

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL
ALCOHOL ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP
IODINE COMO INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS
DESINFECTANTES POR EL MÉTODO DEL COEFICIENTE
FENÓLICO**

Ana Lucía Canahuí Guevara

Asesorado por el Ingeniero Químico Carlos Wong

Guatemala, octubre de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL
ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP - IODINE COMO
INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL MÉTODO
DEL COEFICIENTE FENÓLICO**

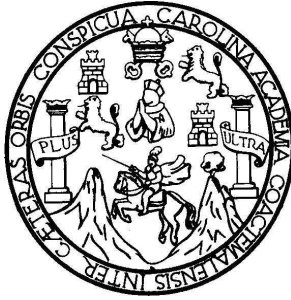
TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANA LUCÍA CANAHÚ GUEVARA
ASESORADO POR EL INGENIERO QUÍMICO CARLOS WONG
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lopez
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxom
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Godínez Lemus
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL
ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP - IODINE COMO
INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL MÉTODO
DEL COEFICIENTE FENÓLICO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha agosto de 2009.



Ana Lucía Canahuí Guevara

Guatemala Octubre de 2009

Ing. Williams Álvarez
Director de Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

Estimado Ing. Álvarez

Por medio de la presente me permito informarle que he concluido con el asesoramiento y revisión del documento final del trabajo de graduación de la estudiante Ana Lucía Canahuí Guevara, titulado, **“COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP IODINE COMO INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL METODO DEL COEFICIENTE FENOLICO”**.

Considerando que el presente trabajo llena todos los requisitos de un trabajo de graduación y que además constituye un aporte para la utilización correcta de los desinfectantes del mercado en la industria, recomiendo su aprobación.

Atentamente,


Carlos Wong Davi
Ingeniero Químico



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 14 de octubre de 2009
Ref. EIQ.532.2009

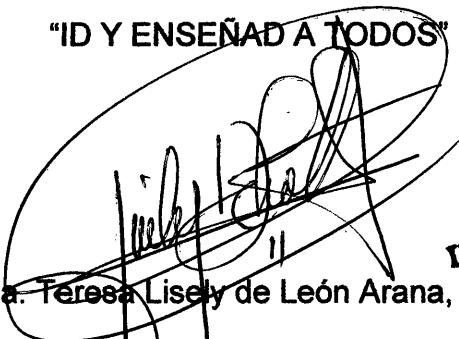
Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-183-09-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERA QUÍMICA a la estudiante universitaria **ANA LUCÍA CANAHUÍ GUEVARA**, identificada con carné No. 2002-12466, titulado: "COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP IODINE COMO INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL MÉTODO DE COEFICIENTE FENOLICO" el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Carlos Salvador Wong Davi, como consta en el Acta.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Canahuí Guevara** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.



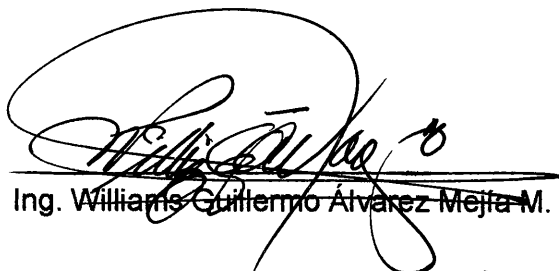
ESCUELA DE
INGENIERIA QUIMICA

COORDINADORA
Tribunal que revisó el informe final
Del trabajo de graduación

C.c.: archivo



El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, M.Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el trabajo de graduación de la estudiante **CANAHÚ GUEVARA ANA LUCÍA** titulado: "COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP IODINE COMO INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL MÉTODO DEL COEFICIENTE FENÓLICO". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.



Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M. S.c

DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala octubre del 2009



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD BACTERICIDA DEL ALCOHOL ETÍLICO 95%, AMONIO CUATERNARIO Y PVP IODINE COMO INGREDIENTES ACTIVOS DE LOS DESINFECTANTES POR EL MÉTODO DEL COEFICIENTE FENÓLICO**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Lucía Canahuí Guevara**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2009

/gdech

DEDICATORIA

A Dios y a la santísima trinidad por ser mi fortaleza, mi mejor amigo por regalarme todo lo que tengo y por sostenerme siempre y sobre todo por darme la oportunidad de vivir.

A mi familia, a mi mamá, a mi papá, a mi abuelita y a mi hermana, por constituir el sistema perfecto para ser una persona de éxito. Por creer e invertir en mí y en mi hermana, por creer siempre que esta era la mejor herencia que nos podían dejar.

A la Virgen de Fátima, Patrona de la Diócesis de Zacapa y Chiquimula, por ser mi más grande intercesora y elevar siempre a nuestro Padre Dios, todas mis necesidades y angustias.

A Zacapa, por ser mi Jardín del Edén, donde Dios hizo florecer el amor de mis padres, donde crecí y soñé con ser un día lo que soy y por el placer de llamarme orgullosamente zacapaneca.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por todo su esfuerzo, por haber guiado siempre mi vida y por ser quienes son para mí, esto es de ustedes y para ustedes, de nadie más.

A mi hermana, por la vida compartida, nunca te olvides que todo se los debemos a mis papas y a la Helen.

A mi abuelita Elena, por tu eterno amor, por ser mi segunda madre, por preguntar si tenía hambre en las madrugadas de los últimos años y por el padre que construiste para mí. Te amo.

A mi abuelita Mirta, por tus eternas oraciones y por haber creado a la madre perfecta para mí.

A mis abuelitos Guto y Balvino, confío que estando con Dios puedan ver que lo logré. Papa Mino, gracias por tu carácter.

A mis tíos y tías, especialmente a mi tío Lando por invitarnos a todos a soñar y creer que lo lograríamos. A mi tío Nelito, gracias por apoyar siempre a mi mama. Tía Betty, gracias por tu incansable amor.

A todos mis primos, vamos que si se puede. Nena gracias por los excelentes años compartidos.

A mis amigos y amigas, por todo el tiempo compartido, especialmente a Gaby, Sandra, Susy y Viviana, por estar con migo a través del tiempo y la distancia, por mostrarme que vale la pena cultivar una amistad, a Joze y Deivid por ser mis hermanos, por el tiempo compartido, Fito, Checha, Keyla, gracias a todos por los excelentes momentos compartidos y los que están por venir. Su, Roce, Ada, por acompañarnos desde el principio, a los del rancho VIP, por lo irrepitibles momentos a lo largo de todos estos años. Gracias a todos y todas las personas que han estado con migo a través de los años.

Al Ing. Carlos Wong, por su apoyo para lograr este proyecto.

A David Vásquez, Ludwine Maeder, Ana Silvia Samayoa y a con los que he tenido el placer de trabajar en los últimos años, por haberme ayudado a ser hoy la profesional que puedo ser.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Desinfectante	1
1.2 Terminología general	1
1.3 Métodos de análisis microbiológicos	3
1.4 Métodos de análisis de desinfectantes	3
1.4.1 Pruebas de laboratorios	3
1.4.2 Pruebas de uso	4
1.5 Eficacia microbiológica	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Definición – Desinfectante	5
2.2 Ingredientes activos desinfectantes	7
2.2.1 Fenoles	7
2.2.2 Alcoholes	8
2.2.3 Halógenos – Yodóforos	8
2.3 Conceptos generales	9
2.3.1 Desinfectantes y antisépticos	12
2.3.1.1 Factores que afectan la potencia de un desinfectante.	12

2.3.1.2	Determinación de la potencia de un desinfectante.	15
2.3.2	Tipos de desinfectantes	17
2.3.2.1	Agentes que dañan la membrana	19
2.3.2.2	Agentes desnaturalizantes de proteínas	24
2.3.2.3	Agentes modificadores de grupos funcionales de proteínas y ácidos nucleicos	25
2.3.2.4	Agentes oxidantes	27
3.	METODOLOGÍA	33
4.	RESULTADOS	41
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
	CONCLUSIONES	49
	RECOMENDACIONES	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	BIBLIOGRAFÍA	55
	APÉNDICE	57
	ANEXOS	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Crecimiento bacteriano con respecto al pH	10
2	Staphylococcus Aureus 10 μm	59
3	Salmonella Thypi	61
4	Pseudomonas aeruginosa	63
5	Química del alquilpoliglucósido	65
6	Estructura del alquilpoliglucósido	65
7	Laboratorio de microbiología	69
8	Análisis de coeficiente fenólico	69
9	Diluciones	71
10	Incubación	71

TABLAS

I	Actividades de los desinfectantes	5
II	Parámetros de funcionalidad	10
III	Análisis de resultados	35
IV	Resistencia que presenta Salmonella Thypi al fenol	39
V	Resistencia que presenta Pseudomonas aeruginosa al fenol	39
VI	Resistencia que presenta Staphylococcus aureus al fenol	40
VII	Diluciones	40
VIII	Coeficiente fenólico, Salmonella Typhi, Fenol	41
IX	Coeficiente fenólico, Salmonella Typhi, Amonio Cuaternario	41
X	Coeficiente fenólico, Salmonella Typhi, Alcohol Etilico	42
XI	Coeficiente fenólico, Salmonella Typhi, PVP - Iodine	42
XII	Coeficiente fenólico, Staphylococcus Aureus, Fenol	42
XIII	Coeficiente fenólico, Staphylococcus Aureus, Amonio	

