptuadas (CE)	E2
Cantidades limitadas (LQ)	1 L
Categoría de transporte (CT)	2
Código de restricciones en túneles (CRT)	E
Número de identificación de peligro	80

Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID) Información adicional

Código de clasificación	C9
Etiqueta(s) de peligro	8, "Pez y árbol"
Peligros para el medio ambiente	Sí Peligroso para el agua
Disposiciones especiales (DE)	521
Cantidades exceptuadas (CE)	E2
Cantidades limitadas (LQ)	1 L
Categoría de transporte (CT)	2
Número de identificación de peligro	80

Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG) - Información adicional

Designación oficial	HYPOCHLORITE SOLUTION
Designaciones indicadas en la declaración del expedidor (shipper's declaration)	UN1791, HYPOCHLORITE SOLUTION, (contains: Sodium hypochlorite, solution ... % Cl active, Sodium hydroxide), 8, II, MARINE POLLUTANT
Contaminante marino	sí (P) (peligroso para el medio ambiente acuático), (Sodium hypochlorite, solution ... % Cl active)
Etiqueta(s) de peligro	8, "Pez y árbol"
Disposiciones especiales (DE)	274, 900

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Cantidades exceptuadas (CE)	E2
Cantidades limitadas (LQ)	1 L
EmS	F-A, S-B
Categoría de estiba (stowage category)	B
Grupo de segregación	8 - Hipocloritos

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI-IATA/DGR) - Información adicional

Designación oficial	Hypochlorite solution
Designaciones indicadas en la declaración del expedidor (shipper's declaration)	UN1791, Hypochlorite solution, 8, II
Peligros para el medio ambiente	SÍ (peligroso para el medio ambiente acuático)
Etiqueta(s) de peligro	8



Disposiciones especiales (DE)	A3
Cantidades exceptuadas (CE)	E2
Cantidades limitadas (LQ)	0,5 L

SECCIÓN 15. Información reglamentaria

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

Disposiciones pertinentes de la Unión Europea (UE)

Restricciones conforme a REACH, Anexo XVII

Sustancias peligrosas con restricciones (REACH, Anexo XVII)				
Nombre de la sustancia	Nombre según el inventario	No CAS	Restricción	No
Sodio hipoclorito en solución	este producto cumple con los criterios de clasificación de acuerdo con el Reglamento nº 1272/2008/CE		R3	3
Hidróxido de sodio	sustancias en las tintas de los tatuajes y del maquillaje permanente		R75	75
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	sustancias en las tintas de los tatuajes y del maquillaje permanente		R75	75

Leyenda

- R3
- No se utilizarán en:
 - artículos decorativos destinados a producir efectos luminosos o de color obtenidos por medio de distintas fases, por ejemplo, lámparas de ambiente y ceniceros,
 - artículos de diversión y broma,
 - juegos para uno o más participantes o cualquier artículo que se vaya a utilizar como tal, incluso con carácter decorativo.
 - Los artículos que no cumplan lo dispuesto en el punto 1 no podrán comercializarse.
 - No se comercializarán cuando contengan un agente colorante, a menos que se requiera por razones fiscales, un agente perfumante o ambos, si:
 - pueden utilizarse como combustible en lámparas de aceite decorativas destinadas a ser suministradas al público en general, y
 - presentan un riesgo de aspiración y están etiquetadas con la frase H304.
 - Las lámparas de aceite decorativas destinadas a ser suministradas al público en general no se comercializarán a menos que se ajusten a la norma europea sobre lámparas de aceite decorativas (EN 14059) adoptada por el Comité Europeo de Normalización (CEN).
 - Sin perjuicio de la aplicación de otras disposiciones de la Unión sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, los proveedores se asegurarán, antes de la comercialización, de que se cumplen los siguientes requisitos:

