

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL BIOASEPSIA A BASE DE ACIDO  
HIPOCLOROSO EN LOS PROCESOS DE DESINFECCIÓN.**

**POR:**

**ROSA ELVIRA CEVALLOS GUERRERO  
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**MODALIDAD: PRACTICANTE COMO TDG  
ASESOR: JAVIER DE LA CRUZ MORALES  
DIRECTORA DE LA PRÁCTICA: ING. ÁNGELA MARÍA URIBE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS  
INGENIERIA QUIMICA  
MEDELLÍN, FEBRERO DE 2014**

**"A veces, el replanteamiento de un problema es más decisivo que el hallazgo de la solución, que puede ser un puro asunto de habilidad matemática o experimental. La capacidad de suscitar nuevas cuestiones, nuevas posibilidades de mirar viejos problemas, requiere una imaginación creativa y determina los avances científicos auténticos."**

**Albert Einstein.**

## AGRADECIMIENTOS

*“Cuando llegas a la cima de la montaña caes de rodillas, alzas tus manos, elevas tu vista al infinito del firmamento y das gracias a Dios que te inspiró subir. Luego conscientemente, regresas con la mirada hasta el valle, para apreciar lo mucho que tuviste que superar para llegar hasta la cumbre.”*  
(Rosado, 2006).

Agradezco a Dios por darme su fuerza y fortaleza cada momento y cada instante de mi vida.

Agradezco a mi Tutor, El profesor Javier de la cruz, por todo su tiempo invertido, sus consejos y su ayuda, las cuales han hecho posible esta tesis.

A la ingeniera química, Ángela María Uribe y la Gerente María Esperanza Cifuentes de SPANGEL productos biodegradables, por abrirme las puertas de su empresa para realizar mi trabajo de grado.

A mi familia por todo su apoyo incondicional, y que siempre han estado conmigo en todo momento.

Finalmente agradezco a mis amigos y a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta me animaron para la culminación del presente trabajo

# TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	8
ABSTRAC.....	9
INTRODUCCION.....	10
1. MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 ¿Qué es el ácido hipocloroso? .....	11
1.2 Historia del ácido hipocloroso.....	11
1.3 Producción fisiológica del ácido hipocloroso .....	12
1.4 Producción química.....	13
1.4.1 Hidrólisis del gas cloro.....	13
1.4.2 Acidificación de hipoclorito .....	13
1.4.3 Electrolisis de solución de sal .....	13
1.5 Características del ácido hipocloroso.....	14
1.5.1 Capacidad de desinfección en función del valor del ph.....	15
1.5.2 Influencia de la temperatura.....	16
1.6 Usos del Ácido Hipocloroso.....	17
1.7 Conceptos y definiciones.....	17
1.7.1 Limpieza .....	17
1.7.2 Desinfección .....	17
1.8 ¿Cómo escoger un Desinfectante?.....	18
1.8.1 Propiedades de un buen desinfectante .....	18
1.9 Riesgos de infección .....	19
1.9.1 Crítica: .....	19
1.9.2 Semicrítica .....	19
1.9.3 No crítica: .....	19
1.10 Categorización de los Desinfectantes según la EPA.....	19
1.10.1 Desinfectante limitado: .....	19
1.10.2 Desinfectante de Hospital:.....	20
1.11 Mecanismos de acción de los antisépticos y desinfectantes.....	20
.....	20
.....	20

1.11.1 Resistencia Microbiana a los desinfectantes .....	21
1.11.2 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Positivas .....	21
1.11.3 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Negativas .....	21
1.11.4 Resistencia intrínseca de hongos .....	21
1.12 Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes .....	22
1.13 Tipos de desinfectantes.....	23
1.14 Revisión de normatividad.....	27
1.14.1 Decreto 3075 de 1997.....	27
1.14.2 Decreto 2676 de 2000.....	27
1.14.3 NTC 2455-NTC 5150.....	27
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	28
3. OBJETIVOS .....	29
3.1 Objetivo general.....	29
3.2 Objetivos específicos.....	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
4.1 Proceso de Electroactivación Química por Electrolisis de Diafragma.....	30
4.1.1 Condiciones de operación .....	31
4.1.2 Medidas de seguridad .....	31
4.1.3 Puesta en marcha.....	32
4.1.4 Proceso de encendido .....	32
4.1.5 Mantenimiento del equipo .....	33
4.2 Características del Proceso Productivo .....	33
4.2.1 Protocolo de Limpieza y Lavado de Manos.....	33
4.2.2 Elementos de Bioseguridad.....	34
4.2.4 Medida de pH y Alcalinidad.....	34
4.3 MÉTODOS.....	35
4.3.1 Lugar de Estudio .....	35
4.4 Cepas .....	35
4.4.1 Determinación de la Viabilidad .....	35
4.4.2 Estándar Macfarlán .....	35
4.4.3 Determinación de la DBO.....	36
4.4.3.1 Método utilizado.5220C (Respirométrico).....	36

4.4.4 Determinación de la DQO .....	37
4.4.4.1 Método utilizado.5220C.....	37
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1 Análisis de la DBO obtenida. ....	38
5.2 Análisis de la Biodegradabilidad.....	39
5.3 Recuentos viables.....	40
5.4 Estándar Macfarlán aplicado en cepas ATCC Bacterianas. ....	40
5.5 Estándar Macfarlán aplicado en cepas de Hongos. ....	41
6. CONCLUSIONES .....	42
7. RECOMENDACIONES .....	43
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	44
9. ANEXOS .....	49
Bibliografía de bacterias y hongos .....	58

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESTRUCTURA DEL ACIDO HIPOCLOROSO. FUENTE [3].....	11
FIGURA 2. MECANISMO NATURAL DE DEFENSA. FUENTE [6] .....	12
FIGURA 3. PARED CELULAR DE LOS MICROORGANISMOS. FUENTE [9] .....	14
FIGURA 4. REACCIÓN DE HClO AFECTADO POR EL PH. FUENTE [11] .....	15
FIGURA 5. VARIACION DE LA CONCENTRACIÓN HClO EN FUNCIÓN DEL PH. FUENTE [11] .....	16
FIGURA 6. CURVA DBO VS TIEMPO .....	38
FIGURA 7. CURVA DE BIODEGRADABILIDAD DE EL BIOASEPSIA VS TIEMPO .....	39
FIGURA 8. SOLUCIÓN PATRÓN DE MACFARLÁN CON EL BIOASEPSIA Y EL BLANCO.....	41
FIGURA 9. <i>TRICHODERMA</i> <sup>7</sup> .....	54
FIGURA 10. <i>PENICILLUM</i> <sup>8</sup> .....	54
FIGURA 11. <i>FUSARIUM</i> <sup>9</sup> .....	54
FIGURA 12. <i>ESCHERICHIA COLI</i> . <sup>2</sup> .....	55
FIGURA 13. <i>SALMONELLA TYPHIMURIUM</i> . <sup>3</sup> .....	55
FIGURA 14. <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> <sup>4</sup> .....	56
FIGURA 15. <i>PSEUDOMONA AERUGINOSA</i> <sup>6</sup> .....	56
FIGURA 16. <i>TIÑA CORPORIS</i> .....	57
FIGURA 17. <i>TIÑA CAPITIS, MICROSPÓRICA</i> . .....	57
FIGURA 18. <i>TIÑA UNGUIS</i> .....	57

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROPIEDADES DE UN DESINFECTANTE IDEAL. FUENTE [17] .....	18
TABLA 2. NIVELES DE DESINFECCIÓN. FUENTE [18] .....	20
TABLA 3. MECANISMOS DE LA ACTIVIDAD DE LOS DESINFECTANTES CONTRA CÉLULAS MICROBIANAS .FUENTE [20] .....	22
TABLA 4. CONCENTRACIONES A EMPLEAR SEGÚN EL ELEMENTO A DESINFECTAR. FUENTE [20] .....	23
TABLA 5. TIPOS DE DESINFECTANTES Y SU ACCIÓN. FUENTE [18] .....	23
TABLA 6. ANÁLISIS DBO Y DQO PARA EL BIOASEPSIA .....	38
TABLA 7. RECUENTOS VIABLES. FUENTE ANEXO 1. ....	40
TABLA 8. EVALUACIÓN DEL BIOASEPSIA SOBRE CEPAS BACTERIANAS. TOMADO DEL ANEXO 2 .....	40
TABLA 9. EVALUACIÓN DEL BIOASEPSIA SOBRE CEPAS DE HONGOS. TOMADO DEL ANEXO 3. ....	41

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza la investigación y el desarrollo sobre el Bioasepsia; un nuevo desinfectante producido en la empresa SPANGEL Productos Biodegradables, con principio activo a base de ácido hipocloroso (HClO).

Nuestro cuerpo produce su propio ácido hipocloroso, como un sistema de defensa contra bacterias, gérmenes y agentes patógenos. Debido a la gran cantidad de infecciones que causan los microorganismos, es importante encontrar un buen desinfectante que sea eficaz y de amplio espectro, por esto al Bioasepsia se le realiza un análisis microbiológico utilizando cepas comerciales de bacterias y hongos, también se practican pruebas de demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), para determinar su Biodegradabilidad en el medioambiente.

Según las pruebas realizadas en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, al determinar la DBO por el método Respirométrico, se obtuvo que la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos es cero, debido a que no hay presencia de materia orgánica ya que estos son inhibidos automáticamente por la alta acción bactericida que presenta el Bioasepsia, y el valor de la DQO fue un valor muy pequeño de  $8,5 \frac{mg}{Lo_2}$ . Con estos análisis se procedió a evaluar la

Biodegradabilidad en base a la relación DBO/BQO, los resultados obtenidos mostraron que el Bioasepsia, tiene una Biodegradabilidad de 0%, lo que significa que el desinfectante no permite el crecimiento de los microorganismos pues los mata instantáneamente, sabiendo que el principio activo del Bioasepsia es el ácido hipocloroso, este por acción de la luz o reductores se descompone fácilmente para liberar oxígeno molecular, resaltando así que el producto es amigable con el medio ambiente debido a que se descompone instantáneamente.

Se visitó la funeraria San Juan Bautista, ubicada en la ciudad de Medellín con el fin de evaluar y valorar el porcentaje de desinfección en las áreas más contaminadas como: el féretro o ataúd donde va el cuerpo, la parte trasera del carro fúnebre o planchón que permite la entrada del cuerpo y su transporte, como también la mesa de preparación del cuerpo en el laboratorio de tanatopraxia, obteniéndose que después de la aplicación del desinfectante se alcanzó un grado de desinfección mayor al 90%. (ver anexo 9)

En el presente estudio, se determina la actividad bactericida del Bioasepsia sobre 4 cepas bacterianas patógenas de referencia internacional ATCC (American Type Culture Collection): *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y de 4 cepas de hongos *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium* y *dermatofito*, bajo la aplicación de la NTC 5150, NTC 2455 que son las normativas técnicas Colombianas, para la evaluación de desinfectantes; los análisis se realizan en condiciones controladas de temperatura, concentración del Bioasepsia (500ppm) y tiempos de acción de 5, 10 y 15 minutos, alcanzando un porcentaje de inhibición del 99.9%.



## ABSTRAC

In this paper makes research and development on Bioasepsia, a new disinfectant produced in the company Spangel Biodegradable Products with the active ingredient based on hypochlorous acid (HClO).

Our body produces its own hypochlorous acid as a defense system against bacteria, germs and pathogens. Due to the large number of infections caused by microorganisms, it is important to find a good disinfectant to be effective and wide spectrum. Microbiological analysis is performed to Bioasepsia using commercial strains of bacteria and fungi, also it practiced test of Biological oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD), to determine their biodegradability in the environment.

According to tests conducted in the laboratory of Sanitary Engineering of the National University of Colombia, Medellin, to determine the BOD by the respirometric method, it found that the amount of oxygen consumed by microorganisms is zero, because there is no presence of organic matter and why these are automatically inhibited by high bactericidal presenting Bioasepsia, and the value of DQO was a very small value of  $8.5 \text{ mg} / \text{Lo}_2$ , With this analysis used to evaluate the biodegradability based on the ratio BOD / BQO, the results showed that Bioasepsia has a biodegradability of 0%, which means that the disinfectant does not allow for growth of microorganisms are killed instantaneously, knowing Bioasepsia the active ingredient hypochlorous acid is the acid, this by action of light or reducing readily decomposes to liberate molecular oxygen so highlighting the product is environmentally friendly because it is decomposed instantaneously.

The mortuary San Juan Bautista, located in the city of Medellin was visited in order to evaluate and assess the percentage of disinfection in the most polluted areas as: the casket or coffin where the body is, the back of the hearse or slab that allowed in the body and transport, as well as the body prep table in the laboratory of embalming, obtained after the application of disinfectant disinfection reached a level of over 90%. (see Annex 9)

the present study, it determine the bactericidal activity of 4 Bioasepsia pathogenic bacterial strains international reference ATCC (American Type Culture collection): Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes and 4 strains of Trichoderma, Penicillium, Fusarium and dermatophyte, upon application of the NTC 5150, NTC 2455 are Colombian technical standards for the evaluation of disinfectants, analyzes are performed in controlled conditions of temperature, concentration of Bioasepsia (500ppm) and action time 5,10 and 15 minutes. Reaching a percent inhibition of 99.9%.

## INTRODUCCION

El Bioasepsia, con principio activo de ácido hipocloroso (HClO), es un ion no disociado del cloro y es el principal responsable de la actividad bactericida de los demás derivados del cloro. No es corrosivo, ni caustico siendo un potente desinfectante. [1]

Se produce electroquímicamente variando sus rangos de concentración de manera tal que puedan ser satisfechas las necesidades de su aplicación. Puede generarse a partir de sal común (NaCl), agua (con bajos contenidos de Ca y Mg) y electricidad, siendo este un sistema confiable, seguro, eficaz y de fácil uso. Al realizar el proceso de hidrolización de la solución salina, además del ácido hipocloroso se produce hidróxido de sodio (NaOH), un insumo de importante aplicación en la industria cosmética. Los residuos resultantes de su producción pueden desecharse sin precaución alguna ya que solo constan de una salmuera que no representa riesgos de toxicidad o reactividad.

Se puede emplear en una gran variedad de campos como: La Medicina, que simplifica el cierre de heridas y úlceras de piel y mucosa, estén o no infectadas, debido a que presenta un excelente poder cicatrizante. La Odontología, indicado para el tratamiento de Gingivitis, pericoronitis, periodontitis, como también en la desinfección del material instrumental, equipos y superficies. En veterinaria y Zootecnia, en equinos, caninos, felinos, efectivo en la desinfección del material quirúrgico, comederos, perreras, pisos, paredes. En alimentos; en la manipulación, empaque, transporte, cumpliendo la normatividad alimentaria (decreto 3075 de 1997). En agricultura, para el control de una amplia gama de gérmenes que perjudican los cultivos y todos los procesos que impliquen manipulación de alimentos, superficies o un contacto directo que implique riesgos biológicos [2].

Una de las formas que tienen las industrias para minimizar el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos, es por medio de la aplicación de unas buenas prácticas de limpieza y desinfección con un excelente desinfectante; este estudio tiene como objeto evaluar el poder bactericida, fungicida, del Bioasepsia (500ppm Acido Hipocloroso) a determinados rangos de temperatura y concentración. Además observar su efectividad y grado de desinfección en funerarias, hospitales, veterinarias y en la industria alimentaria de acuerdo a la normatividad vigente. Finalmente determinar el impacto que pueda generar en el medio ambiente a través de los análisis de Biodegradabilidad.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 ¿Qué es el ácido hipocloroso?

El ácido hipocloroso es la denominación que se le otorga al ácido que resulta de la unión del óxido ácido de cloro con H<sub>2</sub>O. Recibe tal nombre debido a que el cloro actúa con el estado de oxidación +1, que es el menor de los cuatro que posee: +1, +3, +5 y +7. Su fórmula química es la siguiente: HClO, su peso molecular 52.46g/mol. [3]

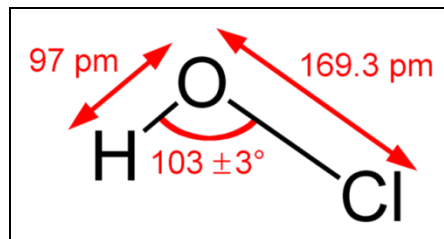


Figura 1. Estructura del ácido hipocloroso. Fuente [3]

Según la **IUPAC** (Internacional Unión of Pure and Applied Chemistry), el HClO se nombra de tres formas: nomenclatura **tradicional**: ácido hipocloroso, nomenclatura **sistemática**: monoxoclorato (I) de hidrógeno, nomenclatura **Stock**: clorato (I) de hidrógeno [4].