	Cuaternario	42
XIV	Coeficiente fenólico, Staphylococcus Aureus, Alcohol etílico	43
XV	Coeficiente fenólico, Staphylococcus Aureus, PVP – Iodine	43
XVI	Coeficiente fenólico, Pseudomonas Aeruginosa, Fenol	43
XVII	Coeficiente fenólico, Pseudomonas Aeruginosa, Amonio Cuaternario	44
XVIII	Coeficiente fenólico, Pseudomonas Aeruginosa, Alcohol etílico	44
XIX	Coeficiente fenólico, Pseudomonas Aeruginosa, PVP - Iodine	44
XX	Coeficiente fenólico, Staphylococcus Aureus, Desinfectante de Amonio Cuaternario	45
XXI	Coeficiente fenólico, Salmonella Typhi, Desinfectante de amonio Cuaternario	45
XXII	Coeficiente fenólico, Pseudomonas Aeruginosa, Desinfectante de Amonio cuaternario	45
XXIII	Formulación - Desinfectante de amonio cuaternario	46

GLOSARIO

Amonio cuaternario, sal	Compuesto químico, de origen orgánico, utilizado como desinfectante.
Antiséptico	Son sustancias antimicrobianas que se aplican a un tejido vivo o sobre la piel para reducir la posibilidad de infección, sepsis o putrefacción
Blanco	Parámetro de referencia, en este caso se refiere a una muestra que no contiene desinfectante.
Cepa	Es una variante genotípica de una especie o, incluso, de un taxón inferior, usualmente propagada clonalmente, debido al interés en la conservación de sus cualidades definitorias.
Cloruro de Benzalconio	Compuesto químico, de origen orgánico, perteneciente al grupo de sales de amonio cuaternario, utilizado en la desinfección.
Coeficiente fenólico	Prueba que compara el poder bactericida de un compuesto dado versus el fenol. El resultado se expresa como un número que indica las veces que el desinfectante es más potente que el fenol.

Desinfección	Proceso de eliminación de microorganismos en sus formas de desarrollo, pero no necesariamente de las esporas resistentes.
Desinfectante	Producto químico que se utiliza para eliminar las formas en desarrollo de los microorganismos patógenos, pero no necesariamente las esporas resistentes.
Detergente	Sustancias que tienen la propiedad química de disolver la suciedad o las impurezas de un objeto sin corroerlo
Dilución	Que le fue añadido agua u otro solvente.
Espectro microbiano	Amplitud referente a la diversidad (tipo o variedad) de microorganismos que son incluidos en él.
Esterilizante	Es un producto usado con la finalidad de destruir todas las formas de vida microbiana, incluyendo las esporas bacterianas.
Fenol	Compuesto químico de origen orgánico. Considerado como el primer desinfectante y utilizado como estándar de comparación.

Halogenados	Compuesto químico que contiene cualquiera de los elementos llamados halógenos (cloro, bromo, yodo).
Materia prima	Producto que es transformado antes de ser vendido a los consumidores.
Patógeno	Que causa enfermedad.
Pseudomona aeruginosa	Bacteria patógena que se usa como microorganismo de estudio. Es una de las más difíciles de erradicar.
Salmonella Typhi	Género de bacteria que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos y que no desarrollan cápsula ni esporas. Son bacterias móviles que producen sulfuro de hidrógeno (H ₂ S).
Sanitización	Proceso de desinfección realizado en equipo industrial.
Staphilococcus aureus	Bacteria patógena que se usa como microorganismo de estudio. Produce enfermedades comunes en las vías respiratorias.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se desarrolló la metodología a seguir en el estudio de la determinación microbiológica para analizar la capacidad bactericida de los ingredientes activos de los desinfectantes. Para dicho análisis se utilizó el método del coeficiente fenólico.

Se toma como tema de investigación los ingredientes activos de los desinfectantes, ya que en la actualidad se desarrollan desinfectantes para la industria en general, sin tomar en consideración la sinergia de las materias primas incluidas, lo cual es un factor crítico al considerar la eficiencia de los desinfectantes.

La metodología que se utilizó – método del coeficiente fenólico -, se fundamenta en la capacidad bactericida de una dilución de desinfectante a razón de la capacidad bactericida de una dilución de fenol, ante cepas establecidas - *Salmonella typhi* ATCC 6539, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 -, y estas incubadas durante un tiempo determinado.

El trabajo se concluyó con la determinación del ingrediente activo más eficiente para un desinfectante en función de la capacidad bactericida del mismo, resultando ser este el amonio cuaternario, frente al alcohol etílico 95% y PVP – Iodine. Se analizó también, la interacción del amonio cuaternario con las demás materias primas que componen la formulación de un desinfectante y posteriormente se desarrollo una formulación, la cual fue analizada para

comprobar la capacidad bactericida del amonio cuaternario dentro de una formulación, la cual resultó eficaz.

OBJETIVOS

General

- Determinar microbiológicamente utilizando el método del coeficiente fenólico, la capacidad bactericida del amonio cuaternario, alcohol etílico 95% y PVP – Iodine.

Específicos:

1. Analizar la capacidad bactericida de los tres ingredientes activos desinfectantes más utilizados en la actualidad.
2. Estudiar los parámetros a considerar con respecto al ingrediente activo de mejor capacidad bactericida.
3. Desarrollar una correcta y eficaz formulación de un desinfectante.
4. Determinar microbiológicamente la capacidad bactericida del desinfectante planteado.

HIPÓTESIS

El amonio cuaternario es el compuesto químico que tiene la capacidad bactericida más efectiva, frente a la capacidad bactericida del alcohol etílico 95% y PVP – Iodine.

INTRODUCCIÓN

Los desinfectantes juegan un papel primordial en los procesos de asepsia de todo tipo de industrias, como ingrediente principal en la desinfección de los equipos de procesos.

Actualmente, en el diseño de las formulaciones de los desinfectantes, no se toman en consideración parámetros de compatibilidad entre materias primas, lo que deriva en la reducción de la capacidad bactericida de los ingredientes activos de los mismos.

Se presenta un estudio de la capacidad bactericida de los ingredientes activos más utilizados en la industria; y en función de una relación costo beneficio, se diseñó una formulación de desinfectante considerando los parámetros de compatibilidad correspondientes para el diseño de un desinfectante de funcionamiento óptimo.

La funcionalidad de esta formulación se comprobó utilizando el método de coeficiente fenólico, mismo que se utilizó para determinar la capacidad bactericida de los ingredientes activos y se comprobó que esta no se altera con respecto a los resultados obtenidos como solución de ingrediente activo.

1. ANTECEDENTES

1.1 Desinfectante

Características de un desinfectante. Se denomina desinfectante a un proceso físico o químico que mata o inactiva a los microorganismos tales como bacterias, virus y protozoos inhibiendo el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en organismos vivos.

Los desinfectantes reducen los organismos nocivos a un nivel que no dañan la salud ni la calidad de los bienes perecederos.

Los desinfectantes se aplican sobre objetos inanimados, como instrumentos y superficies, para tratar y prevenir las infecciones. También se utilizan para desinfectar la piel y otros tejidos antes de la cirugía o sea que actúan como antisépticos.

1.2 Terminología general

1. Actividad microbiana: capacidad para matar microorganismos. La sustancia química a bajas concentraciones deberá tener un amplio espectro de actividad antimicrobiana.
2. Solubilidad: deberá ser soluble en agua para un uso eficaz.
3. Estabilidad: deberá ser lo más estable posible para no afectar su capacidad germicida.
4. No toxica: deberá ser letal a los microorganismos pero no toxica para el hombre y los animales.

5. Homogeneidad: la preparación deber ser uniforme en su composición de manera que los ingredientes activos se encuentran en cada aplicación.
6. No reaccionar con materiales orgánicos extraños: cuando el desinfectante reacciona con una proteína y otros materiales orgánicos, además de las bacterias, pierde mucho de su actividad germicida, cuando se aplican en lugares ricos en materia orgánica.
7. Actividad germicida a temperatura ambiente: deberá actuar a temperatura ambiente para que no sea necesario elevar la temperatura del desinfectante para aplicarlo.
8. Capacidad de penetración: la acción germicida se limitara al sitio de aplicación, es decir a las superficies.
9. No debe corroer ni teñir: no debe dañar los metales ni las telas.
10. Propiedad aromatizante: debe tener un olor agradable o inodoro.
11. Capacidad detergente: el desinfectante, además, deberá ser limpiador de manera que su capacidad limpiadora aumentara su capacidad bactericida.
12. Disponibilidad: el compuesto debe estar disponible en grandes cantidades y a precio razonable.

La actividad bactericida no está solamente afectada por la composición química, sino, es grandemente afectada por factores físicos como: solubilidad, miscibilidad, grado de dispersión coloidal, ionización, tensión superficial y otras propiedades menos definidas. Sin embargo, los desinfectantes pueden ser comparados unos con otros y evaluados para varias aplicaciones, únicamente, por datos analíticos de la composición con los resultados de exámenes bacteriológicos.

El criterio final de la efectividad de un desinfectante es la demostración de la eficiencia en desinfectar bajo condiciones de aplicación práctica.

Entre los principales tenemos: El fenol, cresol, aceite de pino, alcohol isopropílico, etc. Los ingredientes activos son complementados emulsificantes y otros ingredientes inertes como el agua, colorantes, fijadores, etc.