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Leyenda

- a) los aceites para lámparas etiquetados con la frase H304 y destinados al público en general deberán llevar marcada de manera visible, legible e indeleble la siguiente indicación: "Mantener las lámparas que contengan este líquido fuera del alcance de los niños."; y, para el 1 de diciembre de 2010: "Un simple sorbo de aceite para lámparas, o incluso chupar la mecha, puede causar lesiones pulmonares potencialmente mortales.";
- b) para el 1 de diciembre de 2010, los líquidos encendedores de barbacoa etiquetados con la frase H304 y destinados a ser suministrados al público en general deberán llevar marcada de manera legible e indeleble la siguiente indicación: "Un simple sorbo de líquido encendedor de barbacoa puede causar lesiones pulmonares potencialmente mortales.";
- c) para el 1 de diciembre de 2010, los aceites para lámparas y los líquidos encendedores de barbacoa etiquetados con la frase H304 y destinados a ser suministrados al público en general deberán presentarse en envases negros opacos de 1 litro como máximo;

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Leyenda

- R75
1. No se comercializarán en mezclas para su uso para tatuaje, y las mezclas que las contengan no se usarán para tatuaje, después del 4 de enero de 2022 si la sustancia o las sustancias en cuestión están presentes en las siguientes circunstancias:
 - a) en el caso de las sustancias clasificadas en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como carcinógenos de categorías 1A, 1B o 2, o mutágenos de células germinales de categorías 1A, 1B o 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso;
 - b) en el caso de una sustancia clasificada en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como tóxica para la reproducción de categorías 1A, 1B o 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,001 % en peso;
 - c) en el caso de una sustancia clasificada en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como sensibilizante cutáneo de categorías 1, 1A o 1B, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,001 % en peso;
 - d) en el caso de las sustancias clasificadas en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como corrosivo cutáneo de categorías 1, 1A, 1B o 1C, irritante cutáneo de categoría 2, sustancia que causa lesiones oculares graves de categoría 1, o irritante ocular de categoría 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior:
 - i) al 0,1 % en peso, si la sustancia se utiliza únicamente como regulador de pH;
 - ii) al 0,01 % en peso, en todos los demás casos;
 - e) en el caso de una sustancia incluida en el anexo II del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 (*1), la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso;
 - f) en el caso de una sustancia respecto de la cual se especifica la condición de uno o varios de los tipos siguientes en la columna g (tipo de producto, partes del cuerpo) de la tabla del anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso:
 - i) "Productos que se aclaran";
 - ii) "No utilizar en productos aplicados en las mucosas";
 - iii) "No utilizar en productos para los ojos";
 - g) si se trata de una sustancia para la que se ha especificado una condición en la columna h (Concentración máxima en el producto preparado para el uso) o en la columna i (Otras condiciones) del cuadro del anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración, o de algún otro modo, no conforme con la condición especificada en dicha columna;
 - h) en el caso de una sustancia incluida en el apéndice 13 del presente anexo, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al límite de concentración especificado para esa sustancia en dicho apéndice.
 2. A efectos de la presente entrada, se entiende por uso de una mezcla "para tatuaje" la inyección o introducción de la mezcla en la piel, las mucosas o el globo ocular de una persona, mediante cualquier proceso o procedimiento [incluidos los procedimientos comúnmente denominados maquillaje permanente, tatuaje cosmético, micro-blading (diseño de cejas pelo a pelo) y micropigmentación], con el objetivo de realizar una marca o un dibujo en su cuerpo.
 3. Si una sustancia no incluida en el apéndice 13 cumple más de una de las letras a) a g) del punto 1, se aplicará a dicha sustancia el límite de concentración más estricto establecido en los puntos de que se trate. Si una sustancia incluida en el apéndice 13 también cumple una o varias de las letras a) a g) del punto 1, se aplicará a dicha sustancia el límite de concentración establecido en la letra h) del punto 1.