## 1.2 Historia del ácido hipocloroso

Los usos terapéuticos del HClO, inician en la Primera Guerra Mundial (1914-1918), cuando el alarmante incremento de muertes por infecciones en los soldados, hicieron que se emprendiera la búsqueda de un desinfectante que se aplicara directamente en las heridas, que destruyera microorganismos y sus toxinas, sin dañar el tejido normal. En 1915 el tamizaje de más de 200 compuestos con acción bactericida permitió a los investigadores Alexis Carrel y Henry Dakin, obtener una solución de hipoclorito de sodio tamponado (solución de Dakin), el cual generaba concentraciones ideales de HClO. La técnica de Carrel-Dakin como fue llamada, se convirtió en método para tratar las heridas infectadas durante la Guerra. Desafortunadamente la baja estabilidad de la solución, el dispendioso método de preparación y los grandes volúmenes requeridos, hicieron que el método perdiera vigencia. [5]

Hacia los años 80 son retomadas las investigaciones sobre el ácido hipocloroso. En 1989 el científico británico Stephen J. Weiss, observó "in vitro" el poder bactericida del HClO liberado por neutrófilos (glóbulos blancos que intervienen en la defensa del organismo contra sustancias extrañas o agentes infecciosos). Los análisis cuantitativos demostraron que al activar (0.6) neutrófilos, durante una incubación de dos horas se producen

aproximadamente  $2 \cdot 10^{-7}$  mol de HClO, cantidad capaz de destruir 150 millones de bacterias E coli. [5]

En Colombia en 1992, se obtuvo la molécula de HOCl, con una estabilidad superior a un año, permitiendo el desarrollo e investigación profunda del compuesto, hasta lograr la primera formulación farmacéutica en el mundo a base de HOCl, certificada con el registro INVIMA número 2004M-0003037. Esta formulación está indicada como solución antiséptica para el tratamiento y cuidado de heridas en patologías de miembros inferiores como: úlceras venosas, arteriales, traumas venosos, pie diabético, el producto estabilizado se llamó de **NEUTRODERM**, desarrollado por Laboratorios AQUILABS S.A. [5]

### 1.3 Producción fisiológica del ácido hipocloroso

El ácido hipocloroso (HClO), hace parte de un nuevo grupo de sustancias microbicidas conocidas como “moléculas antimicrobianas no antibióticas” que por su amplio espectro, rápida acción y amplio margen de seguridad puede ser utilizado para controlar y prevenir un amplio número de infecciones de piel y mucosas. Biológicamente se clasifica dentro de un grupo de pequeñas moléculas conocidas como especies reactivas del oxígeno (ROS) sintetizadas por células del sistema inmune Neutrófilos y Macrófagos, (ver figura 2) durante un proceso inmunológico conocido como “estallido respiratorio”, durante la fagocitosis de antígenos en reacción con la enzima mieloperoxidasa, peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) y un Ión de cloro. Funciona como una sustancia quimiotáctica (fenómeno en el cual las bacterias y otras células de organismos dirigen sus movimientos de acuerdo a la concentración de ciertas sustancias químicas) que permiten un excelente control microbiano y activación del sistema de defensa que facilita la rápida e inocua reparación de tejidos [6].

La mieloperoxidasa (glicoproteína muy abundante en estas células) es la enzima que cataliza el paso del peróxido de hidrógeno a ácido hipocloroso en presencia de cloruros. El ácido hipocloroso es una molécula con alto poder oxidante y excelente acción biocida frente a una amplia variedad de bacterias, virus, levaduras, hongos. [6]

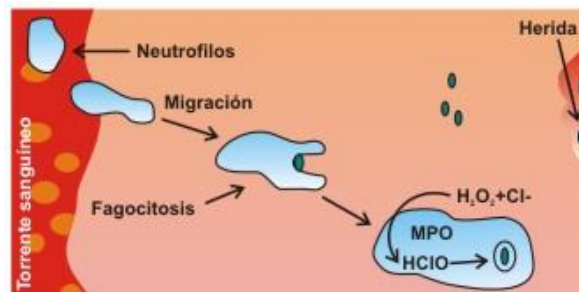


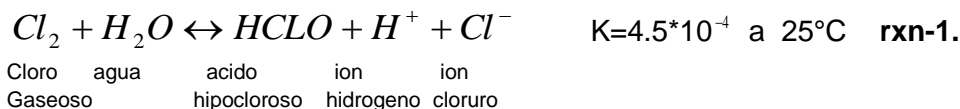
Figura 2. Mecanismo natural de Defensa. Fuente [6]

## 1.4 Producción química

El HClO puede ser obtenido por diferentes métodos:

### 1.4.1 Hidrólisis del gas cloro

Cuando se añade cloro al agua en forma de Cl<sub>2</sub> (cloro gaseoso), se producen dos reacciones: la reacción de hidrólisis y la de ionización. La hidrólisis se puede definir de la siguiente forma:



La constante de estabilidad (K) es considerable, debido a la magnitud de este coeficiente es posible la disolución en agua de grandes cantidades de cloro. La ionización se puede describir mediante la siguiente reacción:



La constante de reacción de ionización (K<sub>i</sub>) .La distribución relativa de estas dos especies químicas HOCl y OCl<sup>-</sup> es muy importante, puesto que la capacidad de destrucción de organismos por parte del HOCl está entre 40 y 80 veces. [7]

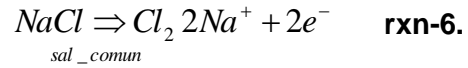
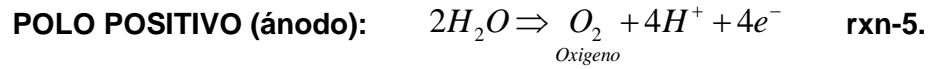
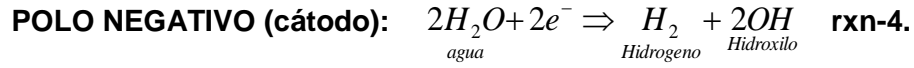
### 1.4.2 Acidificación de hipoclorito

El hipoclorito se hace más y más ácido en presencia de iones hidrogeno H<sup>+</sup> bajando su pH, según la siguiente reacción:



### 1.4.3 Electrolisis de solución de sal

Los sistemas de electrolisis salina generan cloro a partir de la sal común disuelta en el agua. Cuando hacemos circular una corriente eléctrica continua por una disolución salina, sobre la superficie de los electrodos de la célula de electrolisis se producen las siguientes reacciones químicas. [8] :

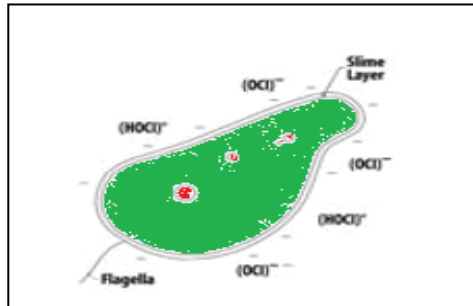


Una vez generados el cloro ( $Cl_2$ ) y el Hidróxido sódico ( $Na^+OH^-$ ) sobre los electrodos, estos se recombinan en el seno del agua para producir ácido Hipocloroso (HClO) según la siguiente rxn final:



### 1.5 Características del ácido hipocloroso

Acido hipocloroso puede penetrar capas limosas, paredes celulares y capas protectoras de microorganismos, provocando su muerte o haciendo que su actividad reproductiva se vea inhibida. [9]

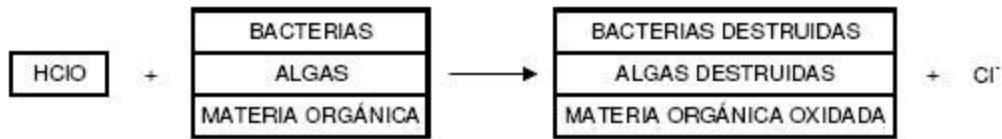


**Figura 3. Pared celular de los microorganismos. Fuente [9]**

La pared celular de los microorganismos patógenos está cargada negativamente. De esta manera puede ser penetrada por el ácido hipocloroso que tiene una carga neutra, en lugar de ser penetrada por el hipoclorito cargado negativamente (ver figura 3). [9]

La acción desinfectante del ácido hipocloroso se produce como consecuencia de la inactivación de reacciones enzimáticas vitales para los microorganismos y también por destrucción de la pared celular.

Químicamente se produce la siguiente transformación:



Después de su acción desinfectante, el HClO se transforma en ión cloruro ( $Cl^-$ ) con poder desinfectante nulo [10].

### 1.5.1 Capacidad de desinfección en función del valor del pH

La capacidad desinfectante del ácido hipocloroso es bastante mayor que la del ión hipoclorito (aproximadamente unas 3.000 veces). Cuando el valor del pH varía, el equilibrio se modifica y con ello la capacidad de desinfección del cloro.

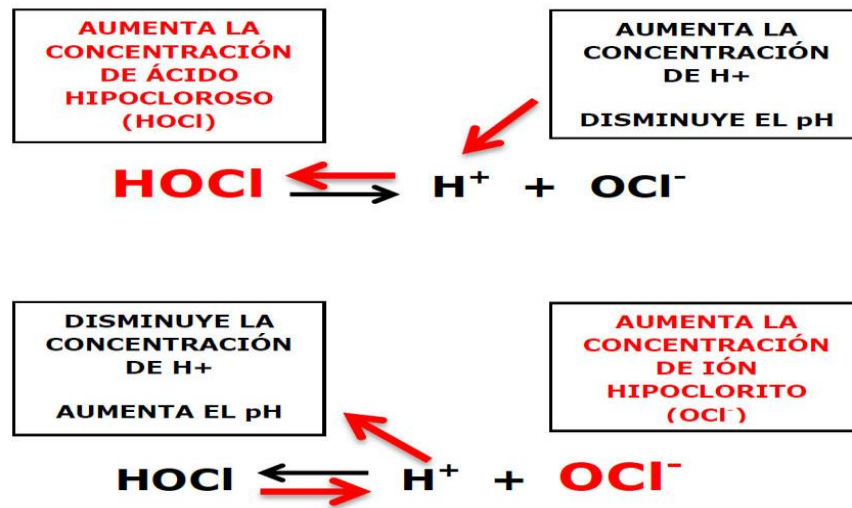
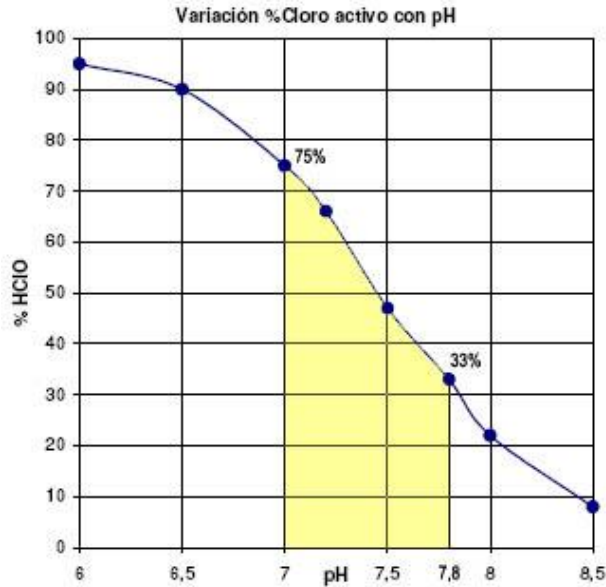


Figura 4. Reacción de HClO afectado por el pH. Fuente [11]

En la figura 4, se puede ver que Cuando el pH disminuye, aumenta la concentración de H<sup>+</sup>; el equilibrio se desplaza hacia la izquierda y se forma más ácido hipocloroso. La capacidad de desinfección aumenta.

Cuando el pH aumenta, disminuye la concentración de H<sup>+</sup>; el equilibrio se desplaza hacia la derecha y se forma más ión hipoclorito. La capacidad de desinfección disminuye. [11]



**Figura 5. Variación de la Concentración HClO en función del pH. Fuente [11]**

La figura 5, muestra que en un pH superior a 6,7 el porcentaje relativo de HOCl disminuye significativamente y, en consecuencia, la eficiencia de desinfección es notablemente reducida. A un valor de pH de 7,4, sólo 50% del cloro existe en la forma de HOCl.

Las soluciones de cloro con pH por arriba de 8 son relativamente inefectivas contra los Microorganismos patógenos. Por debajo de pH 6, el cloro es más corrosivo para los equipos y su actividad se pierde rápidamente. A un pH alrededor de 7 se mantendrá cerca del 80 % del cloro en la forma disponible (ácido hipocloroso) con muy poco gas formado (Figura 5). En el rango entre 7 y 7,8 se producirá una proporción de ácido hipocloroso suficiente para garantizar una buena desinfección. [11]

A valores de pH menores de 7,5 se favorece la generación de HClO y a pH mayores tiende a generar ión hipoclorito ( $ClO^-$ ). La efectividad del hipoclorito es de 1% comparada con la del ácido hipocloroso; de esta manera, a un pH=6,0 se necesitan 0,005ppm de cloro como HClO para obtener la misma acción biocida que 0,5ppm de cloro como de  $ClO^-$  a un pH=10 [1].

### 1.5.2 Influencia de la temperatura

La desinfección es más eficaz en temperaturas altas. El aumento de la temperatura produce un aumento en la velocidad de las reacciones y la desinfección, sin embargo en la desinfección temperaturas demasiado altas reduce la eficacia de esta, porque puede provocar la volatilización del cloro. Como una regla general, una disminución de 10 grados Celsius reduce la eficiencia de desinfección entre el 50-60%. [12]



## 1.6 Usos del Ácido Hipocloroso

Es un antiséptico y regenerador de piel y mucosas, de uso humano y animal. Excelentes resultados en úlceras varicosas, quemaduras, aftas orales, pie diabético entre otros. [13]

Como desinfectante bactericida, el ácido hipocloroso (HClO) penetra fácilmente en las células bacterianas a través de la membrana citoplasmática, actúa sobre proteínas y ácidos nucleídos de los microorganismos; oxida grupos sulfhídricos (-SH) y ataca grupos aminos, índoles y al hidroxifenol de la tirosina. Se ha determinado la actividad bactericida sobre cepas bacterianas patógenas de referencia internacional ATCC (American Type Culture Collection): *Escheria coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Klebsiella Pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, bajo condiciones controladas de tiempo, concentración y temperatura; mediante la técnica de Kelsey Maurer y en presencia de una concentración estandarizada de proteínas, obteniendo una efectividad de 99.9%. [1]

Su aplicación también se da en el campo de la odontología, donde se ha evaluado su eficacia antimicrobiana sobre microorganismos con potencial patogénico en la cavidad oral, logrando inhibición bacteriana a una concentración de 500 ppm durante 1 minuto para *S. sanguis. Mutans*, *E. fecalis*, *E. corrodens*, *C. rectus*, *F.nucleatum*, *E. cloacae*, *K. oxytoca* y *K. pneumoniae*. [14].

## 1.7 Conceptos y definiciones

### 1.7.1 Limpieza

Conjunto de operaciones que permiten eliminar la suciedad visible o microscópica de una superficie. Una limpieza regular y periódica tiene además un efecto higienizante ya que reduce la presencia de microorganismos patógenos, disminuyendo a su vez la necesidad de desinfectar. Se entiende por suciedad las impurezas indeseables ya sea porque facilitan el desarrollo de microorganismos patógenos, deterioran los materiales o afectan la estética. [15]

### 1.7.2 Desinfección

Proceso físico o químico que extermina o destruye la mayoría de los microorganismos patógenos y no patógenos pero rara vez elimina las esporas. Por esta razón a los objetos que se van a desinfectar, se les debe evaluar previamente el nivel de desinfección que requieren, para lograr destruir los microorganismos que contaminan los elementos. [15]

## 1.8 ¿Cómo escoger un Desinfectante?

Las características que debe tener un buen desinfectante están determinadas dentro de lo siguiente: debe tener una alta actividad germicida aún diluido, un espectro de acción amplio que abarque las bacterias Gram positivas y Gram negativas, bacterias, ácido-alcohol-resistentes, virus y hongos, ser bactericida mejor que bacteriostático ya que este último no produce la muerte a una bacteria solo impide su reproducción, se debe buscar también que todos los microorganismos se mueran gradualmente y en un tiempo corto no más de 15 minutos, además que el desinfectante pueda permanecer almacenado por varios meses, que sea compatible con otros productos que se usen antes o simultáneamente como los jabones y clorógenos, no debe ser tóxico en tejidos humanos, debe conseguir una reducción logarítmica de los microorganismos patógenos y resulta de mayor valor cuando sucede en el menor tiempo posible. [16]

### 1.8.1 Propiedades de un buen desinfectante

Los desinfectantes que se deben utilizar para limpieza y desinfección de superficies deben cumplir las siguientes características:

**Tabla 1. Propiedades de un desinfectante ideal. Fuente [17]**

PROPIEDAD	CARACTERÍSTICAS
AMPLIO ESPECTRO	Debe tener un amplio espectro antimicrobiano.
RÁPIDA ACCIÓN	Debe producir una rápida muerte.
NO SER AFECTADO POR FACTORES DEL MEDIOAMBIENTE	Debe ser activo en presencia de materia orgánica (sangre, esputo, heces) y compatible con detergentes, jabones y otros agentes químicos en uso.
NO TÓXICO	No debe ser irritante para el usuario ni para el paciente.
COMPATIBLE CON LAS SUPERFICIES	No debe corroer metales ni deteriorar plásticos, gomas, etc.
SIN OLOR	Debe tener un olor suave o ser inodoro.
ECONÓMICO	El costo se debe evaluar en relación con la dilución, el rendimiento y la seguridad.
ESTABLE	En su concentración y dilución en uso.
LIMPIEZA	Buenas propiedades de limpieza.
FÁCIL DE USAR	La complejidad en la preparación, concentraciones, diluciones y tiempo de exposición del producto pueden crear confusión en el usuario.
EFFECTO RESIDUAL NO TÓXICO SOBRE LAS SUPERFICIES	Muchos desinfectantes tienen acción residual sobre las superficies, pero el contacto de las mismas con humanos

	puede provocar irritación de piel, mucosas u otros efectos no deseables.
SOLUBLE EN AGUA	Para lograr un descarte del producto no tóxico o nocivo para el medioambiente.