1. Deben tener una buena concentración de ingredientes activos lo cual garantizará su efectividad y poder residual.
2. Si son desinfectantes para ambientes domésticos deben de tener un aroma agradable, para lo cual se le pueden adicionar esencias aromáticas, las cuales no alteran en absoluto el poder del ingrediente activo.
3. No deben contener sustancias tóxicas para el organismo humano o para animales menores, esto quiere decir, que al aplicarse el producto este no contamine.

1.3 Métodos de análisis microbiológicos

- El principio de análisis de desinfectantes implica el incluir microorganismos seleccionados a una solución de análisis por un período de tiempo especificado, para luego evaluar su efecto en los microorganismos.
- Los Métodos de análisis están divididos en 2 categorías: Métodos de laboratorio y análisis de uso.

1.4 Métodos de análisis de desinfectantes

Pruebas de laboratorio

- Use-Dilution Test: Verifica los microorganismos muertos en una superficie dura.

- Suspensión test: Verifica los microorganismos removidos durante la limpieza y muertos en la solución limpiadora desinfectante.

Pruebas de uso

- Evaluación en la superficie a tratar.

1.5 Eficacia microbiológica

Un agente Sanitizador - Antimicrobial es usado para reducir el nivel microbiológico a un nivel seguro a través de un proceso de descontaminación. El énfasis es en tiempos de contacto más corto y más apegado a la realidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición – desinfectantes

Los desinfectantes son sustancias químicas que inhiben o matan microorganismos (cuadro). Los antisépticos son desinfectantes con baja toxicidad para las células huésped por lo que pueden ser utilizados directamente sobre la piel, las mucosas o las heridas.

La desinfección se define como el tratamiento físico o químico que destruye a la mayoría de las formas vegetativas de los microbios o virus, pero no de las esporas en o sobre una superficie inanimada.

Tabla I. **Actividades de los desinfectantes**

	Bacterias			Esporas	Virus		Otros		
	Gram positivos	Gram negativos	Ácidos resistentes		Lipofílicos	Hidrofilicos	Hongos	Quistes de ameba	Priones
Alcoholes (isopropanol, etanol)	AS	AS	S	R	S	V	-	-	R
Aldehídos (glutaraldehído, formaldehído)	AS	AS	MS	S (lento)	S	MS	S	-	R
Gluconato de clorhexidina	AS	MS	R	R	Virus	R	-	-	R

Hipoclorito de sodio, dióxido de cloro	AS	AS	MS	S (pH 7.6)	S	S (a concentraciones elevadas)	MS	S	MS (a concentraciones elevadas)
Hexaclorofeno	S (lento)	R	R	R	R	R	R	R	R
Povidona, yoduro	AS	AS	S	S (a concentraciones elevadas)	S	R	S	S	R
Fenoles, compuestos de amonio cuaternario	AS	AS	±	R	S	R	-	-	R
Oxidantes fuertes, cresoles	AS	MS a R	R	R	S	R	R	R	R
Clave: AS, altamente susceptible; S, susceptible; MS, moderadamente susceptible; R, resistente; V, variable; - , sin datos.									

Fuente: **Bertram G. Katzung, MD, PhD, “Farmacología básica y clínica”, pp. 951.**

El proceso de desinfección previene la infección al disminuir el número de microorganismos potencialmente infectantes, ya sea destruyéndolos, removiéndolos o diluyéndolos. La desinfección puede realizarse por aplicación de agentes químicos o por uso de agentes físicos o el sistema de vapor a presión (autoclave, 120° C), para matar a los microorganismos. A menudo una combinación de agentes es utilizada, por ejemplo, agua y calor moderado por un cierto tiempo (pasteurización), óxido de etileno y calor húmedo (un esterilizante) o la adición de un desinfectante a un detergente. Prevenir la infección también puede lograrse mediante el lavado, el cual diluye el microorganismo potencialmente infectante o estableciendo una barrera, por ejemplo, guantes, condones o respiradores, los cuales previenen la entrada del patógeno en el huésped.

La evaluación de la eficacia de antisépticos, desinfectantes y esterilizantes, aunque aparentemente simple en principio, es compleja. Los

factores de cualquier evaluación incluyen la resistencia intrínseca del microorganismo, el número de estos, las poblaciones mixtas de microorganismos, la cantidad de material orgánico (p. ej., sangre, heces, tejido), la concentración y estabilidad del desinfectante o el esterilizante, el tiempo, la temperatura de exposición, el pH, la hidratación y la fijación del agente a las superficies. Los ensayos estandarizados específicos de actividad se definen para cada uso. La toxicidad para los humanos también debe ser evaluada. En EUA, la Environmental Protection Agency (EPA), regula los desinfectantes y los esterilizantes, mientras que la FDA regula los antisépticos.

2.2 Ingredientes activos desinfectantes

2.2.1 Fenoles

El fenol como tal (quizá el más antiguo de los antisépticos quirúrgicos) ya no es utilizado como desinfectante, debido a sus efectos corrosivos sobre el tejido, a su toxicidad en caso de absorción y a sus efectos carcinogénicos. Estas reacciones adversas son minimizadas al formar derivados, en los cuales un grupo funcional reemplaza al átomo de hidrogeno del anillo aromático. Los agentes fenólicos comúnmente utilizados son o-fenilfenol, o-benzil-p-clorofenol y p-amilfenol terciario. A menudo se utilizan mezclas de derivados, algunos de ellos son los destilados de alquitrán mineral, por ejemplo, cresoles y xilenoles. La absorción e irritación de la piel ocurre aun con estos derivados, por lo que es necesario un cuidado apropiado cuando se utilizan. Con frecuencia se agregan detergentes a las formulaciones, para limpiar y remover material orgánico que puede disminuir la actividad de un compuesto fenol.

Los compuestos fenólicos destruyen las paredes celulares y las membranas, precipitan las proteínas e inactivan a las enzimas, son bactericidas (incluyendo las micro bacterias), fungicidas y capaces de inactivar virus

lipofílicos, pero no son esporocidas. La dilución y el tiempo de exposición recomendadas por el productor deben seguirse.

Los desinfectantes fenólicos se utilizan para descontaminar superficies duras en hospitales y laboratorios, por ejemplo, pisos, camas, bancos o máquinas, pero no son recomendados para su uso en cunas, en especial, en guarderías, ya que su uso se ha relacionado con hiperbilirrubinemia. La utilización de hexaclorofeno, como desinfectante de la piel, ha producido edema cerebral y convulsiones en recién nacidos prematuros y, ocasionalmente, también en adultos.

2.2.2 Alcoholes

Los dos alcoholes más utilizados para la desinfección y la antisepsis son etanol y alcohol isopropílico (isopropanol). Son de acción rápida, destruyendo bacterias vegetativas, *M. tuberculosis*, muchos hongos e inactivando virus lipofílicos. La concentración bactericida óptima es de 60 a 90% por volumen en agua, probablemente actúan por desnaturalización de proteínas y no son utilizados como esterilizantes debido a que no tienen acción esporocida ni penetran al material orgánico que contiene proteínas, por lo que no pueden ser activos contra el virus hidrofílicos y la acción residual escasa se debe a que se evaporan completamente. Los alcoholes son útiles en situaciones donde el agua corriente no está disponible para lavar con agua y jabón.

Son inflamables y deben resguardarse en áreas frescas y bien ventiladas.

Halógenos – Yodóforos

Los yodóforos son complejos de yodo con un agente tensoactivo como **polivinil pirrolidona (PVP; povidona-yodo)**. La cantidad de yodo libre es baja,

pero es liberada de la solución cuando esta es diluida. Los yodóforos retienen la actividad del yodo destruyendo bacterias vegetativas, micobacterias, hongos y virus que contengan lípidos. Pueden ser esporocidas con exposición prolongada y utilizarse como antisépticos y desinfectantes ya que se libera yodo. La dilución puede liberar una mayor cantidad de yodo libre y una solución de yodóforo debe diluirse de acuerdo con las instrucciones del productor, a fin de obtener la mejor actividad. L

Los yodóforos son menos irritantes y tienen un amplio espectro de acción, incluyendo a las esporas.

2.3 Conceptos Generales

Los desinfectantes son sustancias químicas que inhiben o matan microorganismos. Un desinfectante es un agente químico capaz de destruir bacterias patógenas o causantes de enfermedades pero no esporas o virus. Desde un sentido técnico un desinfectante debe ser capaz de reducir el nivel de bacterias patógenas en un 99.999% dentro de un lapso de tiempo mas amplio (mayor a 5 minutos y menor a 10).

La desinfección se define como el tratamiento físico o químico que destruye a la mayoría de las formas vegetativas de los microbios, pero no de las esporas en o sobre una superficie inanimada.