 4. No obstante, el apartado 1 no será aplicable a las sustancias indicadas a continuación hasta el 4 de enero de 2023.
 - a) Pigmento Azul 15:3 (CI 74160, N.º CE 205-685-1, n.º CAS 147-14-8);
 - b) Pigmento Verde 7 (CI 74260, n.º CE 215-524-7, n.º CAS 1328-53-6).
 5. Si la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 se modifica después del 4 de enero de 2021 para clasificar o reclasificar una sustancia de tal modo que la sustancia quede incluida en las letras a), b), c) o d) del punto 1 de la presente entrada, o de modo que quede incluida en una diferente de aquella en la que se hallaba anteriormente, y la fecha de aplicación de esa clasificación nueva o revisada es posterior a la fecha mencionada en el punto 1 o, en su caso, en el punto 4 de la presente entrada, a efectos de la aplicación de la presente entrada a dicha sustancia se considerará que dicha modificación surte efecto en la fecha de aplicación de dicha clasificación nueva o revisada.
 6. Si el anexo II o el anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 se modifican después del 4 de enero de 2021 para incluir o modificar la inclusión en la lista de una sustancia de modo que la sustancia quede comprendida en las letras e), f) o g) del punto 1 de la presente entrada, o de modo que quede incluida en un punto diferente de aquel en el que se hallaba anteriormente, y la modificación surte efecto después de la fecha a que se refiere el punto 1 o, en su caso, el punto 4 de la presente entrada, a efectos de la aplicación de la presente entrada a dicha sustancia se considerará que dicha modificación surte efecto dieciocho meses después de la entrada en vigor del acto mediante el cual se efectuó la modificación.
 7. Los proveedores que comercialicen una mezcla para tatuaje deberán asegurarse de que, después del 4 de enero de 2022 la mezcla contiene la siguiente información:
 - a) la declaración "Mezcla para su uso en tatuajes o en maquillaje permanente";
 - b) un número de referencia que permita identificar de manera inequívoca el lote;
 - c) la lista de ingredientes con arreglo a la nomenclatura establecida en el glosario de nombres comunes de ingredientes de conformidad con el artículo 33 del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 o, de no haber un nombre común del ingrediente, el nombre IUPAC. De no haber un nombre común del ingrediente o un nombre IUPAC, el número CAS y el número CE. Los ingredientes se enumerarán por orden decreciente de peso o volumen de los ingredientes en el momento de la formulación. Por "ingrediente" se entiende cualquier sustancia añadida durante el proceso de formulación y presente en la mezcla para ser utilizada en tatuajes. Las impurezas no se considerarán ingredientes. Si ya se exige que el nombre de una sustancia, utilizada como ingrediente en el sentido de la presente entrada, figure en la etiqueta de conformidad con el Reglamento (CE) n.º 1272/2008, dicho ingrediente no tendrá que marcarse de conformidad con el presente Reglamento;
 - d) la declaración adicional "regulador del pH" de las sustancias comprendidas en el punto 1, letra d), inciso i);
 - e) la declaración "Contiene níquel. Puede provocar reacciones alérgicas" si la mezcla contiene níquel en una concentración inferior al límite especificado en el apéndice 13;
 - f) la declaración "Contiene cromo (VI). Puede provocar reacciones alérgicas" si la mezcla contiene cromo (VI) en una concentración inferior al límite especificado en el apéndice 13;
 - g) instrucciones de seguridad para el uso, en la medida en que no sea ya necesario que figuren en la etiqueta en virtud del Reglamento (CE) n.º 1272/2008. La información deberá ser claramente visible, fácilmente legible e indeleble. La información deberá presentarse en la lengua o las lenguas oficiales del Estado o los Estados miembros en los que se comercializa la mezcla, a menos que el Estado o los Estados miembros interesados dispongan otra cosa. Cuando sea necesario debido al tamaño del envase, la información indicada en el párrafo primero, excepto en lo que respecta a la letra a), se incluirá en las instrucciones de uso. Antes de usar una mezcla para tatuaje, la persona que utilice la mezcla facilitará a la persona que se someta al procedimiento la información que figure en el envase o en las