## 1.9 Riesgos de infección

En el año 1961, Earle H. Spaulding ideó una clasificación para la desinfección y la esterilización de los elementos y equipos usados con los pacientes en hospitales. La teoría de Spaulding se fundamenta en dividir los elementos de cuidado del paciente en tres categorías, basadas en el riesgo de infección que representan:

**1.9.1 Crítica:** Llamada así porque existe alto riesgo de infección, si el elemento se contamina con algún Microorganismo, incluyendo las esporas. Los objetos de esta categoría son los que entran en contacto con el torrente sanguíneo o con las cavidades estériles. La mayoría de estos elementos debe esterilizarse.

**1.9.2 Semicrítica:** Comprende los objetos que entran en contacto con las mucosas o con la piel no intacta y deben estar libres de todos los microorganismos, excepto de un alto número de esporas bacterianas.

Las membranas mucosas intactas son resistentes a la infección por esporas bacterianas, pero susceptibles frente a otros microorganismos, como el bacilo de la tuberculosis y los virus. Los equipos de terapia respiratoria y de anestesia, los endoscopios y el aro del diafragma, entre otros, entran en esta categoría.

Los elementos semicríticos deben recibir, por lo menos, una desinfección de alto nivel con esterilizantes químicos entre cada uso.[17]

**1.9.3 No crítica:** Los elementos de esta categoría entran en contacto con la piel sana, pero no con las membranas mucosas. La piel intacta es una barrera efectiva para la mayoría de los microorganismos. En contraste con los elementos críticos y semicríticos, gran parte de los no críticos que pueden volver a usarse deben limpiarse con desinfectantes de bajo nivel o de nivel intermedio. Pueden contribuir a la transmisión secundaria de infecciones, contaminando las manos del personal de salud y el equipo médico. No obstante, hoy se considera un riesgo a tener en cuenta la transmisión de agentes infecciosos entre pacientes por la vía no crítica. [17]

## 1.10 Categorización de los Desinfectantes según la EPA

Los desinfectantes son categorizados por la Agencia de Protección del Medioambiente (Environmental Protection Agency -EPA- de los EEUU) de la siguiente manera:

**1.10.1 Desinfectante limitado:** Desinfectante general o de amplio espectro: efectivo contra algunas bacterias Gram positivas (*Staphylococcus aureus*) y Gram negativas (*Salmonella C*).

**1.10.2 Desinfectante de Hospital:** efectivo contra bacterias Gram positivas y Gram negativas, incluyendo la *Pseudomonas aeruginosa*. Algunos amonios cuaternarios y fenoles entran en esta clasificación. Los desinfectantes se clasifican además por su nivel de actividad a los microorganismos:

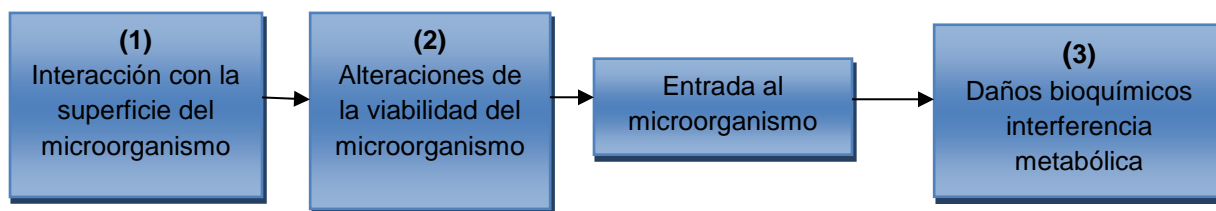
Se denominan **desinfectantes de alto nivel (DAN)** a aquellos que inactivan bacterias vegetativas, hongos, virus, mycobacterias y en tiempos más prolongados esporas. Se denominan desinfectantes de **nivel intermedio (DNI)** a aquellos que inactivan bacterias vegetativas, hongos, virus y en tiempos y concentraciones elevadas mycobacterias. Por último los desinfectantes de **bajo nivel (DBN)** son los que eliminan bacterias vegetativas, algunos virus y algunos hongos. [18]

**Tabla 2. Niveles de Desinfección. Fuente [18]**

NIVEL DE DESINFECCIÓN	DESINFECTANTE
Alto	Glutaraldehido 2%, peróxido de hidrógeno 6%, ácido peracético
Intermedio-alto	Compuestos clorados
Intermedio	Alcohol, iodóforos
Intermedio-bajo	Fenoles, clorhexidina
Bajo	Amonios cuaternarios

### 1.11 Mecanismos de acción de los antisépticos y desinfectantes

Los mecanismos de acción de los antisépticos y desinfectantes son múltiples, pero en todos subyace hasta cierto punto la secuencia de eventos que se muestran en el siguiente esquema:



En esta secuencia se muestra que el primer paso sería la interacción del agente con la superficie del microorganismo (**paso 1**), con el propósito de penetrar al mismo para alcanzar el blanco de acción (**paso 2**), causando daños bioquímicos diversos y/o causando alteraciones metabólicas, cuyo resultado final sea la destrucción microbiana (**paso 3**). Es de notar que la propia superficie microbiana puede causar daños suficientes para alterar la viabilidad del microorganismo particular [19].

### **1.11.1 Resistencia Microbiana a los desinfectantes**

El desarrollo de resistencia microbiana a los antibióticos es un fenómeno ampliamente descrito. El desarrollo de resistencia microbiana a los desinfectantes es menos probable, ya que los desinfectantes son agentes biocidas más poderosos que los antibióticos y aplican en mayores concentraciones contra las poblaciones de microorganismos más bajas que, por lo general no están en crecimiento activo; es por ello que la presión selectiva para el desarrollo de resistencia es menos profunda. [20]

### **1.11.2 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Positivas**

La pared celular de estas bacterias, está compuesta esencialmente de peptidoglicano y ácido teicoico, pero ninguno de estos parece ser una barrera efectiva para la entrada de antisépticos y desinfectantes. Existen microorganismos que pueden crecer con un aspecto mucoso y otros no lo hacen, pero estas últimas mueren mucho más rápido, por lo que se podría decir que esta lama juega un papel importante al actuar como barrera física a la penetración de los desinfectantes o como una capa suelta que interactúa o absorbe el biocida. [21]

### **1.11.3 Resistencia intrínseca de las bacterias Gram Negativas**

Las bacterias gram negativas son generalmente más resistentes a los desinfectantes y antisépticos que las gram positivas. La membrana de las bacterias gram negativa actúa como una barrera que limita la entrada de algunos agentes químicos que no están relacionados con agentes antibacteriales. Muchos autores, han considerado que el péptidoglicano puede ser una barrera potencial a la entrada de sustancias inhibitorias. Debido a que el contenido de péptidoglicano es mucho más bajo que en las bacterias gram positivas, las hace menos sensibles a muchos antisépticos y desinfectantes [21].

### **1.11.4 Resistencia intrínseca de hongos**

Estos organismos tienen dos mecanismos de resistencia, el primero es una resistencia intrínseca y el segundo una resistencia adquirida. En la resistencia intrínseca la célula presenta una resistencia para reducir la entrada de un agente microbiano. También la edad de los cultivos influencia la resistencia hacia la sensibilidad de los desinfectantes, ya que la pared celular es mucho menos sensible en fase estacionaria que en fase logarítmica. Los hongos son generalmente más resistentes que las levaduras y considerablemente más resistentes que las bacterias no esporuladas. Las esporas de los hongos son menos resistentes que las esporas bacterianas a los agentes biocidas. [21]

## 1.12 Mecanismos de acción de los agentes desinfectantes

Los desinfectantes intervienen en algunas etapas de la vida microbiana. Los mecanismos de acción desinfectante son complejos. La acción puede ejercerse principalmente sobre una función comprometiéndose luego otra, algunas veces reversible y otras irreversibles. Dentro de los principales mecanismos de acción de los desinfectantes se encuentran:

- Daño de la pared celular, llevando a los microorganismos a la lisis, que es la destrucción de la célula a causa de la rotura de la membrana.
- Alteración de la permeabilidad de la membrana citoplasmática, impidiendo el transporte selectivo de nutrientes al interior de la célula bacteriana.
- Alteración de la naturaleza coloidal del citoplasma, desnaturalizándola o coagulándola.
- Inhibición de la acción enzimática.
- Formación de anti metabolitos.
- Inhibición de la síntesis de ácidos nucleídos. [20]

La tabla 3 lista los sitios y modos de acción de algunos desinfectantes representativos.

**Tabla 3. Mecanismos de la actividad de los desinfectantes contra células microbianas .Fuente [20]**

OBJETIVO	DESINFECTANTE
Pared celular.	Formaldehído, hipoclorito y mercuriales
Membrana citoplasmática, acción sobre el potencial de la membrana.	Anilidas y hexaclorofeno
Enzimas de membranas, acción sobre la cadena de transporte de electrones.	Hexaclorofeno
Acción sobre el ATP	Clorhexidina y óxido de etileno
Acción sobre enzimas con grupos -SH	Óxido de etileno, glutaraldehído, peróxido de hidrogeno, hipoclorito, yodo y mercuriales.
Acción sobre la permeabilidad general de la membrana.	Alcoholes, clorhexidina y compuestos de amonio cuaternario.
Ribosomas	Peróxido de Hidrogeno y mercuriales
ácidos nucleicos Hipocloritos	Hipocloritos
Grupo tiol	Óxido de etileno, glutaraldehído, peróxido de hidrogeno, hipoclorito mercuriales.
Grupos amino	Óxido de etileno, glutaraldehído, hipoclorito.
Oxidación en general	Óxido de etileno, glutaraldehído, hipoclorito.

En la tabla 4, se presentan las concentraciones recomendadas dependiendo del tipo de elemento a desinfectar se utiliza una concentración diferente.

**Tabla 4. Concentraciones a emplear según el elemento a desinfectar. Fuente [20]**

ELEMENTO A DESINFECTAR	PARTES POR MILLÓN (PPM)
Agua potable	0.2
Desinfección de manos	50
Desinfección de mesas e instrumental de acero inoxidable	200
Desinfección de pisos, mesones en baldosín, ropa, útiles de aseo y material plástico	500
Desinfección de material orgánico	5000

### 1.13 Tipos de desinfectantes

Los desinfectantes deben seleccionarse considerando los microorganismos que se desea eliminar, el tipo de producto que se elabora y el material de las superficies que entran en contacto con el producto. La selección depende también del tipo de agua disponible y el método de limpieza empleado.

**Tabla 5. Tipos de Desinfectantes y su Acción. Fuente [18]**

	ALCOHOL	CLOR-HEXIDINA	COMPUESTOS IODADOS	FORMAL-DEHIDO	GLUTARAL-DEHIDO
<i>Compuestos</i>	Alcohol etílico Alcohol isopropílico	Gluconato de clorhexidina	Povidona iodada		Glutaraldehido o Glutaraldehido-fenolato
<i>Concentración</i>	60-90%	0.1-4%	7,5%-10%	1%-4%	2%-7%(fenol)
<i>Tiempo</i>	> ó = 10 min	2-20 min	> ó = 10 min	24 horas	> ó = 20 min
<i>Espectro</i>					
<i>Bacterias</i>	x xx Gram(+) Gram (-)	x x	x x Gram(+) Gram (-)	x xx	x xx
<i>Hongos</i>	x xx	X	x	x xx	x xx
<i>Virus</i>	x x	-	x x	x xx	x xx
<i>Micobacterias</i>	x xx	-	x x	x xx	x xx
<i>Esporas</i>	-	-	-/ x	X	x xx

<i>Nivel desinfección</i>	Intermedio	Intermedio-bajo	Intermedio	Alto	Alto
<i>Mecanismo de acción</i>	Desnaturalización de proteínas	Alteración membrana, coagulación de proteínas y ácidos Nucleicos	Disrupción de síntesis y estructura de ácidos Nucleicos y proteínas.	Alquilación de proteínas	Alteración de ácidos nucleicos y de síntesis proteica
<i>Indicaciones</i>	Antiséptico en piel intacta. Desinfección de material no crítico (termómetros, estetoscopios)	Antiséptico de piel (4%) y mucosas (0.1%), preparación de piel (0.5%) y lavado quirúrgicos (0.02%) (alternativa al yodo). Desinfectante de material no crítico.	Antiséptico en piel, mucosas, heridas, lavado quirúrgico.	Escaso uso sanitario por su alto nivel de toxicidad. Preparación vacunas virales, conservación piezas anatómicas.	Desinfección de endoscopios, equipos de terapia respiratoria, dializadores, equipos de anestesia...
<i>Actividad</i>	Se inactiva frente a materia orgánica. Escasa acción residual	Se inactiva frente a materia orgánica, tensoactivos, aguas duras, jabones, cremas. Mayor acción residual que el alcohol	La dilución aumenta la eficacia germicida	Uso en esterilización y desinfección de alto nivel.	Se activa con solución alcalina. Se inactiva frente a materia orgánica. Solución activada estable 14-28 días según uso.
<i>Toxicidad</i>	Irritación de piel no intacta y mucosas.	Bajo grado de toxicidad aunque produce daños si se instila en oído medio o córnea (a alta concentración).	Leve irritación de piel y mucosas, alergia.	Olor desagradable. Carcinógeno, irritación de piel y mucosas, vías respiratorias. Límite de exposición 0,75 ppm/8h	Irritación de piel y mucosas, vías respiratorias. Límite de exposición 0,2 ppm. El glutaraldeído fenolato presenta menor toxicidad y corrosión
<i>Precauciones</i>	Inflamable: evitar	Aclarar bien	No combinar	Habitación	Habitación



contacto con fuentes de calor. Evitar uso en plásticos y caucho. Daña cabezal de tonómetros.	la piel antes de aplicar el antiséptico. Evitar productos clorados en el lavado de tejido manchado con clorhexidina (produce mancha). Diluir en agua destilada, no en agua corriente.	con soluciones mercuriales. Evitar en pacientes con alteraciones tiroideas	ventilada. No utilizar agua caliente en la preparación de soluciones.	ventilada. Utilizar guantes, gafas, pantallas faciales, recipientes con tapa No utilizar agua caliente en la preparación de soluciones. Aclarar con agua corriente o estéril.
--	---	--	---	---

	COMPUESTOS CLORADOS	PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	ÁCIDO PERACÉTICO	FENOLES	AMONIOS CUATERNARIOS
COMPUESTOS	Hipoclorito sódico (lejía)		Ac. Peracético A c. peroxiacético	Ortofenilfenol bencilparaclorofenol	Cloruro de benzalconio
CONCENT.	500-5000ppm	3%-25%	0,2%-1%	según producto	Según producto.
TIEMPO	> ó = 10 min	> ó = 3 horas	> ó = 12 min	según producto	Según producto.
ESPECTRO					
Bacterias	x xx	X Gram (+)	x xx	x xx Streptococcus, staphylococcus, Escherichia coli.	X Gram(+) Gram (-)
Hongos	x xx	x xx	x x	x x	X
Virus	x xx	x xx	x x	x x	X
Micobacterias	x xx	x xx	x x	x x	-
Esporas	X	X	x x	-	-
NIVEL DESINF.	Intermedio-alto	Alto	Alto	Intermedio-bajo	Bajo
MEC.	Inactivación de ác.	Altera	Des-	Alteran	Inactivación

ACCIÓN	nucleicos, desnaturalización proteínas, inhibe enzimática	membranas lipídicas, ADN, radicales libres hidroxilos.	naturalización proteínas, alteración pared celular, oxidación enzimas	proteínas y membranas celulares.	y desnaturalización de proteínas. Baja actividad frente a Gram -.
INDICACIONES	Suelos, lavabos, superficies metálicas	camas, WC, no	Desinfección de endoscopios, dializadores.	Desinfección de nivel medio-bajo de superficies y material no crítico.	Desinfección de bajo nivel de superficies, camas, muebles. Neutraliza los malos olores.
ACTIVIDAD	Se inactiva rápidamente tras dilución y frente a materia orgánica. La cloramina es más estable	Mayor actividad en pH ácido y alta temperatura. Se inactiva por materia orgánica, aire, luz.	pH ácido. Activo frente a materia orgánica y a baja temperatura. Inestable una vez diluido.	Habitualmente utilizados soluciones detergentes.	Pierde actividad con aguas duras, jabón, algodón o residuos iónicos.
TOXICIDAD	Mezclado con formaldehído produce compuestos carcinogénicos	Baja toxicidad. Propiedades oxidantes. A altas concentraciones irrita piel y mucosas	Irritante de piel y mucosas a altas concentraciones. Cancerígeno a conc > 1%.	Irritación de piel y mucosas. Olor desagradable. Hiperbilirrubinemia en lactantes.	Escasa toxicidad. No corrosivo
PRECAUCIONES	Diluir en agua fría. Muy corrosivo, evitar mezcla con detergentes ácidos y amoniacales. No en superficies metálicas. No mezclar con otros desinfectantes	Daña caucho, plásticos y metales. No inyectar en cavidades cerradas (libera O <sub>2</sub> )	Daña caucho, plásticos, corrosión de metales.	Pueden quedar residuos en los materiales porosos, causando irritación	Evitar su uso junto a aguas duras, detergentes aniónicos, algodón.