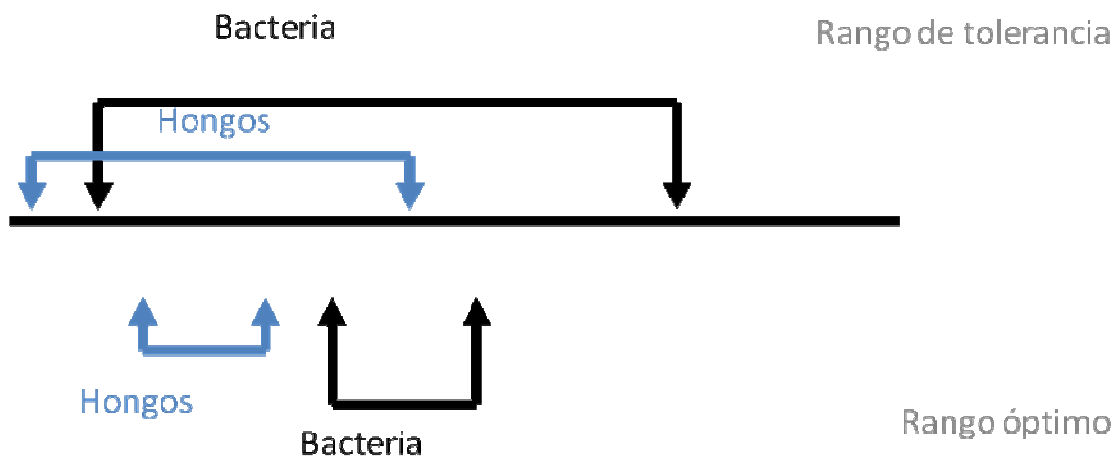
Tabla II. **Parámetros de funcionalidad**

	Rango de pH	Concentración de uso	Efecto de la dureza del agua	Efecto de orgánicos en el agua	Actividad contra bacterias Gram +
Yodóforos	1 - 5	75 ppm	Actividad Reducida	Actividad Reducida	++++
Amonios	8 - 11	200 ppm	Actividad Reducida	Moderadamente estables	++++
Alcoholes	5 - 8	70%	Sin efecto	Actividad Reducida	++++

++++ = altamente efectivo

Fuente: Lonza, Contaminación Microbiológica, México.

Figura 1. **Crecimiento bacteriano con respecto al pH**



Fuente: Lonza, Contaminación Microbiológica, México.

Existen ciertas sustancias químicas que influyen negativamente sobre las bacterias, pudiendo ejercer dos tipos de efectos diferentes:

- *Bacteriostáticos*: cuando impiden el crecimiento bacteriano;

- *Bactericidas*: cuando destruyen (matan) las bacterias.

En general, no sólo se refiere a las bacterias, sino a cualquier tipo de microorganismos, se habla respectivamente de agentes microbiostáticos y microbicidas. Ahora bien, para una misma sustancia química, la línea de demarcación entre un efecto microbiostático y otro microbicida depende muchas veces de la concentración de dicha sustancia y del tiempo durante el que actúa.

¿Cómo se puede saber que un microorganismo está muerto? El único criterio válido es la pérdida irreversible de la capacidad de división celular, es decir, de la pérdida de viabilidad, y se suele comprobar empleando técnicas con placas de Petri (es decir, confirmando que no crecen en medios sólidos adecuados). Pero ni siquiera esto es garantía que una bacteria no viable, está muerta: hay bacterias viables pero no cultivables. Como se ve, demostrar que una bacteria está muerta es algo bastante complicado.

Antes de proceder al estudio de las diversas moléculas que pueden afectar el crecimiento y/o la viabilidad de los microorganismos, se detallan unos conceptos básicos:

- *Agentes esterilizantes*: son aquellos que producen la inactivación total de todas las formas de vida microbiana (o sea, su muerte o pérdida irreversible de su viabilidad). También existen agentes físicos esterilizantes.
- *Agentes desinfectantes o germicidas*: son agentes, sobre todo químicos, antimicrobianos capaces de matar los microorganismos patógenos (infecciosos) de un material. Pueden presentar efectos tóxicos sobre tejidos vivos, por lo que se suelen emplear sólo sobre materiales inertes.

- *Agentes antisépticos*: son sustancias químicas antimicrobianas que se oponen a la sepsis o putrefacción de materiales vivos. Se trata de desinfectantes con baja actividad tóxica hacia los tejidos vivos donde se aplican.
- *Quimioterápicos*: son compuestos químicos con actividad microbicida o microbiostática, con una toxicidad suficientemente baja como para permitir su administración a un organismo superior, en cuyos fluidos corporales y tejidos permanece estable un cierto tiempo a concentraciones tales que los hace eficaces como antimicrobianos dentro del organismo.

2.3.1 Desinfectantes y antisépticos

La muerte de una población bacteriana se podía representar como una curva exponencial, expresión de la cinética de primer orden. Este tipo de cinética también es aplicable a la muerte microbiana cuando se aplica un agente químico a una concentración suficientemente alta.

Sin embargo, cuando se aplican menores concentraciones del agente, se pueden encontrar cinéticas diferentes, expresables como curvas sigmoidales.

2.3.1.1 Factores que afectan la potencia de un desinfectante

Concentración del agente y tiempo de actuación: La concentración para obtener un determinado efecto, así como el rango de concentraciones en que se puede demostrar un determinado efecto, dependen de:

- Tipo químico del desinfectante.
- Tipo de microorganismos a eliminar.
- Método de ensayo del efecto.

Existe una estrecha relación entre la concentración del agente y el tiempo necesario para matar una determinada fracción de la población bacteriana, según la siguiente expresión:

$$C^n \cdot D t = K,$$

Donde C es la concentración del agente, n es el coeficiente de dilución (una constante), y t es el tiempo de actuación.

Esta ecuación indica qué relación existe entre la variación de la concentración del agente y el tiempo para matar una fracción de la población microbiana.

Por ejemplo:

- Los fenoles poseen un coeficiente de dilución $n=5$ ó 6 ; ello implica que aún pequeños cambios en la concentración provocan cambios muy acentuados en el tiempo para lograr un mismo efecto: así, si reducimos la concentración de fenol desde un valor dado a su mitad, necesitamos emplear 64 veces más de tiempo para conseguir matar una misma proporción de bacterias.
- En cambio, los hipocloritos (constituyentes de las lejías) tienen coeficiente $n=1$, lo que se refleja en que pequeños cambios en la concentración requieren pequeños cambios en el tiempo de aplicación.

Finalmente, y refiriéndose al tiempo, no todas las bacterias mueren al mismo tiempo, ni siquiera cuando se aplica un exceso del agente.

pH: El pH afecta tanto a la carga superficial neta de la bacteria como al grado de ionización del agente. En general, las formas ionizadas de los agentes

disociables pasan mejor a través de las membranas biológicas, y por lo tanto son más efectivos.

- Los agentes aniónicos suelen ser más efectivos a pH ácidos;
- Los agentes catiónicos muestran más eficacia a pH alcalinos.

Temperatura: Normalmente, al aumentar la temperatura aumenta la potencia de los desinfectantes. Para muchos agentes la subida de 10 grados supone duplicar la tasa de muerte. Pero con el fenol, la subida de 10 grados representa multiplicar por 5 o por 8 la eficacia.

Naturaleza del microorganismo y otros factores asociados a la población microbiana

- Según la especie empleada: por ejemplo el bacilo tuberculoso resiste los hipocloritos mejor que otras bacterias;
- Según la fase de cultivo;
- Dependiendo de la presencia de cápsulas o de esporas (suelen conferir más resistencia);
- Número de microorganismos iniciales.

Presencia de materiales extraños: La existencia de materia orgánica en el material a tratar (por ejemplo: sangre, suero, pus), afecta negativamente a la potencia de los desinfectantes de tipo oxidante, como los hipocloritos, y de tipo desnaturizante de proteínas, hasta el punto que pueden llegar a hacerlos inactivos en cuanto a su poder desinfectante y/o esterilizante.

Los principales mecanismos por los que se pierde actividad son:

- Adsorción (o sea, absorción superficial) del desinfectante a coloides de proteínas;

- Formación de complejos inertes o poco activos;
- Unión de grupos activos del desinfectante a proteínas extrañas.

Ejemplos:

- Los agentes mercuriales se inhiben por sustancias que lleven grupos sulfhidrilo (-SH).
- Las sales cuaternarias de amonio se inhiben en presencia de jabones y lípidos.

Por lo tanto, para el empleo eficaz de muchos desinfectantes hay que contar con este factor, determinando previamente el gasto de materia orgánica inerte, o calculando la potencia neta del desinfectante en presencia de la materia orgánica.

2.3.1.2 Determinación de la potencia de un desinfectante

La determinación de la actividad desinfectante de un determinado agente es necesaria para conocer su posible eficacia. El método primario que se viene empleando desde hace muchos años es comparar la potencia del compuesto a ensayar con la de un desinfectante tipo o estándar, que por motivos históricos es el fenol.

Coeficiente fenol o coeficiente fenólico: consiste en la siguiente relación:

Máxima dilución del desinfectante que mata un microorganismo en 10' pero no en 5'
Máxima dilución del fenol que mata a ese microorganismo en 10' pero no en 5'

En los EEUU, la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos (F.D.A.= Food and Drug Administration) emplea un test oficial para

desinfectantes en condiciones normalizadas, usando una serie de cepas bacterianas concretas, cuya susceptibilidad al fenol se conoce exactamente:

- Una cepa concreta de *Salmonella typhimurium*
- Una cepa de *Staphylococcus aureus*
- Una cepa de *Pseudomonas aeruginosa*

El método consiste, en esencia, en lo siguiente:

1. Un cultivo de una de estas cepas se diluye 10 veces (1/10) en sucesivas diluciones del desinfectante problema, y se dejan a 20 minutos;
2. De cada una de las diluciones se siembran alícuotas, a los 5 y a los 10 minutos, en placas de Petri provista con un medio de cultivo adecuado;
3. Se determina el coeficiente fenol según la fórmula que hemos expuesto;
4. Una vez determinado, se recomienda usar concentraciones 5 veces superiores a las indicadas por el coeficiente fenol.