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Legenda

instrucciones de uso con arreglo al presente punto.
 8. No se utilizarán para tatuaje mezclas que no contengan la declaración "Mezcla para su uso en tatuajes o en maquillaje permanente".
 9. La presente entrada no es aplicable a las sustancias que son gases a una temperatura de 20 °C y a una presión de 101,3 kPa, ni producen una presión de vapor de más de 300 kPa a una temperatura de 50 °C, a excepción del formaldehído (n.º CAS 50-00-0, n.º CE 200-001-8).
 10. La presente entrada no es aplicable a la comercialización de mezclas para su uso en tatuaje, ni al uso de mezclas para tatuaje, cuando se comercialicen exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, en el sentido del Reglamento (UE) 2017/745, ni cuando se utilicen exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, en el sentido del mismo Reglamento. Cuando la comercialización o el uso puedan efectuarse no exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, los requisitos del Reglamento (UE) 2017/745 y del presente Reglamento serán aplicables de forma acumulativa.

Lista de sustancias sujetas a autorización (REACH, Anexo XIV)/SVHC - lista de candidatos

Ninguno de los componentes está incluido en la lista.

Directiva Seveso

2012/18/UE (Seveso III)				
No	Sustancia peligrosa/categorías de peligro	Cantidades umbral (en toneladas) de aplicación de los requisitos de nivel inferior e superior		Notas
E1	peligros para el medioambiente (peligroso para el medio ambiente acuático, cat. 1)	100	200	56)

Anotación

56) Peligroso para el medio ambiente acuático en las categorías aguda 1 o crónica 1

Directiva Decopaint

Contenido de COV	0 %
Contenido de COV (Contenido de agua fue descontado)	-0 g/l

Directiva sobre Emisiones Industriales (DEI)

Contenido de COV	0 %
Contenido de COV (Contenido de agua fue descontado)	-0 g/l

Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS)

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Reglamento relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes (PRTR)

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Directiva Marco del Agua (DMA)

Lista de contaminantes (DMA)				
Nombre de la sustancia	Nombre según el inventario	No CAS	Enumerado en	Observaciones
Hidróxido de sodio	Metales y sus compuestos		a)	
Hipoclorito de sodio, solución ... % cloro activo	Metales y sus compuestos		a)	

Legenda

a) Lista indicativa de los principales contaminantes

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl₂, technical

número de artículo: 6846

Reglamento sobre la comercialización y la utilización de precursores de explosivos

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Reglamento sobre precursores de drogas

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Reglamento sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO)

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Reglamento relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos (PIC)

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Reglamento sobre contaminantes orgánicos persistentes (POP)

ninguno de los componentes está incluido en la lista

Otros datos

Directiva 94/33/CE relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo. Tener en cuenta la ocupación limitada según la ley de protección a la madre (92/85/CEE) para embarazadas o madres que dan el pecho.

Catálogos nacionales

País	Inventario	Estatuto
AU	AIIC	todos los componentes están listados
CA	DSL	todos los componentes están listados
CN	IECSC	todos los componentes están listados
EU	ECSI	todos los componentes están listados
EU	REACH Reg.	todos los componentes están listados
JP	CSCL-ENCS	todos los componentes están listados
JP	ISHA-ENCS	no todos los componentes están incluidos en la lista
KR	KECI	todos los componentes están listados
MX	INSQ	todos los componentes están listados
NZ	NZIoC	todos los componentes están listados
PH	PICCS	todos los componentes están listados
TR	CICR	no todos los componentes están incluidos en la lista
TW	TCSI	todos los componentes están listados
US	TSCA	todos los componentes están listados (ACTIVE)