+++ = Muy efectivo; ++ = Medianamente efectivo; + = Poco efectivo; - = No efectivo

## **1.14 Revisión de normatividad**

**1.14.1 Decreto 3075 de 1997:** por el cual se reglamenta parcialmente la ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Capítulo I Edificación e instalaciones, Artículo 8. Capítulo III personal Manipulador de alimentos, artículo 15. Practicas Higiénicas y Medidas de Protección, artículo 20. Prevención de la contaminación cruzada. [22]

**1.14.2 Decreto 2676 de 2000:** por el cual se reglamenta la gestión integral de residuos sólidos hospitalarios y similares. [23]

**1.14.3 NTC 2455-NTC 5150:** Evaluación de los Desinfectantes. [24]

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Debido a la presencia de microorganismos patógenos que contaminan los alimentos, las aguas, las superficies, causando diversidad de enfermedades e infecciones en las personas, se deben emplear programas de limpieza y desinfección a través de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) mediante el decreto 3075 de 1997 del Ministerio de Salud. Es importante usar un desinfectante eficaz de amplio espectro, y una concentración adecuada para reducir e inhibir la carga microbiana que representa un riesgo para la salud humana.

Un alto número de bacterias está presente en los alimentos como la carne, el pollo, pescado, las frutas, vegetales, granos en la leche y derivados. En la piel, pelo y pezuñas de los animales de carne roja así como en su tracto gastro-intestinal. Los microorganismos de la piel incluyen especies de *Staphylococcus*, *Micrococcus* y *Pseudomonas*, hongos y levaduras y especies aportadas por la materia fecal y el suelo. Adicionalmente para estar presentes en la piel y en las vísceras, las bacterias pueden provenir de recursos del ambiente de procesos como pisos, paredes, superficies de contacto, y de las manos de las mismas personas.

La empresa Spangel productos Biodegradables, dentro de su política de calidad y mejoramiento continuo, pretende evaluar un desinfectante que actualmente está establecido en los programas de limpieza y desinfección, este desinfectante es conocido como Bioasepsia con principio activo a base de ácido hipocloroso.

Este estudio permitirá hacer una serie de análisis microbiológicos con cepas ATCC de bacterias, hongos patógenos y así determinar cuál es el porcentaje de inhibición y su amplio espectro antimicrobiano, Como también se practicarán pruebas de DBO y DQO, para determinar la Biodegradabilidad del desinfectante en el medioambiente

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo general**

Desarrollo, Investigación y caracterización del Bioasepsia con principio activo de Acido Hipocloroso, en los procesos de desinfección, y su amplio espectro de acción.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la efectividad del Bioasepsia como desinfectante (a base de ácido hipocloroso) a través de análisis microbiológicos, con cepas de hongos y bacterias presentes en alimentos, utensilios, superficies, flora intestinal, la piel entre otros.
- Determinar la Biodegradabilidad del desinfectante en base a la relación  $DBO_5/DQO$ , para mirar el tiempo que tarda en descomponerse física y químicamente en el ambiente.
- Mirar la amplia escala de aplicación del Bioasepsia en alimentos, restaurantes, hoteles, funerarias, veterinarias, hospitales; como una potente desinfectante e inhibidor de todo tipo de gérmenes presentes en estos sitios.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

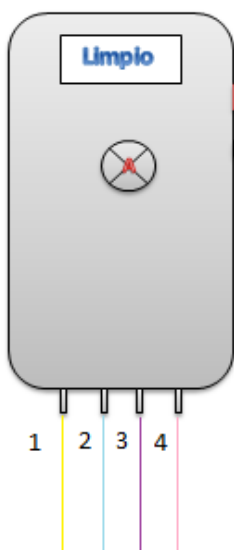
### 4.1 Proceso de Electroactivación Química por Electrolisis de Diafragma

Como se ha mencionado anteriormente, el Bioasepsia es obtenido por vía electroquímica al poner en contacto una disolución de agua salada con energía eléctrica, provocando de este modo la hidrolización de la salmuera y con ello la formación del ácido hipocloroso y la del agua alcalina (también conocida como sosa caustica).

El proceso de hidrolización del agua toma lugar en el equipo LMP-80-8, en el cual el componente principal es un reactor electroquímico que comprende en su interior una serie de elementos conectados hidráulicamente en serie y en paralelo, estos elementos están organizados y cuentan con un flujo independiente a través del reactor electroquímico. El equipo cuenta además con un convertidor de corriente en su interior.

La hidrolización de la solución acuosa ocurre por un proceso electroquímico denominado **“electrolisis de diafragma”**. Dicho proceso ocurre, debido a que el reactor consta de 2 células activas energizadas, donde están las membranas y en las cuales ingresa la solución del agua con sal; cada una de estas células cuenta con dos (2) recamaras con corriente continua, una de ellas desempeña el papel de ánodo trabajando en el campo positivo, mientras la otra trabaja en el campo negativo desempeñando el papel de cátodo. Cada una de las células según el campo en el que trabaje, atrae los iones de la solución y los hace migrar a través del diafragma el cual los separa de acuerdo a la naturaleza iónica, es decir, los iones positivos son atraídos por el electrodo negativo donde reciben electrones y se unen a otros átomos formando nuevas moléculas neutrales, mientras los iones negativos son atraídos por el electrodo positivo, el cual provoca que estos liberen sus electrones libres, generando una corriente eléctrica.

## El Equipo



- 1 Descarga de ácido hipocloroso
- 2 Descarga de agua alcalina
- 3 Suministro de solución salina
- 4 Suministro de agua

### 4.1.1 Condiciones de operación

El equipo debe almacenarse en un cuarto cuya temperatura del aire este entre 10 y 35°C, y cuya humedad relativa se encuentre en valores no superiores al 80%, ya que estas permiten garantizar que no ocurran daños futuros en el equipo ni proceso productivo.

### 4.1.2 Medidas de seguridad

Para prevenir la existencia de futuros problemas en el desempeño del equipo, debe tenerse siempre en cuenta que:

5. No deben realizarse procedimientos de mantenimiento mientras este esté conectado al fluido eléctrico.
6. El agua alimentada al proceso debe estar libre de impurezas o solidos disueltos.
7. El equipo no debe encenderse si el agua de alimentación está a una temperatura superior a 35°C.
8. La temperatura del sitio o contenedor para almacenaje o transporte del equipo, no debe ser inferior a 0°C.

### **4.1.3 Puesta en marcha**

Para que el proceso de producción sea exitoso, es necesario ubicar el LMP-80-8 en una habitación ventilada, equipada con una toma de agua potable, red de alcantarillado y luz eléctrica. Es de gran importancia, conectar el equipo a la toma de agua, garantizando que la válvula de suministro de solución salina este cerrada, para que durante algunos minutos previos a la producción se permita la libre circulación de esta con el propósito de realizar un lavado al equipo que permita la eliminación de impurezas o residuos sólidos remanentes en el interior de este. Debe garantizarse siempre que la manguera que conecta el equipo con la solución salina este bien sumergida en el contenedor de esta.

Una vez finalizado el proceso de lavado, debe conectarse el equipo a la toma de corriente eléctrica dejándolo listo para su uso.

### **4.1.4 Proceso de encendido**

Inicialmente, mediante la apertura de la llave de presión de suministro de agua y la perilla de control de salida del agua alcalina, debe realizarse el ajuste del funcionamiento hidráulico de la planta, es decir, flujos volumétricos de descarga del agua electrolizada (HOCl) y del agua alcalina (NaOH).

Una vez estén ajustados los volúmenes de descarga y basados en los lineamientos planteados para el cumplimiento de los estándares calidad del producto, se procede al encendido del generador y la regulación de la entrada de solución salina al sistema, ya que dependiendo del flujo de este último, el medidor de amperaje del equipo se estabilizará en un valor, que para el caso específico de nuestro proceso de producción se encuentra entre 20 y 23 Ampere, puesto que en estos límites se garantiza que el producto logre una concentración de 500 ppm de HOCl y un pH de 7.8, estos valores certifican su efectiva actividad bactericida.

Estabilizados ya los estándares de operación del equipo, deben dirigirse las mangueras de descarga de los productos del proceso hacia los recipientes de almacenamiento, hasta alcanzar el nivel productivo requerido.

Habiendo finalizado el proceso productivo, el equipo debe desconectarse del suministro eléctrico, y deben abrirse las perillas reguladoras de flujo para permitir la libre circulación de agua por al menos 20 minutos.



### **4.1.5 Mantenimiento del equipo**

Habiendo alcanzado tiempos de operación entre 10 y 12 horas, la planta debe ser sometida a un mantenimiento de rutina que consiste en el lavado interno del reactor con una solución acida, con el fin de eliminar depósitos minerales en las membranas de los electrodos. El procedimiento de lavado que debe seguirse es el siguiente:

1. Desconectar el equipo de la toma de electricidad.
2. Cerrar la perilla de entrada de la solución salina y abrir la de descarga del agua alcalina.
3. Preparar una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 10% en un volumen de aproximadamente 1.5 Lts.
4. Cerrar la válvula para la conexión del agua de la llave en la parte superior de la bomba de aire.
5. Conectar el contenedor de la dilución acida al sistema de bombeo del equipo a través del adaptador en la entrada de agua.
6. Dirigir las mangueras del ácido y del agua alcalina hacia un recipiente vacío para la recolección de los residuos.
7. Accionar varias veces la bomba de aire, de esta manera se hará que la solución acida circule en el sistema interno del equipo y salga por las mangueras de descarga hacia el recipiente recolector. Mientras se realiza este procedimiento, debe tenerse cuidado de no ser salpicado por la solución de lavado.
8. Dejar la solución lavadora en el equipo durante un periodo de tiempo entre 15 y 20 minutos.
9. Finalizado el proceso de lavado, debe conectarse el equipo a la entrada de agua y permitir la libre circulación de esta para el enjuagado del reactor y la eliminación de depósitos o acumulaciones del ácido. [25]

## **4.2 Características del Proceso Productivo**

Actualmente, la empresa se encuentra manejando niveles productivos de este insumo que alcanzan volúmenes de 60 litros, aunque se han pensado en casos en los que la producción sea tan alta que se requiera mantener la planta en constante operación y se pueda satisfacer una demanda diaria de 360 lt considerando tiempos de parada para limpieza, mantenimiento y arranque (estabilización).

### **4.2.1 Protocolo de Limpieza y Lavado de Manos**

Antes de iniciar la producción de Bioasepsia se deben lavar las manos con jabón yodado que es un excelente jabón bactericida siguiendo las reglas de asepsia:

0. Mojarse las manos

1. Aplicar suficiente jabón yodado para cubrir todas las superficies de las manos.
2. Frotar las palmas de las manos entre sí.
3. Frotar la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazados los dedos, y viceversa.
4. Frotarse las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.
5. Frotar el dorso de los dedos de una mano contra la palma de una mano opuesta, manteniendo unido los dedos.
6. Rodeando el pulgar izquierdo con la palma de la mano derecha, frotar con un movimiento de rotación y viceversa.
7. Enjuague las manos.
8. Séquese con una toalla de un solo uso. [26]  
El objetivo de un correcto lavado de manos es el de reducir el número de microorganismos en las manos y el riesgo de contaminación cruzada, empleando un máximo nivel de higiene.

## 4.2.2 Elementos de Bioseguridad

Para la producción del Bioasepsia se emplean elementos de protección o barreras de precaución con el objeto de prevenir la exposición de la piel o una contaminación del producto, bajando sus estándares de calidad; las barreras que se utilizan son:

**Guantes:** para la protección de las manos.

**Mascarilla:** protección de la boca, ayudan a evitar la diseminación de gólicas respiratorias por parte de las personas que las utilizan.

**Bata o mandil:** uso de protección corporal

**Gorro:** deben cubrir completamente el cabello de manera que no contaminen el producto.

**Lentes:** protección mucosa del ojo.

## 4.2.4 Medida de pH y Alcalinidad

Al comienzo de la producción del Bioasepsia se hace la medición de cloro con un test (Chlorine Test Paper ), para mirar a que concentración de cloro sale el desinfectante como también , se mide de forma precisa el pH con un potenciómetro, conocido como pH-metro, se hacen 3 tomas, una al comienzo de la producción, otra en la mitad del proceso y otra al finalizar el proceso para mirar si se presenta una variación. El valor de pH siempre está en un rango de 7.8-8.

## 4.3 MÉTODOS

### 4.3.1 Lugar de Estudio

El estudio se realizó en 3 laboratorios:

**Primer estudio:** SIU (Sede de Investigación Universitaria) de la Universidad de Antioquia en los laboratorios de grupo de investigación GDCON (grupo de diagnóstico y control de la contaminación), que prestan servicios de extensión.

**Segundo estudio:** Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional.

**Tercer estudio:** Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional.

### 4.4 Cepas

Se utilizaron 4 cepas de bacterias ATCC: *Escherichiacoli* 8739, *Pseudomonas aeruginosa* 9057, *Salmonella Typhimurium* 14028, *Staphylococcus aureus* 2592, y 4 cepas de hongos: *Trichoderma*, *Penicillum*, *Fusarum*, *Dermatofito*, bajo la aplicación de la NTC 5150, NTC 2455 que son las normativas técnicas Colombianas empleadas para la evaluación de desinfectantes.

Para la evaluación microbiológica de las cepas se emplearon 2 métodos; uno por determinación de la viabilidad para conocer la UFC, y el otro por el Estándar de turbidez Macfarlán con medio de cultivo BHI.

#### 4.4.1 Determinación de la Viabilidad

Este procedimiento se utilizó para verificar la viabilidad de la cepa en estudio y además para conocer cuántas UFC se pusieron a prueba frente al desinfectante. Se prepararon 2 disoluciones con [50%v/v], [25%v/v] y [puro].utilizando el método de prueba: Dilución-Neutralización, a temperatura de prueba de 1°C, temperatura de incubación de 1°C y tiempos de contacto de 5 minutos, aplicando el método de referencia NTC 5150.

#### 4.4.2 Estándar Macfarlán

Se utiliza este estándar de turbidez para saber el número de bacterias por mililitro o más bien UFC, según la escala de Macfarlán que va desde 0.5 a 10. Este estándar se crea al mezclar soluciones de cloruro de bario anhidro ( $Cl_2Ba$ ) al 1% con ácido sulfúrico ( $So_4H_2$ ) al 1% en volúmenes específicos. Los estándares se comparan visualmente con suspensiones bacterianas en caldos BHI (Brain Heart Infusion), este medio de infusión de corazón de res y cerebro de ternera así como peptona provee la fuente de carbono, nitrógeno, sulfuro y vitaminas para el cultivo de los microorganismos.