Limitaciones de este método:

- El coeficiente fenol sólo es indicativo cuantitativamente en desinfectantes químicamente similares al fenol, y que tengan coeficientes de dilución (n) parecidos.
- Aun cuando conozcamos el coeficiente fenol de un compuesto, su valor indicativo se limita a las diluciones que se hayan empleado en la determinación.
- Hay que atender a las condiciones de valoración, ya que como dijimos antes, la presencia de materia orgánica supone una merma del poder *real* de desinfección.

Para solucionar algunos de estos inconvenientes se han puesto a punto otros métodos de valoración:

Prueba de la concentración equivalente: Consiste en determinar la concentración del desinfectante a ensayar que ejerce el mismo efecto sobre la bacteria de referencia que otra concentración de un desinfectante-tipo (estándar).

Determinación de la toxicidad del desinfectante: No todos los agentes esterilizantes son aptos como desinfectantes de tejidos, ya que pueden presentar efectos tóxicos. Por ello, siempre que se intenta introducir el uso de un nuevo compuesto desinfectante, hay que evaluar su potencial tóxico, mediante el llamado índice de toxicidad, que es el cociente entre el poder desinfectante y el poder tóxico.

2.3.2 Tipos de desinfectantes

Se suelen clasificar de acuerdo con su mecanismo de acción:

2.3.2.1 Agentes que dañan la membrana

Detergentes

- Catiónicos
- Aniónicos
- No iónicos

Compuestos fenólicos

- fenol
- Cresoles
- Difenilos halogenados
- Alquilésteres del para-hidroxibenzoico
- Aceites esenciales de plantas

Alcoholes

- Etanol
- Isopropanol

Agentes desnaturalizantes de proteínas

- Ácidos y bases fuertes
- Ácidos orgánicos no dissociables

Agentes modificadores de grupos funcionales

Metales pesados

- Mercuriales
- Compuestos de plata
- Compuestos de cobre

Agentes oxidantes

- Halógenos
- Agua oxigenada
- Permanganato potásico
- Ácido peracético

Colorantes

- Derivados de la anilina

- Derivados de la acridina (flavinas)

Agentes alquilantes

- Formaldehido
- Glutaraldehido
- Óxido de etileno
- β -propionil-lactona

Agentes que dañan la membrana celular: Los solventes orgánicos (fenoles, alcoholes) y los desinfectantes tensoactivos (detergentes) dañan la integridad estructural de la membrana, es decir, la disposición ordenada de lípidos y proteínas, de modo que interfieren con su función, ejerciendo un efecto neto de:

- Interferencia con procesos de transporte y metabolismo energético;
- Salida de pequeñas moléculas de la célula.

Detergentes: desinfectantes tensoactivos o surfactantes. Los detergentes sintéticos, al igual que los jabones, contienen una porción hidrofóbica (normalmente una larga cadena lipófila) y una porción hidrófila (un grupo polar), lo cual les permite formar micelas en solución acuosa, así como formar capas que cubren y solubilizan moléculas hidrófobas. Según sea la porción hidrófila, los detergentes se pueden clasificar en:

Detergentes iónicos:

- Detergentes catiónicos (grupo activo con carga positiva)
- Detergentes aniónicos (grupo activo con carga negativa)
- Detergentes no iónicos (no suelen tener actividad antimicrobiana).

Detergente catiónicos: Son los detergentes más potentes en cuanto a su actividad desinfectante, siendo activos contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. Los principales son los llamados compuestos de amonio cuaternario:

Sales de amonio cuaternario, sobre todo aquellas que van como cloruros o bromuros. Su fórmula general se puede representar así: Los cuatro sustituyentes (R_1 a R_4) del N son cadenas de hidrocarburos variados. Las sales de amonio cuaternario más activas son aquellas que tienen tres grupos alquílicos cortos y un grupo alquílico largo: cloruro de cetilpiridinio, cloruro de benzalconio.

Mecanismo de acción: La porción hidrófoba penetra en las membranas, mientras que el grupo polar catiónico se asocia con los fosfatos de los fosfolípidos, provocando alteraciones en dichas membranas, reflejadas en la pérdida de su semipermeabilidad, con salida de metabolitos de N y P desde el citosol. Es entonces cuando el detergente puede entrar al interior celular, con un efecto secundario de desnaturalización de proteínas. Su actividad se mejora a pH alcalino. Son rápidamente bactericidas a concentraciones muy bajas (del orden de una parte por millón, 1 ppm), siempre que en el material a tratar no exista materia orgánica.

Usos, ventajas e inconvenientes: Tienen baja toxicidad, por lo que se pueden emplear como desinfectantes y antisépticos de la piel. Se emplean igualmente en la desinfección de material de industrias alimentarias. Su actividad se ve neutralizada por jabones y fosfolípidos, precipitando en su presencia.

Detergentes aniónicos:

Con grupos carboxilo como porción hidrófila:

- Jabones
- Saponinas
- Sales biliares
- Ácidos grasos disociables

Con grupos sulfato como porción hidrófila:

- Dodecilsulfato sódico (SDS), también llamado laurilsulfato sódico
- Sulfonato de alquilbenceno

Mecanismo de acción: Provocan una gran disrupción de membranas, con efectos de lisis. Son activos sobre todo a pH ácido, preferentemente sobre bacterias Gram-positivas, pero poco sobre Gram-negativas, ya que éstas quedan más protegidas por la barrera del lipopolisacárido de la membrana externa.

Usos: Cuando los detergentes aniónicos se combinan con ácidos, se logran desinfectantes sanitarios muy potentes (debido al efecto sinérgico de ambos componentes) y de rápida actuación (unos 30 segundos).

Detergentes no iónicos: No tienen actividad antimicrobiana, pero algunos tienen empleo en otros campos de la Microbiología: los ésteres del ácido oleico (bajo nombres comerciales como Carbowax J, Tween-80J, pueden adicionarse a medios de cultivo para evitar la formación de grumos y favorecer el crecimiento disperso de ciertas bacterias (como *Mycobacterium tuberculosis*); además el oleico puede estimular el crecimiento.

Fenoles: Son rápidamente bactericidas a bajas concentraciones, causando:

- Daños a membranas, con pérdida de constituyentes citoplásmicos;
- Inactivación irreversible de oxidasas y deshidrogenasas de membrana;
- Desnaturalización de proteínas.

Tienen baja solubilidad en agua, por lo que se emplean en fórmulas que incluyen agentes emulsificadores (jabones) que, además, aumentan su actividad.

El fenol o ácido carbólico, históricamente uno de los primeros desinfectantes en usarse, sólo se emplea en la actualidad como patrón para ensayar el poder desinfectante de otros compuestos. A partir del fenol se pueden lograr desinfectantes con mayor actividad antibacteriana y con menor toxicidad sustituyendo hidrógenos del anillo bencénico por radicales alquílicos o por halógenos. Algunos ejemplos:

- Cresol: Son los alquil-fenoles. El radical alquílico puede estar en posición *orto*, *meta* o *para*, dando respectivamente el *orto*-cresol, el *meta*-cresol y el *para*-cresol. Normalmente se emplea la mezcla de los tres, denominada tricresol. Se obtienen por destilación del alquitrán de carbón, y se emplean como emulsiones de jabón verde bajo los nombres comerciales de LysolJ y CreolínJ. Se usan como desinfectantes de material de desecho bacteriológico y como desinfectantes de la piel.

Difenilos halogenados: El hexaclorofeno (hexacloro-*orto*-difenilmetano) es bacteriostático a bajas concentraciones (sobre todo contra cocos Gram-positivos), incluso incorporado en jabones, pasta de dientes y cosméticos.

Algunas marcas comerciales incluían hace unos años este compuesto, hasta que se comprobó que su absorción por la piel, sobre todo inflamada,

puede causar neurotoxicidad e incluso, toxicidad sistémica, por lo que en la actualidad ha dejado de usarse.

Alquilésteres del para-hidroxibenzoico: Actúan de forma similar a los alquilfenoles, pero no son tóxicos, debido a que al ser ingeridos, se hidrolizan rápidamente, dando el inocuo *para*-hidroxibenzoato.

Se emplean como conservantes de alimentos y de productos farmacéuticos.

Ciertos aceites esenciales de origen vegetal: Desde la antigüedad, y de modo empírico, se vienen usando algunos aceites esenciales de plantas aromáticas como conservantes y antisépticos, ya que como se ha podido comprobar, contienen varios compuestos fenólicos:

- el timol (de *Thymus*, los tomillos);
- el eugenol se emplea en odontología como antiséptico.

Alcoholes

Los alcoholes desorganizan las bicapas lipídicas penetrando en la región hidrocarbonada de los lípidos. No afectan a las endosporas, por lo que no son esterilizantes. Su acción desinfectante mejora conforme aumenta la longitud de la cadena alifática de los alcoholes, hasta aquellos con 8 a 10 átomos de carbono (C_8 - C_{10}), ya que los alcoholes de cadenas más largas de C_{10} tienen una baja solubilidad en agua.