Legenda

AIIC	Australian Inventory of Industrial Chemicals
CICR	Chemical Inventory and Control Regulation
CSCL-ENCS	List of Existing and New Chemical Substances (CSCL-ENCS)
DSL	Domestic Substances List (DSL)
ECSI	CE inventario de sustancias (EINECS, ELINCS, NLP)
IECSC	Inventory of Existing Chemical Substances Produced or Imported in China
INSQ	Inventario Nacional de Sustancias Químicas
ISHA-ENCS	Inventory of Existing and New Chemical Substances (ISHA-ENCS)
KECI	Korea Existing Chemicals Inventory
NZIoC	New Zealand Inventory of Chemicals
PICCS	Philippine Inventory of Chemicals and Chemical Substances (PICCS)
REACH Reg.	Sustancias registradas REACH
TCSI	Taiwan Chemical Substance Inventory
TSCA	Ley de Control de Sustancias Tóxicas

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl₂, technical

número de artículo: 6846

15.2 Evaluación de la seguridad química

Según REACH, el artículo 14, apartado 1, se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química para esta sustancia o los componentes de esta mezcla cuando la sustancia se ha registrado en cantidades de 10 toneladas o más al año por solicitante de registro.

SECCIÓN 16. Otra información

Indicación de modificaciones (ficha de datos de seguridad revisada)

Sección	Inscripción anterior (texto/valor)	Inscripción actual (texto/valor)	Relevante para la seguridad
2.1		Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP): modificación en el listado (tabla)	sí
2.3	Propiedades de alteración endocrina: No contiene un alterador endocrino (EDC) en una concentración de $\geq 0,1\%$.	Propiedades de alteración endocrina: No contiene un alterador endocrino (ED) en una concentración de $\geq 0,1\%$.	sí
15.1		Sustancias peligrosas con restricciones (REACH, Anexo XVII): modificación en el listado (tabla)	sí

Abreviaturas y los acrónimos

Abrev.	Descripciones de las abreviaturas utilizadas
ADR	Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera)
Aquatic Acute	Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro agudo
Aquatic Chronic	Peligroso para el medio ambiente acuático - peligro crónico
CAS	Chemical Abstracts Service (número identificador único carente de significado químico)
CLP	Reglamento (CE) no 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado (Classification, Labelling and Packaging) de sustancias y mezclas
Código-IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGR	Dangerous Goods Regulations (reglamento para el transporte de mercancías peligrosas, véase IATA/DGR)
DNEL	Derived No-Effect Level (nivel sin efecto derivado)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EC50	Effective Concentration 50 % (porcentaje de concentración efectivo). La CE50 corresponde a la concentración de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de cambios en la respuesta (por ejemplo, en el crecimiento) durante un intervalo de tiempo determinado
ED	Alterador endocrino
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (catálogo europeo de sustancias químicas comercializadas)
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances (lista europea de sustancias químicas notificadas)
EmS	Emergency Schedule (programa de emergencias)

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl₂ technical

número de artículo: 6846

Abrev.	Descripciones de las abreviaturas utilizadas
ErC50	≡ CE50: en este ensayo, es la concentración de la sustancia de ensayo que da lugar a una reducción del 50 %, bien en el crecimiento (C50Eb) bien en la tasa de crecimiento (C50Er) con respecto al testigo
ETA	Estimación de la Toxicidad Aguda
Eye Dam.	Causante de lesiones oculares graves
Eye Irrit.	Irritante para los ojos
factor M	Es un factor multiplicador Se aplica a la concentración de una sustancia clasificada como peligrosa para el medio ambiente acuático en las categorías aguda 1 o crónica 1, y se utiliza para obtener, mediante el método de la suma, la clasificación de una mezcla en la que se halla presente la sustancia
FBC	Factor de bioconcentración
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
IATA/DGR	Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por aire)
IMDG	International Maritime Dangerous Goods Code (código marítimo internacional de mercancías peligrosas)
INSHT	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos, INSHT
LC50	Lethal Concentration 50 % (concentración letal 50%): la CL50 corresponde a la concentración de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de mortalidad durante un intervalo de tiempo determinado
LD50	Lethal Dose 50 % (dosis letal 50 %): la DL50 corresponde a la dosis de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de mortalidad durante un intervalo de tiempo determinado
log KOW	n-Octanol/agua
Met. Corr.	Corrosivos para los metales
mPmB	Muy persistente y muy bioacumulable
NLP	No-Longer Polymer (ex-polímero)
No CE	El inventario de la CE (EINECS, ELINCS y lista NLP) es la fuente para el número CE como identificador de sustancias de la UE (Unión Europea)
No de índice	El número de clasificación es el código de identificación que se da a la sustancia en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) no 1272/2008
OACI	Organisation de l'Aviation Civile International
OACI-IT	Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air (instrucciones técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea)
PBT	Persistente, Bioacumulable y Tóxico
PNEC	Predicted No-Effect Concentration (concentración prevista sin efecto)
ppm	Partes por millón
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos ⁹)
RID	Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses (Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas)
SGA	"Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de sustancias químicas" elaborado por Naciones Unidas
Skin Corr.	Corrosivo cutáneo
Skin Irrit.	Irritante cutáneo
SVHC	Substance of Very High Concern (sustancia extremadamente preocupante)