## Procedimiento:

1. se prepararon 5ml del medio de cultivo BHI y se mezclaron con las cepas de microorganismos a analizar, y se encubaron a 24 h, a 37°C.
2. se preparó la solución patrón de Macfarlán con una solución de  $Cl_2Ba$  al 1% y  $So_4H_2$  al 1% y se mezclaron las 2 soluciones con volúmenes de 0.2ml de  $Cl_2Ba$  y 9.8ml de  $So_4H_2$  (escala 2 de Macfarlán).
3. Se mezcló la solución patrón con 3ml de  $H_2O$  + el medio de cultivo BHI
4. Se preparó el desinfectante al 5%.
5. Se tomó una alícuota de 10ml de desinfectante y se mezclan con 0.5ml de las cepas previamente cultivadas en caldo de BHI.
6. se empezó a contabilizar el tiempo a los 5 minutos, a los 10 minutos y las 15 minutos para mirar si se presenta o no turbidez.

Para comparar el grado de turbidez se preparó el blanco como control positivo, para esto se adiciono 0.1ml células a analizar + el medio de cultivo BHI.

El estándar Macfarlán, se utilizó tanto para el análisis de cepas de bacterias como también en los hongos según la norma NTC 2455.

### 4.4.3 Determinación de la DBO

La DBO<sub>5</sub> (demanda biológica de oxígeno) expresa la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica presente en el agua residual, por medio de los microorganismos presentes en ella, durante 5 días. Por lo tanto, es un método que mide la materia orgánica biodegradable y permite apreciar la carga orgánica biodegradable del agua y su poder auto-depurador.

La DBO<sub>5</sub>, se mide a una temperatura de 20 °C, durante 5 días y en la oscuridad, se tiende a poner estos 5 días, que corresponde a una degradación de la materia orgánica biodegradable entre el 60 y el 70% .La oscuridad, se utiliza para evitar que la presencia de algas microscópicas produzcan oxígeno adicional por la fotosíntesis y alteren el resultado. [27]

#### 4.4.3.1 Método utilizado.5220C (Respirométrico)

Para calcular la DBO<sub>5</sub> en el desinfectante Bioasepsia, se utilizó el método Respirométrico; para esto se llenaron unos frascos de color ámbar para evitar interferencias de luz, de Capacidad de 500 ml, con un volumen conocido del desinfectante y con una dilución en agua destilada de 1 a 4 (se tomaron 250ml de la muestra y se aforó a un 1litro). A cada frasco se le añadió un núcleo de agitación y un tapón con un reservorio para añadir el NaOH, el cual reaccionó con el CO<sub>2</sub> producido en la degradación de la materia orgánica.

Este  $\text{CO}_2$  forma carbonatos de sodio evitando que se produzca un compensación del volumen de oxígeno consumido por los microorganismos.

Luego los frascos se introdujeron dentro de la incubadora que estuvo a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  durante una hora, una vez se alcanzada esta temperatura, se taparon y se ajustaron a cero escala. Se deja durante 5 días en la oscuridad y agitándose. Al finalizar la medida de la DBO, se observó mediante lectores electrónicos que miden los  $\text{mgO}_2/\text{l}$  consumidos de manera directa, según la cantidad de muestra añadida y la dilución que se realizó.

#### **4.4.4 Determinación de la DQO**

Desde el punto de vista ambiental la DQO, es una medida aproximada del contenido total de materia orgánica presente en una muestra de agua. Esta materia orgánica en condiciones naturales puede ser Biodegradada lentamente (esto es oxidada) a  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , mediante un proceso lento que puede tardar desde unos pocos días hasta unos cuantos millones de años, dependiendo del tipo de materia orgánica presente y de las condiciones de biodegradación.

En las pruebas de DQO se acelera artificialmente el proceso de biodegradación que realizan los microorganismos, mediante un proceso de oxidación forzada utilizando oxidantes químicos y métodos debidamente estandarizados, que tienen por objeto garantizar la reproductibilidad y comparabilidad de las mediciones. [28]

##### **4.4.4.1 Método utilizado.5220C**

El procedimiento se basó en la oxidación de la materia orgánica presente en el desinfectante Bioasepsia, utilizando dicromato ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) potásico como oxidante en presencia de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e iones de plata ( $\text{Ag}^+$ ) como catalizador. La disolución acuosa se calentó bajo reflujo durante 2h a  $150\text{ }^\circ\text{C}$ . Luego se evaluó la cantidad del dicromato sin reaccionar titulando con una disolución de hierro (II). La demanda química de oxígeno se calculó a partir de la diferencia entre el dicromato añadido inicialmente y el dicromato encontrado tras la oxidación.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 6. ANALISIS DBO Y DQO PARA EL BIOASEPSIA

DIA	BIOASEPSIA AL 99.9%
0	0
1	0
3	0
6	0
10	0
15	0
DQO	8,5

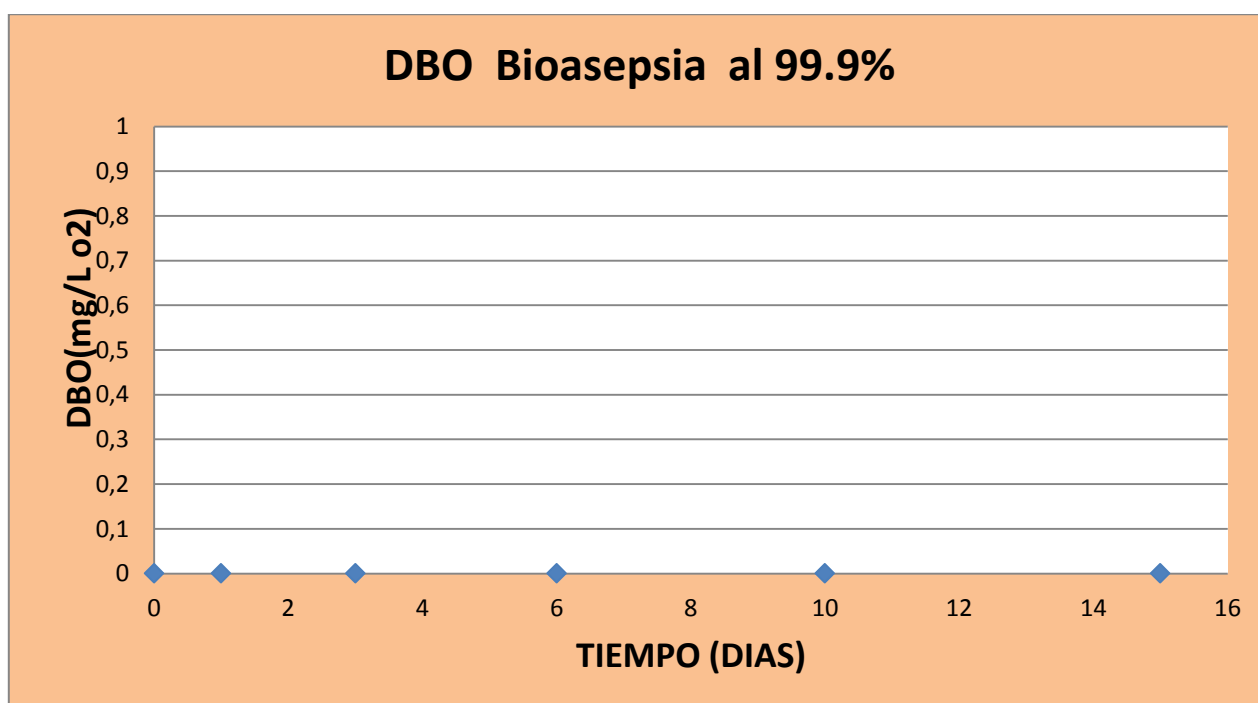
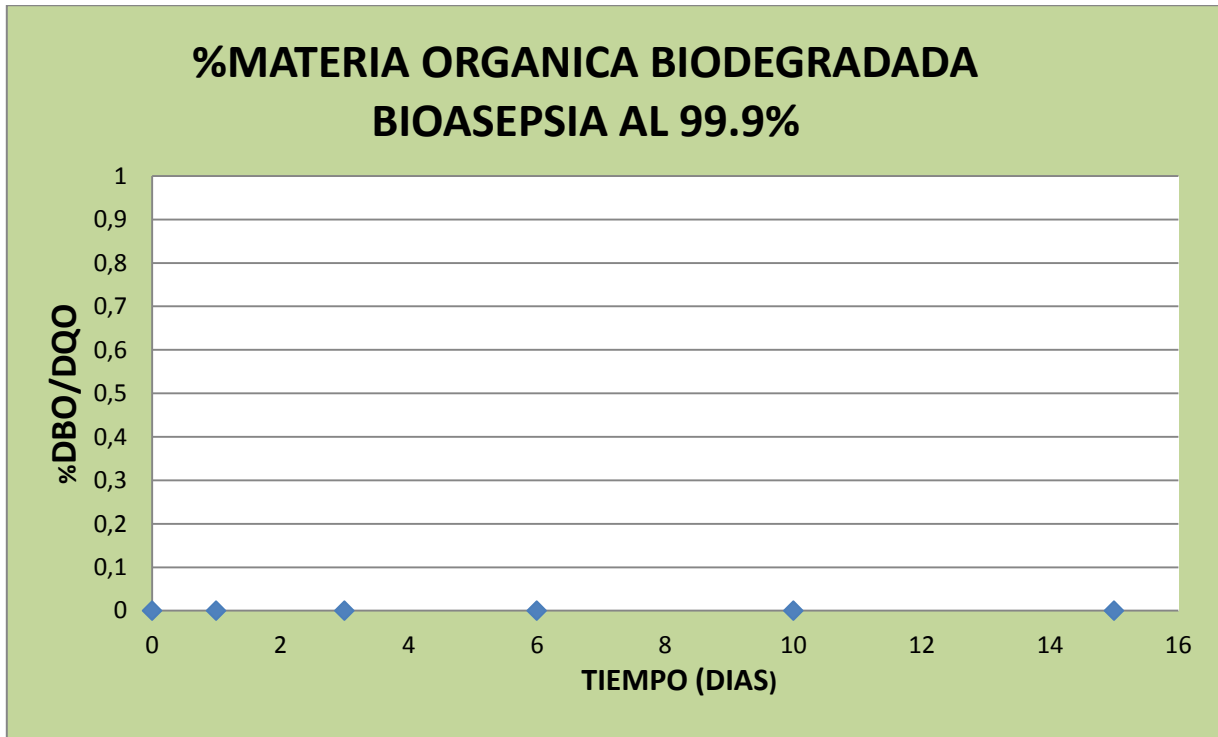


Figura 6. CURVA DBO VS TIEMPO

### 5.1 Análisis de la DBO obtenida.

Según la tabla 6 y la figura 6, al determinar la DBO por el método Respirométrico; arroja que la cantidad de oxígeno consumida por los microorganismos al primer día es cero y al día 15 también marca una DBO de cero; debido a que la materia orgánica, es eliminada automáticamente por la alta acción bactericida que tiene el Bioasepsia; pues es un excelente oxidante, que por su carga neutra penetra

fácilmente en la membrana citoplasmática, actuando sobre proteínas, y ácidos nucleídos de los microorganismos inhibiendo totalmente su acción.



**Figura 7. CURVA DE BIODEGRADABILIDAD DE EL BIOASEPSIA VS TIEMPO**

## 5.2 Análisis de la Biodegradabilidad

Se evaluó la Biodegradabilidad, en base a la relación DBO/BQO, denominado índice de Biodegradabilidad; los resultados obtenidos muestran que el Bioasepsia presenta una Biodegradabilidad del 0%, esto significa que en el momento de actuar los microorganismos sobre el desinfectante, los mata automáticamente y no permite su crecimiento, por esto en la figura 7, se presenta un comportamiento lineal, que se desplaza solamente en dirección de las abscisas (tiempo en días), y cero en el eje de las ordenadas (% DBO/BQO).

A través de los valores de la DBO y la DQO obtenidos, se comprueba la efectividad del Bioasepsia como desinfectante de alto nivel, que inactiva la acción patogénica de los microorganismos al momento en que entra en contacto con ellos y se mantiene constante con el transcurrir del tiempo.

### 5.3 Recuentos viables (UFC/ml)

Se encontró que al analizar las cepas *staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9057, bajo el método de prueba NTC 5150, realizado en los laboratorios microbiológicos de la Universidad de Antioquia; el Bioasepsia tuvo una efectividad del 99.99% a concentraciones de [50% v/v], [25%v/v] y [puro] a los 5 minutos de acción; yaqué al comparar con el inoculo inicial de *staphylococcus aureus*  $2.2 \cdot 10^8$  UFC/ml y *pseudomonas aeruginosa*  $7.5 \cdot 10^7$  UFC/ml, en contacto con el desinfectante se tuvo un recuento viable menor a  $1.5 \cdot 10^2$  UFC/ml para las tres concentraciones dadas.(ver tabla 7).

**Tabla 7. Recuentos viables. Fuente anexo 1.**

Microorganismo	Tiempo contacto	Recuentos viables (UFC/ml) para el Bioasepsia		
		[puro]	[50% v/v]	[25%v/v]
<i>Staphylococcus aureus</i> ( $2.2 \cdot 10^8$ UFC/ml)	5 mín	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ( $7.5 \cdot 10^7$ UFC/ml)	5 mín	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml	$<1.5 \cdot 10^2$ UFC/ml

### 5.4 Estándar Macfarlán aplicado en cepas ATCC Bacterianas.

Se encontró que al analizar las cepas *staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia Coli* ATCC 8739, *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, *Pseudomonas aeruginosa*, bajo el método de prueba NTC 2455, realizado en los laboratorios de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional; el Bioasepsia tuvo una efectividad del 99.9% a una concentración de 500ppm a los 5 minutos ,10min y 15 minutos de acción; al comparar el blanco con la solución patrón de Macfarlán (a escala 2) preparado con el inoculo de cepas en cultivo de BHI, no hubo crecimiento y por lo tanto no se presentó turbidez. (Ver tabla 8)

**Tabla 8. Evaluación del Bioasepsia sobre cepas bacterianas. Tomado del anexo 2**

Tiempo de Contacto	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Salmonella Typhimurium</i>	<i>Staphylococcus Aureus</i>	<i>Pseudomona Aeruginosa</i>
5 mín.	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento
10 mín.	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento
15 mín.	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento



## 5.5 Estándar Macfarlán aplicado en cepas de Hongos.

Al analizar las cepas de *Trichoderma*, *Penicillium*, *Fusarium* y *Dermatofito*, bajo la norma NTC 2455 realizado en los laboratorios de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional, a una concentración de 500ppm de Bioasepsia, a los 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos de acción el desinfectante tuvo una efectividad del 99.99%; aplicando el patrón de Macfarlán a la escala 2 equivalente a 600 millones de microorganismos, no presento turbidez ya que logro eliminar las cepas fungicidas a las concentraciones y tiempo de contacto preparados. (ver tabla 9 y figura 8).

**Tabla 9. Evaluación del Bioasepsia sobre cepas de Hongos. Tomado del anexo 3.**

Tiempo de contacto	<i>Trichoderma</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Dermatofito</i>
5 mín.	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)
10 mín.	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)
15 mín.	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)	Crecimiento (-)



**Figura 8. Solución patrón de Macfarlán con el Bioasepsia y el Blanco**

En la figura 8 de la izquierda se tienen los tubos de ensayo con la solución patrón de Macfarlán (los tres primeros tubos) y el blanco (el tubo de menor volumen), pudiéndose observar la diferencia en el grado de turbidez, que es mucho mayor en el blanco comparado con los tubos que contienen la solución patrón y el Bioasepsia que presentan una solución más transparente.

Mientras que en la figura de la derecha, se tienen las mismas soluciones en cajas petri y se puede observar con mayor claridad, que la caja petri # 1 que contiene el blanco presenta mayor grado de turbidez, comparada con la caja petri # 2 que contiene la solución patrón con el desinfectante y no presenta turbidez. Por lo tanto se concluye que el desinfectante fue efectivo en un 99.9%.