Etanol (CH_3-CH_2OH): Se emplea en desinfección de la piel antes de inyecciones cutáneas, así como en desinfección de los termómetros clínicos, siempre que se deje el tiempo suficiente de contacto. Es más efectivo en soluciones acuosas entre 50-70%, ya que para su mejor acción se implica la intervención del agua. A 100% de pureza es poco efectivo.

Isopropanol: Es menos volátil y más efectivo que el etanol. Se emplea igualmente en desinfección de termómetros. Sin embargo, su efecto tóxico (narcótico) es mayor y más duradero que aquel.

Agentes desnaturalizantes de proteínas

Ácidos y álcalis fuertes: Son activamente bactericidas, debido a sus grupos H^+ y OH^- disociados, respectivamente. En principio, su actividad es proporcional al grado de disociación, pero algunos hidróxidos son más potentes de lo sugerido por su mero grado de disociación, debido a la acción tóxica directa que puede ejercer el catión metálico.

Existen ciertas especies bacterianas que resisten relativamente bien la acción de bases fuertes. Tal es el caso del bacilo tuberculoso. Esto se aprovecha para aislarlo y purificarlo: se licúa un esputo de enfermo sospechoso en una solución 1M de sosa (NaOH) y se deja 30 minutos antes de sembrar. Bajo estas condiciones, prácticamente sólo sobrevive el *Mycobacterium tuberculosis*.

Ácidos orgánicos: Los ácidos orgánicos, que son poco disociables, ejercen su efecto en cuantas moléculas intactas (sin disociar), que penetran a la célula.

El ácido benzoico y el ácido sórbico se usan ampliamente como conservantes alimentarios.

Ciertos ácidos (como el acético, láctico, propiónico) aparecen en alimentos fermentados, actuando como conservantes naturales. Estos mismos, así como el cítrico se pueden añadir a otros tipos de alimentos, para prolongar el periodo de posible almacenamiento de los productos.

Acido bórico: se ha usado como conservante (a veces ilegal) de alimentos, así como en oftalmología.

Agentes modificantes de grupos funcionales de proteínas y ácidos nucleicos

Esta amplia clase de agentes se caracteriza, en general, por los siguientes efectos:

- Alteran grupos que forman parte de los centros activos de enzimas y otras proteínas;
- Alteran grupos funcionales de ácidos nucleicos, componentes de pared y de membrana.

Dentro de este grupo se distinguen a su vez:

1. metales pesados
2. agentes oxidantes
3. tinturas de colorantes
4. agentes alquilantes

Metales pesados: Las sales solubles de Hg, As, Ag, Cu, etc, "envenenan" la actividad enzimática formando mercáptidos con los grupos -SH de la cisteína. También interaccionan con -NH₂, -COOH y radicales fosfato.

Los más efectivos son los derivados del mercurio y de la plata (actúan a menos de 1 ppm).

Mercuriales. Se vienen usando desde antiguo en Medicina.

- Cloruro de mercurio (HgCl_2). En solución al 0,1% fue muy usado como desinfectante potente, pero es muy tóxico, y apenas se emplea en la actualidad.
- Compuestos orgánicos de mercurio: No son totalmente fiables como desinfectantes y presentan cierta (aunque baja) toxicidad, pero se emplean mucho como antisépticos de la piel y de heridas.
- Sales de fenilmercurio. Son potentes inhibidores no sólo de bacterias, sino de levaduras, hongos y algas. Se usan especialmente en el control de posibles contaminantes microbianos (p.ej., bacterias oportunistas del género *Pseudomonas*) en productos farmacéuticos, cosméticos y oftalmológicos.

Compuestos de plata: Bien sea en forma de sales solubles, o en preparaciones coloidales, los compuestos de plata se usan ampliamente como antisépticos, aunque están restringidos, al tener efectos irritantes y cáusticos.

- Nitrato de plata (AgNO_3). Es muy bactericida frente al gonococo (*Neisseria gonorrhoeae*), y por ello se usa habitualmente para prevenir la oftalmia gonocócica del recién nacido.
- Coloides orgánicos de plata. En ellos los iones Ag^+ se van liberando lentamente. Tienen efectos bacteriostáticos, y encuentran su principal aplicación en oftalmología.
- Cremas de nitrato de plata y sulfodiazina de plata. Usadas para el tratamiento de quemaduras, han reducido notablemente la mortalidad derivada de las grandes quemaduras.

Sales y compuestos de cobre: No tienen aplicación en Bacteriología Médica, pero se emplean en Agricultura para el control de hongos y algas.

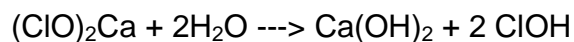
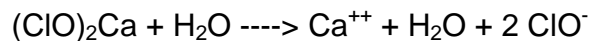
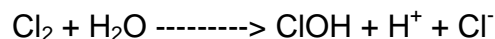
Agentes oxidantes

Los efectos de los agentes oxidantes que se tratan a continuación son la inactivación de proteínas enzimáticas (convirtiendo los radicales -SH en disulfuros -S-S-). Además, los más potentes también atacan radicales amino, el grupo indol (presente en el triptófano) y la tirosina.

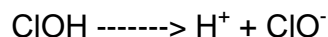
Halógenos: Son bactericidas muy útiles y muy potentes. El yodo no tiene parangón como desinfectante de la piel, y el cloro no tiene igual en el tratamiento de aguas.

- Yodo: Aparte de su efecto oxidante, se combina irreversiblemente con residuos de tirosina de las proteínas. Sus principales presentaciones son la tintura de yodo y los iodóforos. *Tintura de yodo:* es una mezcla de 2% de I_2 + 2% de IK en alcohol de 70%. Su máximo efecto bactericida lo tiene a $pH < 6$. Es un magnífico antiséptico de la piel, de hecho el mejor de los conocidos, pero tiene un efecto doloroso y cáustico en heridas abiertas. *Iodóforos:* son mezclas de yodo con agentes tensoactivos (detergentes), en los que éstos actúan como portadores del yodo, al que van liberando lentamente, sin provocar irritación. También se emplean en desinfección de instalaciones de industrias alimentarias.
- Cloro. El cloro fue uno de los primeros antisépticos en usarse (antes de conocerse su mecanismo, e incluso antes

que se supiera el auténtico papel de los microorganismos en las enfermedades infecciosas). Holmes (Boston, 1835) y Semmelweiss (Viena, 1847) lo introdujeron en la práctica de los médicos y matronas para impedir la transmisión de la sepsis puerperal, que era contagiada de mujer a mujer por las manos de los doctores y de las parteras, y que era una notable causa de mortalidad de mujeres durante muchos siglos. El cloro se presenta bajo las formas de Cl₂ (gaseoso), hipocloritos y cloraminas. El efecto desinfectante se debe a la liberación de cloro libre (Cl₂); a su vez, el Cl₂ reacciona con el agua para dar ácido hipocloroso, que a pH ácido o neutro es un oxidante fuerte:



La disociación del ácido hipocloroso depende del pH (se realiza a pH<7)



Cloro gaseoso: a 1-3 ppm se usa en la cloración de aguas para bebida y de aguas de piscinas. Su actividad se ve muy influida (mermada) por la presencia de materia orgánica; por ello, se suele determinar la demanda de cloro del agua a tratar. Descontada dicha demanda, el cloro gaseoso mata rápidamente (15-30 segundos) a sólo 1 ppm. Soluciones de hipocloritos: hipocloritos de sodio, de calcio o de litio. A 200 ppm de cloro se usan ampliamente, ya como líquidos

(lejías), o en polvo, en industrias alimentarias y lácteas (para desinfectar el equipamiento y maquinaria que ha de entrar en contacto con los alimentos a procesar), en restaurantes, hoteles, hospitales, etc.

- Agua oxigenada: El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), en solución al 3%, se usó en otro tiempo como desinfectante, pero está actualmente en desuso, debido a que algunas bacterias son resistentes, por la posesión de catalasas y peróxidasas. Además, en desinfección de heridas abiertas su efecto es muy pobre, porque el agua oxigenada es descompuesta por la catalasa tisular. Se emplea en la desinfección de lentillas blandas, dejando tiempo suficiente de actuación. También, en desinfección de superficies inertes y equipos quirúrgicos.
- Permanganato potásico (K_3MnO_4): Al 1%, se usa como antiséptico uretral.
- Ácido peracético ($CH_3-CO-O-OH$): Es un fuerte agente oxidante. En forma de vapor se usa en la esterilización de cámaras de cría de animales libres de gérmenes.

Tinturas de colorantes básicas: Algunos colorantes derivados de la destilación del alquitrán de carbón, sobre todo los trifenilmetanos y las acridinas, no sólo tiñen las bacterias (recuérdense las prácticas), sino que también actúan como antibacterianos, incluso a pequeñas concentraciones. Los colorantes básicos son los más efectivos.

En general, su mecanismo depende de su afinidad hacia los grupos fosfato (ácidos) presentes en las nucleoproteínas.

Encuentran su uso como antisépticos de lesiones dermatológicas, infecciones de la piel y pequeñas heridas.

Su principal inconveniente es que muchos de ellos se inactivan en presencia de suero y otras proteínas.