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2020/878/UE



Sodio hipoclorito en solución 5-10 % Cl, technical

número de artículo: 6846

Abrev.	Descripciones de las abreviaturas utilizadas
VLA	Valor límite ambiental
VLA-EC	Valor límite ambiental-exposición de corta duración
VLA-ED	Valor límite ambiental-exposición diaria
VLA-VM	Valor máximo

Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Reglamento (CE) no 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado (Classification, Labelling and Packaging) de sustancias y mezclas. Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH), modificado por 2020/878/UE.

Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID). Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG). Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por aire).

Procedimientos de clasificación

Propiedades físicas y químicas. La clasificación está basada en la mezcla sometida a ensayo. Peligros para la salud humana. Peligros para el medio ambiente. La clasificación de la mezcla está basada en los componentes (fórmula de adición).

Frases pertinentes (código y texto completo como se expone en la sección 2 y 3)

Código	Texto
H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H400	Muy tóxico para los organismos acuáticos.
H410	Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
H411	Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Cláusula de exención de responsabilidad

Esta información se basa en los conocimientos de que disponemos hasta el momento. Esta FDS se refiere exclusivamente a este producto.

ANEXO 4. CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE PLACAS PETRIFILM CONTEO AEROBIO.



Created by Authorized Personnel: Jacob Billings, 2024-04-30

Manufacture Date: 2024-02-05

Expiration Date: 2025-08-05

Product Manufacturing Certificate

Certificate of Analysis

Product: 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count Plates 6400, 6403, 6406 or 6442
 Batch: 33WLSK
 Stock Number: 70-2005-7212-4 or 70-2006-7784-0 or 70-2005-7215-7 or 70-2007-7071-0
 ERP Number: 7100039310 or 7100048022 or 7100039374 or 7100047858

Organism Tested	Growth Specification	Result
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> ATCC 19257	≥-3.0*	Pass
<i>Escherichia coli</i> ATCC 51813	≥-3.0*	Pass

*Expressed as the number of standard deviations away from the average count on standard agar medium.

ISO 11133:2014 Performance Testing

Organism Tested	Growth Specification	Result
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 (WDCM 00013)	Productivity Ratio ≥ 0.7	Pass
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633 (WDCM 00003)	Productivity Ratio ≥ 0.7	Pass
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739 (WDCM 00012)	Productivity Ratio ≥ 0.7	Pass
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 (WDCM 00034)	Productivity Ratio ≥ 0.7	Pass
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538 (WDCM 00058)	Productivity Ratio ≥ 0.7	Pass

Contamination Check

Test Plan	Result
96 Randomized plates per batch tested per a statistical sampling plan	Pass

This material complies with the 3M specifications for this product construction, and applicable criteria for routine quality control and microbiological performance of ISO 11133. 3M Brookings is certified to ISO 9001 through an independent agency.

3M Company
 3M Center, Building 275-51W-05
 St. Paul, MN 55144-1000 Phone: 1-800-328-1671

3M and Petrifilm are trademarks of 3M. Please recycle.
 Printed in USA © 3M 2022. All rights reserved.

Version 9

AC
 Aerobic Count Plate