## 6. CONCLUSIONES

- El Bioasepsia es un potente bactericida y biocida capaz de eliminar todas las cepas de bacterias y de hongos probadas a concentraciones de 500 ppm y en periodos de tiempo cortos pues a los 5 minutos de acción presento efectividad del 99.9%, conservando su efectividad a los 10 y 15 minutos.
- El Bioasepsia es capaz de eliminar a una concentración y tiempo determinados, cepas bacterianas como el *Staphylococcus aureus*, este ocupa el segundo lugar de causante de infecciones intrahospitalarias (ver anexo 7), siendo aislado de pacientes con mayor frecuencia, además la mayoría de las cepas de *S. aureus*, son resistentes a los microbicidas como la clorhexidina y los compuestos derivados del amonio cuaternario y los biocidas utilizados en la prevención de infecciones.
- La *Pseudomona aeruginosa* a una concentración y tiempo determinado logró ser eliminada por el Bioasepsia, esta bacteria ocupa el séptimo lugar como causante de infección nosocomial y presenta alta resistencia a diferentes tipos de compuestos químicos como diacetato de clorhexidina, el para-cloro-meta-xilenol ,utilizados en jabones líquidos antibacterianos. La *Pseudomona* tiene la propiedad de adherirse a las superficies formando biofilmes, generando problemas de infección en unidades dentales e instrumentos de odontología que manejen fluidos yaqué su principal reservorio es el ambiente húmedo (ver anexo 7).
- La *salmonella Typimuruim* también logro ser eliminada por el Bioasepsia a una concentración y tiempo determinado, siendo esta bacteria causante se infecciones como la gastroenteritis en los seres humanos, está presente en la carne de pollo, sus huevos y sus derivados (ver anexo 7).
- La cantidad de infecciones nosocomiales, causadas por estos microorganismos, se pueden prevenir a través un estricto control y cumplimiento de medidas como el lavado de manos, la desinfección de superficies, en el área de trabajo, equipos, a través de la aplicación de un excelente desinfectante con amplio espectro y rápido tiempo de acción, como es el Bioasepsia.
- El Bioasepsia es uno de los pocos desinfectantes que se biodegrada al instante sin generar ningún tipo de daño al medio ambiente, además no es toxico ni inflamable y no representa ningún tipo de riesgo para la salud humana.

## 7. RECOMENDACIONES

- Para tener un mejor conocimiento, de cuál es el amplio espectro que maneja el Biosepsia, se recomienda practicar más análisis microbiológicos a otras cepas de hongos bacterias, virus, protozoos causantes de gran cantidad de infecciones y enfermedades en diversos campos de acción, ayudando así a mantener bajos niveles de infección y previniendo enfermedades a causa de estos microorganismos patógenos.
- Se recomienda a la hora de practicar los análisis microbiológicos variar las concentraciones del desinfectante y analizar su efectividad en presencia de albumina; es una proteína de la sangre que puede simular presencia de materia orgánica en el desinfectante y alterar en gran proporción su rango de efectividad, variando así su tiempo de acción y concentración.
- Siempre manejar buenas prácticas de higiene y bioseguridad en cualquier área ya sea en hospitales, industrias alimentarias donde se presentan altos índices de infecciones en la manipulación de alimentos, afectando directamente a todas las personas que los consuman o estén en contacto con ellos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [ Universidad Nacional de Colombia.Revista Facultad de Medicina, «Actividad Bactericida del  
1 Acido Hipocloroso,» 2003. [En línea]. Available:  
] [http://www.cloritodesodio.com/files/actividad\\_antibacteriana\\_del\\_acido\\_hipocloroso.pdf](http://www.cloritodesodio.com/files/actividad_antibacteriana_del_acido_hipocloroso.pdf).
- [ Grupo Español de Conservacion.Internacional Institute for historic and works, «Propiedades y  
2 usos del acido hipocloroso,» [En línea]. Available: [http://ge-](http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83)  
] [iic.com/index.php?option=com\\_fichast&Itemid=83](http://ge-iic.com/index.php?option=com_fichast&Itemid=83).
- [ Scribd, «Acido Hipocloroso,» [En línea]. Available: [www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=acido](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=acido)  
3 hipocloroso otros  
] [nombres&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CEgQFjAD&url=http://es.scribd.com/doc/49855929/Acido-Hipocloroso&ei=pC6cUe7pEpi54AOAtIDQDQ&usg=AFQjCNFBL2ZLiZKLLf51i1NuArT6eEg2Q&bvm=bv.46751780,d.dmg](http://nombres&source=web&cd=4&cad=rja&ved=0CEgQFjAD&url=http://es.scribd.com/doc/49855929/Acido-Hipocloroso&ei=pC6cUe7pEpi54AOAtIDQDQ&usg=AFQjCNFBL2ZLiZKLLf51i1NuArT6eEg2Q&bvm=bv.46751780,d.dmg).
- [ C. y. Quimica, «Nomenclatura y formulacion inorganica,» [En línea]. Available:  
4 <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/impresos/quincena8.pdf>.  
]
- [ «Acido Hipocloroso,» [En línea]. Available: [http://es-](http://es-vene.finanzalarm.com/details/%C3%81cido_hipocloroso.html#Historia_y_usos_cl.C3.ADnicos)  
5 [vene.finanzalarm.com/details/%C3%81cido\\_hipocloroso.html#Historia\\_y\\_usos\\_cl.C3.ADnicos](http://es-vene.finanzalarm.com/details/%C3%81cido_hipocloroso.html#Historia_y_usos_cl.C3.ADnicos).  
]
- [ U. L. XTERIVET, «Mecanismos de defensa,» [En línea]. Available:  
6 <http://www.laboratoriouniversal.com/productos/xterivet.php>.  
]
- [ ACQUATION, «Desinfeccion con cloro,» [En línea]. Available:  
7 [http://www.acquatron.com.ar/pdf/desinfeccion\\_con\\_cloro.pdf](http://www.acquatron.com.ar/pdf/desinfeccion_con_cloro.pdf).  
]
- [ IDEGIS, «Electrolisis salina,» [En línea]. Available:  
8 <http://www.travian.es/pdf/info%20ELECTRLISIS%20SALINA.pdf>.  
]
- [ L. t. Solutions, «Desinfectantes,» [En línea]. Available:  
9 <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-cloro.htm>.  
]
- [ P. Blanes, «tratamiento Quimico con cloro,» [En línea]. Available:

1 <http://www.piscinasblanes.com/es/que-ofrecemos/tratamiento-de-aguas/58-tractament-0-quimic-amb-clor>.

]

[ Q. d. agua, «Capacidad de desinfeccion en funcion del valor de pH,» [En línea]. Available:

1 <http://www.quimicadelagua.com/Conceptos.Analiticos.Cloro.2.html>.

1

]

[ S. inteligente, «Desinfeccion de Agua con cloro,» [En línea]. Available: [http://www.smart-](http://www.smart-fertilizer.com/articulos/desinfeccion-agua-cloro)

1 [fertilizer.com/articulos/desinfeccion-agua-cloro](http://www.smart-fertilizer.com/articulos/desinfeccion-agua-cloro).

2

]

[ Desinfeccion a toda prueba.Laboratorios Aquilasa S.A., «Acido Hipocloroso,» [En línea].

1 Available: <http://www.acidohipocloroso.com/>.

3

]

[ R. C. d. I. e. Odontologia, «Eficacia del desinfectante del Acido Hipocloroso sobre sepas con

1 poder patogenico de cavidad oral,» [En línea]. Available:

4 <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/34/47>.

]

[ M.-. N. Bellon-Fontaine, de *Manual Tecnico de Higiene Limpieza y Desinfeccion* , España, 1

1 ed.Madrid España;mundi-prensa, 2002, p. 623.

5

]

[ E. D. M. A. D. Roa., «Elaboracion y documentacion del Programa de limpieza y desinfeccion de

1 los laboratorios del departamento de microbiologia de la universidad pontifica javeriana,» [En

6 línea]. Available: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis281.pdf>.

]

[ CODEINEP, «Desinfectantes de uso hospitalario,» [En línea]. Available:

1 <http://www.codeinep.org/control/DESINFECTANTES%20DE%20USO%20HOSPITALARIO.pdf>.

7

]

[ S. Preventiva.com.INCLIMEC, «Limpieza y Desinfeccion,» [En línea]. Available:

1 [http://www.saludpreventiva.com/web/index.php?pagina=capitulo2.html&comando=des\\_recom](http://www.saludpreventiva.com/web/index.php?pagina=capitulo2.html&comando=des_recom)

8 endaciones#.

]

[ Poolek, «Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance,» *J APP1 Microbiol*, nº 92, pp. 1 55-64, 2002.

9

]

[ N. E. A. T.-F. L. A. Estrada, «Evaluacion de los desinfectantes utilizados en el proceso de limpieza y desinfeccion del area de Fitoterapeuticos en el laboratorio PRONABELL LTDA,» Universidad 2 javeriana.Facultad de Ciencias, Bogota, 2008.

]

[ R. d. MC Donnell G, «Antosepticos and Disinfectants:Activity,action,and Resistance,» *Clin 2 Microb*, vol. 1, nº 12, pp. 147-79, 1999.

1

]

[ Presidencia de la Republica.Costitucion Nacional, «Decreto 3075 de 1997,» [En línea]. Available: 2 <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qvDQmYkflGkJ:www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias/unidadesAcademicas/FacultadNacionalSaludPublica/serviciosProductos/laboratorioSaludPublica/Normas/SaludOcupacional/Decreto%252>.

[ R. M. A. D. R. A. Palacio., «Gestion Intergral de Residuos Solidos Peligrosos y Cumplimiento de 2 Normas de Bioseguriadad en laboratorios de Tnatatopraxia,» *Revista de la Facultad Nacional de 3 Salud Publica.Universidad de Antioquia*, vol. 21, nº 1, pp. 42-54, 2003.

]

[ I. Internacional, «Normativa Tecnica Colombiana.NTC 5150.Antisepticos y desinfectantes 2 Quimicos.Actividad Bactericida Basica,» 26 febrero 2003. [En línea]. Available: 4 <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5150.pdf>.

]

[ L. T. s.a.s, «Descripcion y Manual de producto LMP-80-8.Proceso de electroactivacion quimica 2 por electrolisis de Diafragma,» Medellin, 2011.

5

]

[ E. Moderna, «Lavado de manos segun la OMS,» 5 enero 2011. [En línea]. Available: 2 <http://enfermeriapablo.blogspot.com/2011/01/lavado-de-manos-segun-la-oms.html>.

6

]

[ «Standard methods for the examination of water and waste water,» *APHA*, 1995.

2

7

]

[ «Demanda Quimica de oxigeno,» [En línea]. Available:

2 [http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/calaguas\\_cap17.pdf](http://atenea.udistrital.edu.co/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/calaguas_cap17.pdf)

8 f.

]

[ J. Egea, «Toxiinfecciones Bacterianas I:Salmonelosis,» [En línea]. Available:

2 [http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim\\_L19d.](http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L19d.9.pdf)

9 pdf.

]

[ elika.Fundacion Vasca para la seguridad agroalimentaria, «Escherichia Coli,» 2013. [En línea].

3 Available: [http://www.elika.net/datos/pdfs\\_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf](http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf).

0

]

[ L. V. A. Jaime, «Salmonella aviar,» [En línea]. Available:

3 <http://es.slideshare.net/ALEJANDRAJAIME/salmonella-en-aves>.

1

]

[ Hospital Universitario Comandante Faustino Perez, «Staphylococcus Aureus,una causa frecuente de infeccion nosocomial,» 2005 Cuba. [En línea]. Available:

2 <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202005/vol5%202005/tema08.htm>.

]

[ The Nemours Foun Dation, «Infecciones por estafilococos,» 1995-2013. [En línea]. Available:

3 [http://kidshealth.org/teen/en\\_espanol/infecciones/staph\\_esp.html](http://kidshealth.org/teen/en_espanol/infecciones/staph_esp.html).

3

]

[ B. R. E. Contreras, «Una Bacteria temible y sorprendente:Pseudomona aeruginosa,» Peru

3 Febrero 2009. [En línea]. Available:

4 [http://www.actualidadodontologica.com/0912/cient\\_01.shtml](http://www.actualidadodontologica.com/0912/cient_01.shtml).

]

[ M. A. V. Arenas, «Trichoderma pers.Caracteristicas Generales y su potencial Biologico en la

3 Agricultura Sostenible,» [En línea]. Available: [http://www.oriusbiotecnologia.com/escritos-](http://www.oriusbiotecnologia.com/escritos-5-tecnicos/128-trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-)

5 tecnicos/128-trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-

] agricultura-sostenible.

[ L. Carrillo, «Los Hongos de los Alimentos y forraje.Penicillum,» [En línea]. Available:  
3 <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/05htextopenicilios.pdf>.

6

]

[ L. Carrillo, «Los Hongos de los Alimentos y forraje.Fusarium,» [En línea]. Available:  
3 <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/06htextofusarios.pdf>.

7

]



## 9. ANEXOS

**ANEXO # 1.** Análisis del Bioasepsia sobre cepas de bacterias ATCC, practicados en los laboratorios de la Universidad de Antioquia.

Nit: 900087467-4



 <b>UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA</b> <small>1903</small>	<b>GRUPO DE DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN -GDCON-</b>	 <small>GRUPO DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN</small>
<b>INFORME DE RESULTADOS</b>		
<b>Código:</b> F3-GE-PR-001-GDCÓN	<b>Versión:</b> 04	<b>Fecha de aprobación:</b> 30/03/2011
Página 1 de 2		

**INFORME No. 12-0355**

**1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Cliente	Spangel Productos Biodegradables	Teléfono	5834362
NIT/ C.C.	900.087.467-4	Contacto	Ángela María Uribe
Dirección	Carrera 89 A #37-31	E-mail	productos_spangel@yahoo.com

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S)**

Fecha de recepción	16/05/2012
Fecha de elaboración del reporte	27/06/2012
Código Interno	12-0355-1
Descripción de la muestra	Bioasepsia 99.99% , Ácido Hipocloroso

**3. RESULTADOS DE LABORATORIO**

Código Interno	Método de Referencia	Parámetro	Resultado	Fecha análisis
12-0355-1	NTC 5150	Actividad bactericida	Tabla siguiente	22/05/2012

Nota: El separador de cifras decimales está representado por un punto.

Código muestra	Microorganismo	Tiempo contacto	Recuentos viables (UFC/ml) para la mezcla de prueba			
			[Puro]	[50% v/v]	[25% v/v]	
12-0355-1	<i>Staphylococcus aureus</i> ( $2.2 \times 10^8$ UFC/ml)	5 mín.	$< 1.5 \times 10^3$ UFC/ml	$< 1.5 \times 10^2$ UFC/ml	$< 1.5 \times 10^2$ UFC/ml	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ( $7.5 \times 10^7$ UFC/ml)	5 mín.	$< 1.5 \times 10^3$ UFC/ml	$< 1.5 \times 10^2$ UFC/ml	$< 1.5 \times 10^2$ UFC/ml	
	<b>Reducción de la viabilidad a la concentración de prueba</b>					
				[Puro]	[50% v/v]	[25% v/v]
		<i>Staphylococcus aureus</i> ( $2.2 \times 10^8$ UFC/ml)	5 mín.	$> 1.5 \times 10^5$ UFC/ml	$> 1.5 \times 10^5$ UFC/ml	$> 1.5 \times 10^5$ UFC/ml
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ( $7.5 \times 10^7$ UFC/ml)	5 mín.	$> 5 \times 10^4$ UFC/ml	$> 5 \times 10^4$ UFC/ml	$> 5 \times 10^4$ UFC/ml

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 5150 se concluye que el producto Bioasepsia Ácido Hipocloroso, posee actividad bactericida para la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9057 con un tiempo de contacto de 5 minutos.



Carrera 89 a 37-31 / Telefax 583 43 62 / Móvil 317 616 57 88 / productos\_spangel@yahoo.com / Medellín - Colombia



www.spangelbiodegradables.com

**Anexo #2.** Análisis del Bioasepsia sobre cepas de bacterias ATCC, practicados en los laboratorios de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional.

Nit: 900087467-4



**EVALUACION DE DESINFECTANTE AL ÁCIDO HIPOCLOROSO**  
**MICROORGANISMOS**

Tiempo de Contacto	<i>Escherichia coli.</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Staphylococcus Coagulasa Positiva</i>	<i>Pseudomona Aeroginosa</i>
5 minutos	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento
10 minutos	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento
15 minutos	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento	No hubo crecimiento

**Observación:** Según la Norma NTC 2455 se Concluye que el producto Bioasepsia Ácido Hipocloroso, posee actividad bactericida para todas las cepas utilizadas en la evaluación en todos los tiempos de contacto. (Se utilizó una concentración en la escala de Macfarland 2 ).

**Cepas de Referencia ATCC**

- *Escherichia coli* Lote: 48317 ATCC 8739
- *Salmonella typhimurium* Lote: 363070 ATCC 14028
- *Staphylococcus Coagulasa positive* Lote: 360641 ATCC 25923
- *Pseudomonas aeroginosas*

*Olga Ines Montoya C*  
**OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO**  
Directora del Laboratorio de Aguas y Alimentos

www.spangeldiabiodegradables.com



Carrera 89 a 37-31 / Telefax 583 43 62 / Móvil 317 616 57 88 / productos\_spangel@yahoo.com / Medellín - Colombia





**Anexo # 3.** Análisis del Biosepsia sobre cepas de Hongos, practicados en los laboratorios de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional.