- Colorantes de trifenilmetano: son derivados de la anilina. Entre ellos se encuentran el verde brillante, el verde malaquita, el violeta de genciana, el violeta cristal y la fuchsina básica. Son muy selectivos hacia bacterias Gram-positivas, sobre las que son efectivos a sólo 0,2-2 ppm. En cambio, las Gram-negativas suelen ser resistentes, debido a su membrana externa. El efecto antibacteriano se debe a la pseudobase, que es más lipófila que el respectivo catión, y bajo esa forma accede al interior celular, donde se une a los grupos fosfato de los ácidos nucleicos.
- Colorantes derivados de la acridina (llamados flavinas, por su color amarillento -Lat: *flavus*-). Los ejemplos típicos son la acriflavina, la proflavina y la tripoflavina. Interfieren en la biosíntesis de ácidos nucleicos (intercalándose en la doble hélice del ADN) y proteínas. Son bactericidas y bacteriostáticos sobre una gran diversidad de bacterias. A diferencia de las anilinas, ejercen su acción también en presencia de materiales como suero, pus, etc. Su uso principal es la antisepsia de heridas.

Agentes alquilantes: Son agentes esterilizantes, activos tanto sobre células vegetativas como sobre esporas, que ejercen su efecto letal por su acción alquilante de proteínas y ácidos nucleicos.

- Formaldehído (HCHO): La alquilación la produce reemplazando hidrógenos lábiles de ciertos grupos químicos (-NH₂, -OH, -COOH y -SH), produciendo:
 1. hidroximetilaciones
 2. condensaciones (entrecruzamientos).

Usos comerciales:

1. Como gas, en la descontaminación de habitaciones;
2. Como formalina (solución acuosa al 35%);
3. Como paraformaldehído (polímero sólido de 91-99% de pureza).

La formalina se emplea para preservar tejidos, en líquidos de embalsamamiento, y al 0,2-0,4% en la preparación de vacunas de virus.

- Glutaraldehído: Es menos tóxico y más potente que el formaldehído, y no se afecta por materiales con proteínas. Cada vez se emplea más como esterilizante frío de instrumental quirúrgico. Es el único recomendado para esterilizar equipamiento de terapia respiratoria.
- Óxido de etileno: Tiene un efecto similar al del formaldehído: Sustituciones y entrecruzamientos irreversibles en grupos amino, sulfhidrilo, etc., de proteínas. También reacciona con grupos fosfato y anillos nitrogenados de los ácidos nucleicos.

Es un agente empleado como esterilizante gaseoso, aunque es de acción lenta. Se emplea cuando no se puede recurrir a la esterilización por calor: esterilización de material de plástico, drogas, ciertos productos biológicos, equipamiento electrónico. La operación se realiza en cámaras parecidas al autoclave. Sin embargo, es un método caro y exhibe ciertos riesgos: presenta acción vesicante y toxicidad para el hombre (mutágeno y carcinógeno).

- β -propionil-lactona: Es 25 veces más activa que el formaldehído. Actúa como gas en presencia de 80-90% de humedad relativa, aunque es poco penetrante.

3. METODOLOGÍA

Recursos Físicos

- Laboratorio de análisis microbiológico.

Recursos Humanos

Analista: Bachiller Ana Lucia Canahuí Guevara

Asesor: Ing. Qco. Carlos Wong Davi

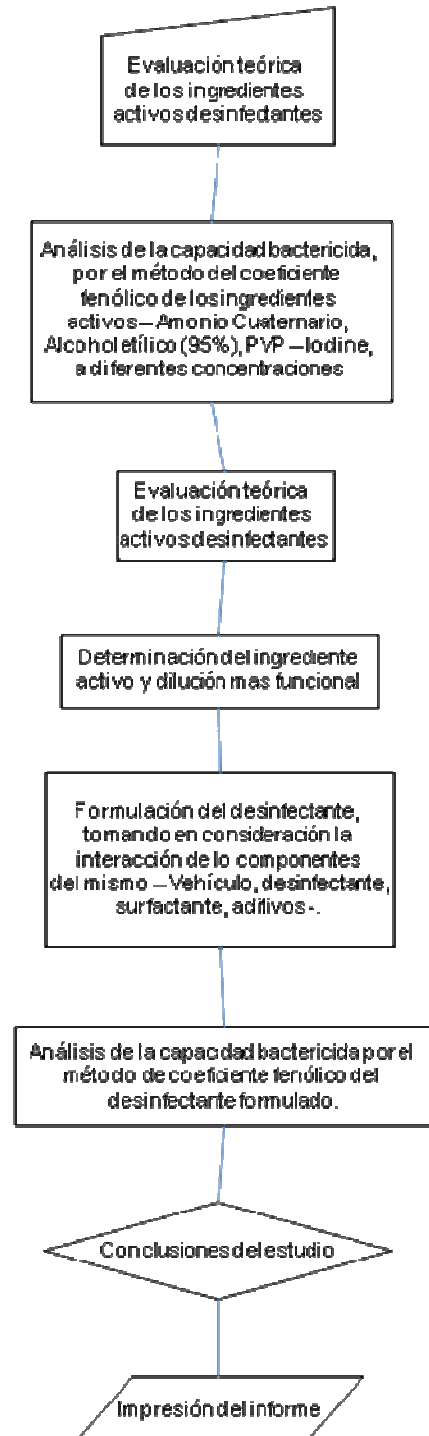
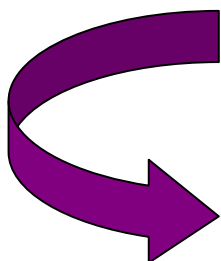


Tabla III. **Análisis de resultados**

	Coeficiente de Fenol		
Amonio Cuaternario (AC)	$R_{1,AC}$	$R_{2,AC}$	$R_{3,AC}$
Alcohol etílico (AE)	$R_{1,AE}$	$R_{2,AE}$	$R_{3,AE}$
PVP – Iodine (PVP)	$R_{1,PVP}$	$R_{2,PVP}$	$R_{3,PVP}$



Se escogerá el más eficiente dentro de los ingredientes activos analizados y la concentración mas efectiva.

Método del coeficiente fenólico

El objetivo del método de coeficiente fenólico es establecer un método para determinar la potencia o capacidad bactericida de un desinfectante.

De manera que no existe un método microbiológico para la evaluación de todos los químicos bactericidas; por lo que hay que tener cuidado en seleccionar el método test para un agente químico específico y así obtener

resultados reproducibles y proveer algún grado de interpretación práctica. Para determinar la potencia de un desinfectante, es frecuente compararla con el fenol como sustancia estándar de referencia.

Sin embargo, se ha visto que cuando el desinfectante es químicamente diferente al fenol, su potencia puede ser afectada por factores como tiempo, temperatura, la composición y pH del medio test. Basado en la utilización del fenol como estándar, se ha definido como coeficiente de fenol a la siguiente relación: dilución mayor de la muestra en que el organismo test muere en 10 minutos pero no en 5 minutos, dividido la dilución mayor del fenol que muere el organismo test en las mismas condiciones.

La metodología a describir es aplicable a muestras de bactericidas que se solicite prueba de coeficiente de fenol.

Equipo y cristalería

1. Balanza semi analítica
2. Autoclave
3. Incubadora
4. Agitador vortex
5. Pipetas o jeringas estériles de 10 mL y 1 mL
6. Asa bacteriológica de 4 mm de diámetro
7. Baño María
8. Tubos de ensayo con tapón de rosca
9. Probetas

Reactivos y soluciones

1. Solución stock de fenol al 5%
2. Agua estéril
3. Caldo nutritivo

Cepas test

1. Salmonella typhi ATCC 6539
2. Staphylococcus aureus ATCC 6538
3. Pseudomonas aeruginosa ATCC 15442

Procedimiento

1. Hacer la dilución de la muestra con agua estéril recomendada por el fabricante.
2. A partir de la dilución anterior preparar 10 tubos con tapón de rosca conteniendo 5 mL cada uno.
3. Dejar reposar los tubos con muestra por 5 minutos a temperatura ambiente.
4. Posteriormente adicionar 0.5 mL de cultivo test (cultivo en caldo nutritivo de 22-26 horas e incubado a 37° C) a intervalos de tiempo de 30 segundos entre cada tubo y agitando cada tubo hasta completar 5 minutos.
5. 5 minutos después de la primera siembra, transferir una asada de la primera mezcla (primer tubo sembrado, cultivo mas desinfectante) al tubo número 1 del subcultivo correspondiente (tubos con caldo nutritivo).
6. 30 segundos después, transferir del segundo tubo de mezcla al segundo tubo del subcultivo correspondiente y así sucesivamente.
7. La siembra de todos los subcultivos deben hacerse en un lapso de 5 minutos a intervalos de 30 segundos entre cada siembra.

8. Repetir la operación anterior a los 10 y 15 minutos de estar en contacto el cultivo con el desinfectante.
9. De esta manera se cumplen los tiempos de 5, 10 y 15 minutos de contacto del cultivo con el desinfectante.
10. Incubar los tubos de subcultivos 24-48 horas a 37°C.
11. Pasado el tiempo de incubación leer los resultados, realizando una evaluación macroscópica de crecimiento en cada uno de los tubos.
12. Tubo con turbidez, se considera positivo.
13. Tubo sin turbidez, se considera negativo.
14. Esta operación se repite con la solución stock de fenol y con cada cepa patrón.
15. Al utilizar la solución stock de fenol, tomar en cuenta las diluciones recomendadas para cada cepa.
16. Obtener el valor de coeficiente de fenol.