Nit: 900087467-4

TIEMPO DE CONTACTO	Trichoderma	Penicillium	Fusarium
5 MINUTOS	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)
10 MINUTOS	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)
15 MINUTOS	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)	No hubo crecimiento (-)

**OBSERVACION:** Según la Norma NTC 2455, se concluye que el producto de Bio Asepsia Agua Electrolizada Salmuera posee actividad bactericida para *Trichoderma* spp, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp, es decir que mato los microorganismos a las concentraciones y tiempos de contactos preparadas. (patrón de Macfarlán a la escala 2 equivale a 300 millones de microorganismos)

Atentamente:

*Olga Ines Montoya Campuzano*

**OLGA INES MONTAYA CAMPUZANO**  
Jefe Laboratorio de Microbiología



Carrera 89 a 37-31 / Telefax 583 43 62 / Móvil 317 616 57 88 / productos\_spangel@yahoo.com / Medellín - Colombia



www.spangelbiodegradables.com

**Anexo # 4.** Análisis del Biaosepsia sobre la cepa del Hongo Dermatofito, practicados en los laboratorios de Aguas y Alimentos de la Universidad Nacional.


Nit: 900087467-4

TIEMPO DE CONTACTO	Dermatofito
5 MINUTOS	No hubo creció (-)
10 MINUTOS	No hubo creció (-)
15 MINUTOS	No hubo creció (-)

**OBSERVACION:** Según la Norma NTC 2455, se concluye que el producto de Bio Asepsia Agua Electrolizada Salmuera pose actividad bactericida para *Dermatofito*, es decir que mato los microorganismos a las concentraciones y tiempos de contactos preparadas (patrón de Macfarlán a la escala 2 equivale a 600 millones de microorganismos)

Atentamente:

*Olga Ines Montoya Campuzano*

**OLGA INES MONTOYA CAMPUZANO**  
Jefe Laboratorio de Microbiología



Carrera 89 a 37-31 / Telefax 583 43 62 / Móvil 317 616 57 88 / productos\_spangel@yahoo.com / Medellín - Colombia



www.spangelbiodegradables.com
2



**Anexo # 5.** Análisis de DBO, DQU y Biodegradabilidad del Bioasepsia practicado en los laboratorios de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional.

Nit: 900087467-4



**No. 733**

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Código: FAR-001
	<b>LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA ESCUELA DE QUÍMICA Y PETRÓLEOS</b>	Versión: 1
	<b>RESPONSABLE COORDINADOR DEL LABORATORIO</b>	Solicitud: 92

**Solicitado por:** SPANGEL  
**Dirección:** Cra 89 A #37-31  
**Número de solicitud:** 733  
**Número de muestras:** 1  
**Fecha de recepción:** 2012-10-19  
**Fecha de análisis:** 2012-10-19

Identificación de la muestra	Tipo de muestra	Código de la muestra
BIOASEPSIA DILUCIÓN 1:1	Industrial	274-12

Código de la muestra	Parámetro	Resultado	Método
274-12	DQO (mg/LO <sub>2</sub> )	8,50	5220 C
	Día 3 DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	0,00	5210 D
	Día 6 DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	0,00	5210 D
	Día 10 DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	0,00	5210 D
	Día 14 DBO (mg/LO <sub>2</sub> )	0,00	5210 D

**Observaciones del servicio:**

- Muestra puesta en el laboratorio por el interesado
- Los parámetros son los solicitados por el cliente
- Resultados validos solo para la muestra analizada
- Los números de los métodos hacen referencia al STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 21TH Edition

**Nota:** la muestra se analizó como fue remitida al laboratorio, omitiendo el procedimiento de eliminación de cloro expuesto en la metodología 5210 D de STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER 21TH Edition, esto a petición del cliente

Atentamente,



IQ. Darío Gallego Suárez  
 T.P. 15267  
 Jefe Laboratorio Ingeniería Sanitaria  
 Magister Ingeniería Ambiental  
 labisani@unalmed.edu.co



Emerson León Vanegas  
 Coordinador Técnico  
 Laboratorio Ingeniería Sanitaria  
 labisani\_med@unal.edu.co





Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Medellín, Carrera 89 # 37-31, 002, Bodega 117 002, Teléfono: 4055244, 4055241



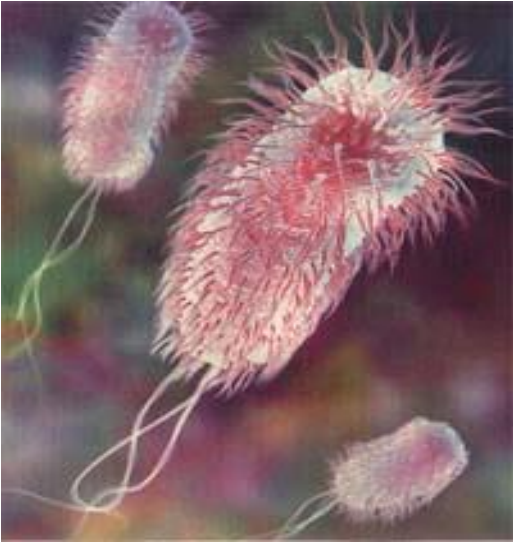
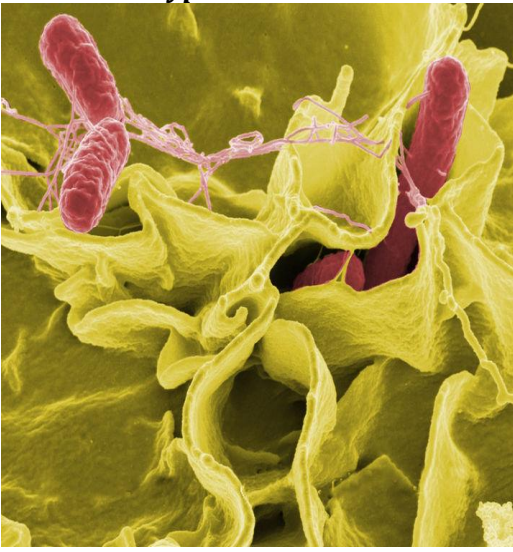
Carrera 89 a 37-31 / Telefax 583 43 62 / Móvil 317 616 57 88 / productos\_spangel@yahoo.com / Medellín - Colombia

Anexo 6 .Hongos empleados en el análisis biócida del Bioasepsia. Fuente [7],[8]

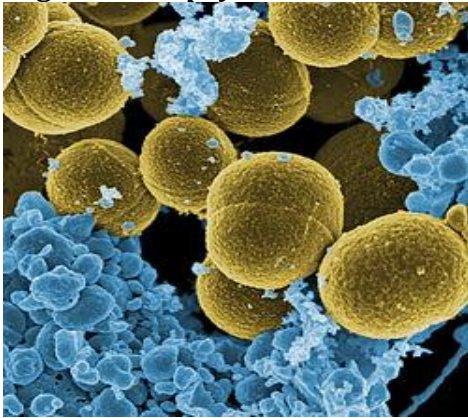
<p><b>Figura 9. <i>Trichoderma</i></b><sup>7</sup></p> 	<p>El género <i>Trichoderma</i> está en el ambiente y especialmente en suelos abundantes en materia orgánica o desechos vegetales en descomposición y por su relación con ella está clasificado en el grupo de hongos hipógeos, lignícolas y depredadores. Es aeróbico y pueden estar en los suelos con pH neutro hasta ácido.</p> <p>El género <i>Trichoderma</i> posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos (hongos) del suelo, principalmente de los géneros <i>Phytophthora</i>, <i>Rhizoctonia</i>, <i>Sclerotium</i>, <i>Pythium</i> y <i>Fusarium</i> ya que activa el crecimiento radicular (raíces) de las plantas, es capaz de colonizar y crecer en las raíces a medida que estas se desarrollan y aumenta la resistencia del cultivo frente al ataque de posibles patógenos<sup>7</sup></p>
<p><b>Figura 10. <i>Penicillium</i></b><sup>8</sup></p>  <p>ASM MicrobeLibrary.org © Hare</p>	<p>Los <i>penicillium</i> son mohos comunes que desarrollan sobre los más diversos substratos: granos, paja, cueros, frutas, etc. La importancia de estos mohos en la alimentación humana y animal se debe a que, además de causar deterioro, producen toxinas (Pitt &amp; Leistner 1991).<sup>8</sup></p> <p>La fácil proliferación de los <i>Penicillium</i> en los alimentos es un problema. Algunas especies producen <u>toxinas</u> y pueden hacer el alimento no comestible o aún peligroso. Es una buena práctica desechar los alimentos que demuestran el desarrollo de cualquier <u>moho</u>. Por otra parte otras especies de <i>Penicillium</i> son beneficiosas para los seres humanos. Los quesos tales como el <u>roquefort</u>, <u>brie</u>, <u>camembert</u>, <u>stilton</u>, etc. se crean a partir de su interacción con algunos <i>Penicillium</i> y son absolutamente seguros de comer<sup>8</sup> . La <u>penicilina</u> es producida por el hongo <i>Penicillium chrysogenum</i>, un moho ambiental.</p>
<p><b>Figura 11. <i>Fusarium</i></b><sup>9</sup></p>  <p>Courtesy of M. McGinnis Copyright © 2001 Microfungia Corporation</p>	<p><u>Hongos</u> ampliamente distribuido en el suelo y en asociación con plantas. La mayoría de las especies son <u>saprofitas</u>(que se alimentan de materia orgánica muerta o en descomposición) y son unos miembros relativamente abundantes de la <u>microbiota</u> del suelo. Algunas especies producen <u>micotoxinas</u> en los cereales que pueden afectar a la salud de personas y animales, Las principales toxinas producidas por estas especies de <i>Fusarium</i> son <u>fumonisin</u>as y <u>tricotecenos</u><sup>9</sup> . Las especies de <i>Fusarium</i> se encuentran en los vegetales antes de la cosecha. Como persisten en los productos almacenados, en los silos.<sup>9</sup></p> <p><b><i>Fusarium spp.</i></b> Es un hongo filamentoso aislado de plantas y suelo. Se encuentra como microbiota normal en arroz, frijol, soya y otros cultivos.</p> <p><b><u><i>Fusarium graminearum</i></u></b> normalmente afecta a la cebada.</p>



**Anexo 7. Bacterias empleados en el análisis microbiológico del Bioasepsia. Fuente [1],[2],[3],[4],[5],[6].**

<p><b>Figura 12. <i>Escherichia Coli.</i></b><sup>2</sup></p>  <p><sup>2,2</sup> Son bacterias que por la <u>tinción de Gram</u>, se tiñen de un color <u>rosado</u> tenue.</p> <p><sup>2,3</sup> Se pueden adaptarse para crecer y metabolizar tanto en presencia como en ausencia de oxígeno.</p> <p><sup>2,4</sup> Estructura filamentososa que sirve para impulsar la <u>célula bacteriana</u> y que se proyectan en todas las direcciones</p>	<p>Son bacterias que forma parte de la microbiota del intestino (llamadas coliformes) del ser humano y animales, siendo, la gran mayoría, inocuas en ellos, pero las cepas productoras de toxina Shiga o verotoxigénicas pueden provocar cuadros gastrointestinales graves. Está y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del <u>proceso digestivo</u>, además de producir las <u>vitaminas B y K</u>. Es un bacilo que reacciona negativamente a la <u>tinción de Gram (gramnegativo)</u><sup>2,2</sup> es <u>anaerobio facultativo</u><sup>2,3</sup>, móvil por <u>flagelos peritricos</u><sup>2,4</sup> (que rodean su cuerpo), no forma <u>esporas</u>, es capaz de <u>fermentar la glucosa</u> y la <u>lactosa</u><sup>2</sup>. La bacteria E. coli verotoxigénica puede llegar a los alimentos por varias vías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuente más frecuente es la carne de vacuno y los productos cárnicos de vacuno (hamburguesas, carne picada) que hayan sido poco cocinados, así como la leche cruda sin pasteurizar y los productos elaborados con ella (queso, nata, etc).</li> <li>• Las frutas y verduras lavadas o regadas con agua contaminada también pueden ser transmisoras de la bacteria.</li> </ul>
<p><b>Figura 13. <i>Salmonella Typhimurium.</i></b><sup>3</sup></p> 	<p>Su hábitat es el aparato gastrointestinal de los animales y el hombre, nunca como microbiota normal, se encuentra a menudo en reptiles como las tortugas, en <u>pollos</u> y sus huevos que se contaminan con las heces de las propias aves al pasar por la cloaca. La salmonella se encuentra en la cáscara, pero puede penetrar en el interior si no se mantienen unas condiciones de conservación adecuadas.<sup>1</sup> La salmonella es un <u>bacilo gramnegativo</u><sup>2,2</sup> que pertenece a la familia <i>Enterobacteriaceae</i>, aeróbicos y facultativamente anaeróbicos fermentan la glucosa produciendo gas, utilizan citrato como fuente de carbono. Esta bacteria puede producir gastroenteritis en los seres humanos, referida como una salmonelosis, la inflamación del tracto Gastrointestinal.<sup>3</sup></p>

**Figura 14. *Staphylococcus aureus***<sup>4</sup>



-----  
<sup>4,3</sup> Son bacterias que por la tinción de Gram, se tiñen de un color azul oscuro o violeta.

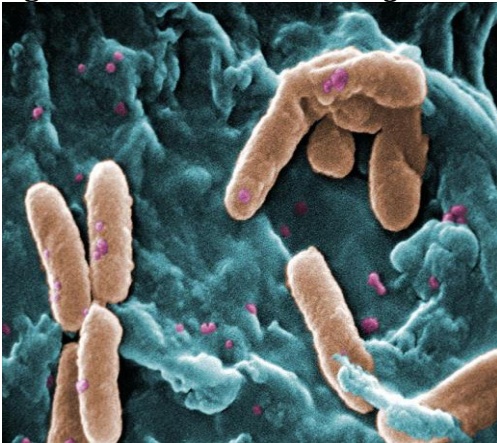
El *S. aureus* también puede liberar toxinas (sustancias tóxicas) que pueden producir enfermedades tales como intoxicación por alimentos o síndrome de shock tóxico.<sup>5</sup>

El nombre de esta bacteria proviene de la raíz griega, que se compone de *staphylé*, que significa racimo y *coccus*, que significa grano, baya o uva; y del latín *aureus* que significa dorado. Este nombre significa racimo de uvas dorado. Es un coco gram-positivo<sup>4,3</sup>, no móvil. No forma esporas, puede encontrarse solo, en pares, en cadenas cortas o en racimos. Es un anaerobio facultativo, pero crece mejor en condiciones aerobias. El microorganismo produce catalasa, coagulasa y crece rápidamente en agar sangre.<sup>4</sup>

El *estafilococo aureus* suele estar en la piel de animales y personas, en las membranas mucosas; garganta, fosas nasales, los genitales y el ano. Sin embargo, cuando la piel se lastima o sufre una punción, las bacterias estafilocócicas pueden ingresar en la herida y provocar una infección.

El *S. aureus* provoca más frecuentemente infecciones en la piel, como foliculitis, forúnculos, impétigo y celulitis, que se limitan a una pequeña área de la piel de una persona.<sup>5</sup>

**Figura 15. *Pseudomona Aeruginosa***<sup>6</sup>



<sup>6,1</sup> Las bacterias aeróbicas son aquellas que crecen y viven en presencia del oxígeno.

<sup>6,2</sup> Alimentación parenteral es administrar por vía endovenosa los líquidos y nutrientes necesarios para el paciente enfermo.

son bacterias gram negativas<sup>2,2</sup> aeróbicas<sup>6,1</sup> posee un flagelo para su movimiento, ampliamente distribuidas en la naturaleza (suelo, agua, animales, plantas como la menta) y sistemas de tratamiento de agua, demostrando así su adaptación al medio ambiente con baja concentración de nutrientes y sobre un rango grande de temperatura entre 4 y 42°C, puede encontrarse en el tracto digestivo y su principal reservorio es el ambiente húmedo (caños, deshumedecedores, fregaderos, duchas, baños), es capaz de permanecer por tiempos prolongados en líquidos y superficies como antisépticos, alimentos parenterales<sup>6,2</sup>, fluidos de diálisis,

*P. aeruginosa* tiene una propiedad innata de unirse a superficies, formando biofilms durante el proceso de infección; coloniza las mangueras de unidades dentales que pueden ser contaminadas por el paciente o impurezas del agua.<sup>6</sup>



**Anexo 8.** Dermatofito, hongo empleado para el análisis del Bioasepsia. Fuente [10]

CARACTERÍSTICAS	ENFERMEDADES
<p>Las dermatofitosis o tiñas (Tinea) son micosis superficiales causadas por un grupo de hongos <i>queratinofílicos</i> estrechamente relacionados, denominados dermatofitos. Estos afectan la capa córnea de la piel, pelos y uñas. Los dermatofitos se dividen en tres géneros que se distinguen por las características morfológicas de sus macroconidios:</p> <p><b>1-Microsporum:</b> Tienen macroconidios como forma de esporas predominante, son voluminosos, de pared rugosa, multicelular, y fusiformes, formándose sobre los extremos de las hifas. Infeccionan habitualmente la piel y el cabello, pero rara vez las uñas.</p> <p><b>2-Trichophyton:</b> los microconidios que conforman sus esporas son los más predominantes de ellos, aunque también pueden tener macroconidios con forma de lápiz, de pared lisa, con extremos romos. Infeccionan la piel, las uñas y el cabello. El <i>Trichophyton rubrum</i>, causa el pie de atleta; esta infección avanza hacia la planta, provocando lesiones escamosas y micro vesiculosas, con borde neto, son pruriginosas y dolorosas y puede llegar a comprometer toda la planta, dorso de piel y tobillo.</p> <p><b>3-Epidermophyto:</b> solo forman macroconidios en forma de mazo con una o 5 células, integrando colonias de color verdoso-amarillento, que muta con rapidez, formando color exagerado blanco estéril. Invaden la piel y las uñas, pero nunca el cabello.</p>	<p><b>figura 16.Tiña Corporis</b></p>  <p><b>Figura 17.Tiña Capitis, microspórica.</b></p>  <p><b>Figura 18.Tiña unguis</b></p> 

## Bibliografía de bacterias y hongos

- [1] J. Egea, «Toxiinfecciones Bacterianas I:Salmonelosis,» [En línea]. Available: [http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim\\_L19d.pdf](http://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlim_L19d.pdf).
- [2] elika.Fundacion Vasca para la seguridad agroalimentaria, «Escherichia Coli,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.elika.net/datos/pdfs\\_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf](http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf).
- [3] L. V. A. Jaime, «Salmonella aviar,» [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/ALEJANDRAJAIME/salmonella-en-aves>.
- [4] Hospital Universitario Comandante Faustino Perez, «Staphylococcus Aureus,una causa frecuente de infeccion nosocomial,» 2005 Cuba. [En línea]. Available: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202005/vol5%202005/tema08.htm>.
- [5] The Nemours Foun Dation, «Infecciones por estafilococos,» 1995-2013. [En línea]. Available: [http://kidshealth.org/teen/en\\_espanol/infecciones/staph\\_esp.html](http://kidshealth.org/teen/en_espanol/infecciones/staph_esp.html).
- [6] B. R. E. Contreras, «Una Bacteria temible y sorprendente:Pseudomona aeruginosa,» Peru Febrero 2009. [En línea]. Available: [http://www.actualidadodontologica.com/0912/cient\\_01.shtml](http://www.actualidadodontologica.com/0912/cient_01.shtml).
- [7] M. A. V. Arenas, «Trichoderma pers.Caracteristicas Generales y su potencial Biologico en la Agricultura Sostenible,» [En línea]. Available: <http://www.oriusbiotecnologia.com/escritos-tecnicos/128-trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible>.
- [8] L. Carrillo, «Los Hongos de los Alimentos y forraje.Penicillum,» [En línea]. Available: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/05htextopenicilios.pdf>.
- [9] L. Carrillo, «Los Hongos de los Alimentos y forraje.Fusarium,» [En línea]. Available: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/06htextofusarios.pdf>.
- [10] U. N. A. d. Mexico, «Dermatofitos,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/dermatofitosis.html>.

## **Anexo 9. INFORME PRUEBAS DE DESINFECCIÓN**

**LUGAR: FUNERARIA SAN JUAN BAUTISTA**

**FECHA:** martes 25 de septiembre de 2012

**PRESENTADO POR:** ING.PRACTICANTE ROSA CEVALLOS UNAL

**EMPRESA:** SPANGEL PRODUCTOS BIODEGRADABLES

INFORME: las pruebas se realizaron el día martes 25 de Septiembre en horas de la mañana, con el fin de evaluar y valorar el porcentaje de desinfección, sobre las áreas de más operación en la Funeraria como lo son: el féretro o ataúd donde va el cuerpo, la parte trasera del carro fúnebre o planchón que permite la entrada del cuerpo y su transporte, como también la mesa de preparación del cuerpo del laboratorio de tanatopraxia. Para esto se utilizaron los siguientes elementos:

### **1. Elementos utilizados**

#### **a. LUMINOMETRO 3m como testador**

**b. BIOASEPSIA 99.9 %**, utilizado para el proceso de desinfección, con principio activo de de Acido Hipocloroso (HClO), producido en la empresa SPANGEL PRODUCTOS BIODEGRADABLES.

El ácido hipocloroso, es un ion no disociado del cloro y es el principal responsable de la actividad bactericida de los demás derivados del cloro. No es corrosivo, ni caustico y es conocido como un potente desinfectante

Se ha comprobado además, que el ácido hipocloroso permite matar los gérmenes y mantener las superficies limpias, sin ser tóxico por ingestión vía oral, sin causar irritación o sensibilización al contacto directo con la piel, sin causar irritación ocular o mutagenicidad bacteriana, concluyendo así que no existen riesgos para la salud asociados con su uso.

Para la toma de muestras se empleó un **luminometro 3m**, el cual monitorea la higiene a través de un hisopo que mide el ATP (*Adenosine TriPhosphate*) de una muestra en 30 sg se obtiene resultados numéricos expresados en unidades relativas de luz (URLs).

El ATP es la principal molécula que utilizan las células para capturar, transferir y almacenar energía. La cantidad de ATP recuperado en el hisopo depende de la contaminación microbiana y de la presencia de residuos orgánicos.

Los procedimientos llevados a cabo en los laboratorio de tantopraxia tienen el propósito de retardar el proceso biológico de descomposición y así facilitar los ritos religiosos.

se pretende por otro lado embellecer el cuerpo y darle buena apariencia.

En este proceso se hace evidente 2 problemas de interés para la salud pública:

El primero tiene que ver con el cumplimiento de los requisitos de un manejo seguro de residuos y el segundo, con el cumplimiento de la normas de bioseguridad ante el riesgo biológico. La posibilidad de contaminación biológica y química en las actividades desarrolladas en laboratorios de tanatopraxia es bastante alta; de la misma manera, el riesgo de un accidente laboral aumenta a medida que se incumple las normas de bioseguridad en este tipo de laboratorios.

En Colombia el Ministerio de Salud y el Ministerio del Medio Ambiente expidieron el decreto 2676 del 2000, con la finalidad de reglamentar los residuos hospitalarios y similares desde la generación hasta la disposición final de los mismos. Esta reglamentación establece el obligatorio cumplimiento de todas las normas de manejo seguro de residuos no solo en hospitales e instituciones de salud sino también en hornos crematorios, morges, funerarias y laboratorios de tanatopraxia.

### **3. Toma de muestras y análisis de resultados**

Se tomaron 3 áreas como muestra (féretro, planchón fúnebre y mesa de preparatorio y limpieza del cadáver) para lograr comparar resultados de desinfección. La interpretación de los resultados se realizó, comparando los valores suministrados por el luminómetro antes y después de la aplicación del Bioasepsia, los resultados de la bioluminiscencia fueron los siguientes:

Figura 1.toma de muestra féretro



Se hizo la toma de muestra con el hisopo, sobre el área contaminada de bacterias para mirar cuanto es su grado de bioluminiscencia, y así comparar la zona infectada con la zona desinfectada.

Figura 2. Aplicación del producto



Se aplicó el desinfectante, por toda la zona contaminada para mirar su grado de eficiencia, en este caso no se reportaron resultados, sino que se empezó con la segunda muestra que es el carro fúnebre.

Figura 3. toma de muestra parte trasera del carro fúnebre



Se hisopa el área contaminada del planchón, y se registra su grado bioluminiscencia

Figura 4. Resultados antes de la desinfección



El luminómetro marco 2.383 URL sobre el área infectada

Figura 5.toma de muestra área desinfectada



Se hisopa sobre el área desinfectada luego de la aplicación del Bioasepsia.

Figura 6.resultados después de la desinfección



Después de la aplicación del Bioasepsia, el porcentaje de contaminación por bacterias logró bajar a 1.033URL, con porcentaje de desinfección del 56.65%, logrando desinfectar más de la mitad de la concentración inicial.

Figura7.toma de muestra contaminada



Se hisopo la mesa del laboratorio de tanatopraxia contaminada, para mirar el grado de bioluminiscencia.



Figura 8. resultados antes de la desinfección



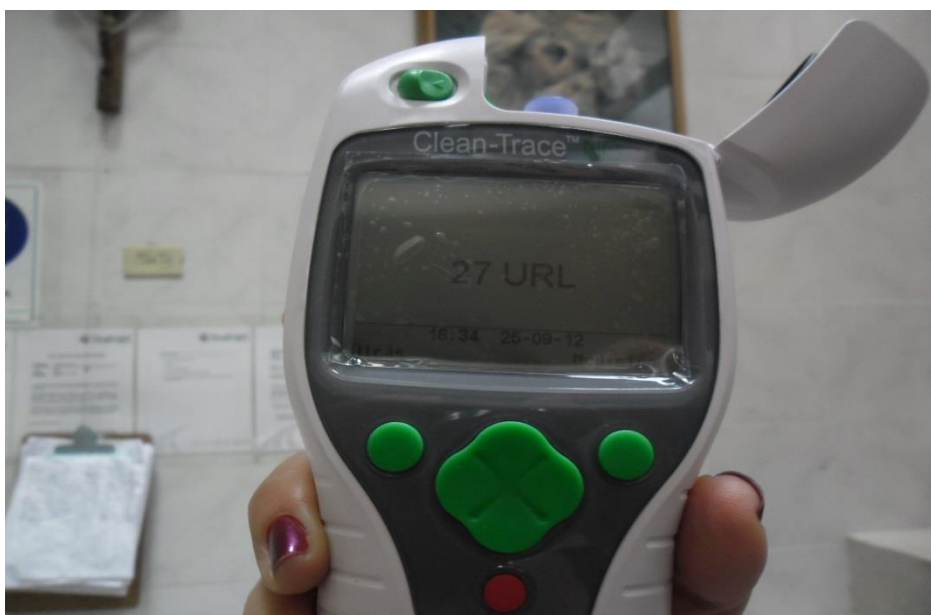
El grado de infestación de la mesa presenta un porcentaje de 914 URL, que es muy alto comparado con las otras muestras que se había tomado antes.

Figura 9. hisopacion de aérea desinfectada



Se hisopo la mesa donde se prepara el cadáver, después de la aplicación del BIOASEPSIA para registrar el grado de luminiscencia.

Figura 10. resultados después de la desinfección



El porcentaje de infestación se logró disminuir radicalmente, con la aplicación del BIOASEPSIA de 9.14URL a 2.7 URL, que equivale a un porcentaje de 70,45% se puede observar según los resultados que la desinfección del área que se tomó como muestra fue muy efectiva pues se bajó el grado de infestación hasta más de la tercera parte aproximadamente.

## 2.1 Análisis de costos

Tabla [1]. Bioasepsia al 99.99% de eficiencia, valor monetario \$12.852 por litro

laboratorio de tanatopraxia		féretro	planchón fúnebre
Vol. disponible (ml)	1000	1000	1000
Vol. gastado (ml)	10	3	2
N° de procedimientos	5	5	5
costo diario (\$)	642,6	192,78	128,52
costo mensual(\$)	19.278	5.783,4	3.855,6
costo total bioasepsia mensual (\$)	28.917		

Con base a datos reportados en literatura, se tomó que diariamente se hacen 5 procedimientos en una funeraria lo que equivale a 5 fallecidos/día; con este estimado se calculó, los costos diarios y mensuales que representa, la desinfección con Bioasepsia de las tres áreas tomadas en la prueba, como son: la mesa del laboratorio de tanatopraxia, el féretro y el planchón fúnebre según se muestra en la tabla [1].



Para la desinfección de la mesa de tanatopraxia, se gasta aproximadamente 10 ml, para el féretro 3ml, para el planchón fúnebre 2 ml, que equivale a un costo total mensual de 28917\$, que equivaldría a utilizar 2 litros y medio de Bioasepsia por mes para lograr desinfectar estas áreas.

Tabla [2].Hipoclorito de sodio (NaOCl) a 5000 ppm, valor monetario \$ 11.012 galón

Material a desechar	NaOCl al 13%	Instrumental	NaOCl al 6%
concentración utilizada de NaOCl (ml)	38	concentración utilizada de NaOCl (ml)	85
volumen de NaOCl disponible (ml)	99.473	volumen de NaOCl disponible (ml)	44.470.58
vol. gastado diariamente (ml)	331,57	vol. gastado diariamente (ml)	148.23
costo por galón (\$) diluido en ppm	418.45	costo por galón (\$) diluido	936,02
costo por litro (\$) diluido en ppm	110.72	costo por litro (\$) diluido	247.62
costo total por galón (\$) concentrado	1.354.47		

Las superficies contaminadas constituyen una de las formas de exposición de los riesgos biológicos, para áreas altamente contaminadas según las normas de bioseguridad en entidades de salud y funerarias se recomienda utilizar una concentración de 5000 ppm NAOCL; para la parte instrumental se debe diluir al 6% y para material a desechar al 13%.

En la tabla [2], se muestra los costos de desinfección utilizando dichas concentraciones, que para el material a desinfectar tiene un costo por galón de \$ 418.45 y para la parte instrumental de \$ 936.02, para tener un costo total de \$1.354,47.

Comparando los costos de la tabla [1] con los de la tabla [2], económicamente es más barato utilizar como desinfectante el NAOCL, pero su grado de desinfección es muy bajito comparado con el HCLO que es 80 veces mayor, siendo un potente desinfectante que penetra fácilmente en la célula bacteriana, actuando sobre proteínas y ácidos, nucleídos de los microorganismos causantes de las infecciones inhibiendo totalmente su acción.

### 3. Conclusiones

- luego de hacer una rutina de limpieza, de cada uno de los elementos o equipos que se utilizan, tanto en laboratorio de tanatopraxia, los vehículos utilizados para el transporte de los cuerpos, como es el carro fúnebre, el ataúd, se debe aplicar en cada área de trabajo un desinfectante que ayude a bajar de forma inmediata el grado de infestación, y así el estado de limpieza sea óptimo.
- Si el porcentaje de infestación antes de aplicar el desinfectante es un poco alto a pesar de que se le haga un previo proceso de limpieza, puede que se tenga un falla en la manera como se está realizando, por lo tanto se debe proceder a verificar la rutina completa de limpieza (temperaturas, concentraciones de producto de limpieza, volumen y calidad de agua, etc.) o el funcionamiento del sistema de lavado de la que se utilice para este fin máquina (instalación, turbulencia, pendientes, etc.).
- El cumplimiento del decreto 2676 del 2000, debe ser obligatorio para todas las funerarias, como también el cumplimiento de las normas de bioseguridad y verificación de las medidas preventivas y de protección; debido a que los trabajadores que desarrollan su actividad en los servicios funerarios pueden presentar distintos riesgos: exposición a agentes físicos, químicos y biológicos.
- Para el pretratamiento de residuos y desinfección en el laboratorio de tanatopraxia una de las sustancias más utilizadas es el hipoclorito de sodio (NAOCL), que se disocian en los iones Hipoclorito (OCL-) y sodio (NA<sup>++</sup>); la actividad germicida del ion hipocloroso es muy reducida debido a que por su carga no puede penetrar fácilmente en la célula a través de la membrana citoplasmática, en cambio el ácido hipocloroso (HOCL) es neutro y penetra fácilmente en la célula, por esto la eficiencia del HCLO es 80 veces mayor que la del OCL-. Por lo tanto se recomienda utilizar como desinfectante el HCLO debido a su alto grado de eficiencia.
- El método de desinfección menos costoso no siempre es el más conveniente. Según el grado de infestación tan alto y los riesgos biológicos a los que están expuestos los trabajadores que laboran en clínicas hospitales, funerarias; es de gran importancia emplear un método que garantice fiabilidad, continuidad y eficacia, los cuales tienen prioridad sobre costos económicos y son bastante moderados en comparación con el costo médico y social que ocasionan las enfermedades transmitidas por los diferentes riesgos biológicos que se pueden presentar.