Cálculos:

Coeficiente de fenol (CF) = dilución mayor de la Mx en que el organismo test muere en 10 minutos pero no en 5 minutos/ dilución mayor de fenol que muere el organismo test en las mismas condiciones.

Normas de seguridad

- Utilizar equipo de protección personal: bata, cofia, guantes, mascarilla.
- Toma de muestra en condiciones asépticas.
- Transporte y almacenamiento de muestras en condiciones adecuadas.
- Homogenizando adecuado de la muestra.
- Dilución correcta de la muestra.
- Áreas de microbiología desinfectadas
- Medios de cultivo esterilizados y adecuados según tipo de muestra.

- Controles microbiológicos respectivos para medios de cultivo, equipos y personal.
- El uso de jeringa estéril es una alternativa que no sustituye el uso de pipeta estéril.
- La dilución del desinfectante se realiza según las recomendaciones del fabricante, si no hay recomendación el desinfectante se trabaja puro.
- La cantidad de tubos de contacto y subcultivos puede variar de 10 a 5 por tiempo, lo importante es cumplir con los tiempos recomendados por la técnica.
- Se pueden utilizar cepas nativas bien caracterizadas, esta norma de seguridad aplica por la necesidad de utilizar desinfectantes contra cepas resistentes o nosocomiales.
- Conocer precauciones y limitaciones de la técnica.

Diluciones de fenol que sirven de control para cada microorganismo test

Tabla IV. **Resistencia que presenta Salmonella typhi al fenol.**

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:90	Positivo	Negativo	Negativo
1:100	Positivo	Positivo	Positivo

Fuente: *Testing Disinfectants against Salmonella Typhi (ATCC No. 6539), Method Number 955.11.*

Tabla V. **Resistencia que presenta Pseudomonas aeruginosa al fenol**

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:80	Positivo	Negativo	Negativo
1:85	Positivo	Negativo	Negativo
1:90	Positivo	Positivo	Positivo

Fuente: *Testing Disinfectants against Pseudomonas aeruginosa (ATCC No. 15442), Method Number 955.13.*

Tabla VI. **Resistencia que presenta Staphylococcus aureus al fenol**

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:60	Positivo	Negativo	Negativo
1:70	Positivo	Positivo	Positivo

Fuente: *Testing Disinfectants against Staphylococcus aureus (ATCC No. 6538), Method Number 955.12*

Condiciones del experimento

1. El método del coeficiente fenólico es comparable técnicamente a compuestos similares (que contienen anillo aromático). Por lo se utilizara este método solamente como método de comparación, por lo que se aclara que los resultados que se obtengan pueden variar con respecto a otros métodos de análisis.
2. El experimento se realizara a una temperatura controlada de 20 °C. La temperatura de incubación, como lo detalla la metodología será de 37 °C.
3. El experimento se realizará dentro de un rango de pH del producto a analizar que dependerá de las condiciones de estabilidad del ingrediente activo. Amonio Cuaternario (8 – 11), Alcohol etílico (5 – 8) y PVP Iodine (1 – 5).

Tabla VII. **Diluciones**

	Diluciones		
Amonio Cuaternario	200 ppm	175 ppm	150 ppm
Alcohol etílico 95%	70%	60%	50%

PVP – Iodine	75 ppm	50 ppm	25 ppm
--------------	--------	--------	--------

Fuente: “Desinfectantes y antisépticos”, http://fai.unne.edu.ar/biologia/microgeneral/micro-ianez/19_micro.html, visitada en 2008-03-25.

4. RESULTADOS

Se muestran los resultados obtenidos del análisis de la capacidad bactericida de los ingredientes activos desinfectantes:

- Amonio cuaternario,
- Alcohol etílico 95% y
- PVP – Iodine,

Comparados con la acción bactericida del fenol, utilizando como cepas test:

- Salmonella typhi ATCC 6539,
- Staphylococcus aureus ATCC 6538,
- Pseudomonas aeruginosa ATCC 15442

Tabla VIII. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Salmonella Typhi

Ingrediente Activo: Fenol

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:90	Positivo	Negativo	Negativo
1:100	Positivo	Positivo	Positivo

Tabla IX. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Salmonella Typhi

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Amonio Cuaternario	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla X. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Salmonella Typhi

Alcohol etílico	5 minutos	10 minutos	15 minutos
70%	Negativo	Negativo	Negativo
60%	Positivo	Negativo	Negativo
50%	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XI. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Salmonella Typhi

Ingrediente Activo: PVP - Iodine

PVP – Iodine	5 minutos	10 minutos	15 minutos
75 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
50 ppm	Positivo	Negativo	Negativo
25 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XII. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Staphylococcus aureus

Ingrediente Activo: Fenol

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:60	Positivo	Negativo	Negativo
1:70	Positivo	Positivo	Positivo

Tabla XIII. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Staphylococcus aureus

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Amonio Cuaternario	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XIV. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Staphylococcus aureus

Ingrediente Activo: Alcohol etílico

Alcohol etílico	5 minutos	10 minutos	15 minutos
70%	Negativo	Negativo	Negativo
60%	Negativo	Negativo	Negativo
50%	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XV. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Staphylococcus aureus

Ingrediente Activo: PVP - Iodine

PVP – Iodine	5 minutos	10 minutos	15 minutos
75 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
50 ppm	Positivo	Negativo	Negativo
25 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XVI. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Pseudomonas Aeruginosa

Ingrediente Activo: Fenol

Fenol	5 minutos	10 minutos	15 minutos
1:80	Positivo	Negativo	Negativo
1:85	Positivo	Negativo	Negativo
1:90	Positivo	Positivo	Positivo

Tabla XVII. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Pseudomonas Aeruginosa

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Amonio Cuaternario	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla XVIII. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Pseudomonas Aeruginosa

Ingrediente Activo: Alcohol etílico

Alcohol etílico	5 minutos	10 minutos	15 minutos
70%	Negativo	Negativo	Negativo
60%	Negativo	Negativo	Negativo
50%	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XIX. **Coefficiente fenólico**

Microorganismo: Pseudomonas Aeruginosa

Ingrediente Activo: PVP - Iodine

PVP – Iodine	5 minutos	10 minutos	15 minutos
75 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
50 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
25 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Posteriormente, se realizó la prueba de coeficiente fenólico a un desinfectante formulado en base a amonio cuaternario como ingrediente activo.

Tabla XX. **Coeficiente fenólico**

Microorganismo: Staphilococcus aureus

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Desinfectante	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Positivo	Negativo	Negativo

Tabla XXI. **Coeficiente fenólico**

Microorganismo: Salmonella Typhi

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Desinfectante	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla XXII. **Coeficiente Fenólico**

Microorganismo: Pseudomonas Aeruginosa

Ingrediente Activo: Amonio Cuaternario

Desinfectante	5 minutos	10 minutos	15 minutos
200 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
175 ppm	Negativo	Negativo	Negativo
150 ppm	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla XXIII. **Formulación – Desinfectante –**

Ingrediente activo: Amonio Cuaternario

Compuesto	%	Función
Agua	q.s. 100 %	Vehículo
EDTA	0.1	Secuestrante
Amonio Cuaternario	1	Desinfectante
Alquilpoliglucósidos	3	Detergente
Fragancia	0.8	Aroma
Colorantes	q.s.	Agente decorativo

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizaron los ingredientes activos más utilizados en los desinfectantes presentes en el mercado I&I. Considerando que el método del coeficiente fenólico está diseñado para comparación de compuestos aromáticos con respecto del fenol, se hace énfasis en que este se utiliza en la presente investigación, como método comparativo al analizar bajo las mismas circunstancias los tres ingredientes activos desinfectantes analizados.

Utilizando las concentraciones sugeridas por la literatura, se determinó microbiológicamente que tanto el amonio cuaternario, alcohol etílico y el PVP – Iodine cumplen su función bactericida dentro de un desinfectante.

La literatura referente al amonio cuaternario que indica que las soluciones de este son estables, no se volatiliza, ni cambia de apariencia y que el mismo es soluble en agua hasta un 80%, además de poseer un olor característico parecido al plástico nuevo, pero leve y se pierde a medida que el desinfectante es diluido.

Los perfumes no pierden sus fragancias ni se cambia el carácter de esta cuando son mezclados con amonio cuaternario, aun en porcentajes bajos de perfume (0.2%). También es incoloro aun en soluciones al 80% y cuando se le utiliza como ingrediente activo en concentraciones alrededor del 1%, la solución se mantiene estable a temperatura ambiente por más de 4 semanas. El amonio cuaternario no decolora ni mancha las superficies donde es utilizado como desinfectante, por lo que es posible utilizarlo en cualquier superficie lisa.

Tomando en consideración lo anterior detallado, y considerando que los resultados del análisis de la capacidad bactericida por medio del coeficiente fenólico a concentraciones referidas por la literatura para el amonio cuaternario, alcohol etílico y PVP – Iodine son iguales, se determina utilizar el amonio cuaternario como ingrediente activo a utilizar en la formulación de un desinfectante que cumpla con los requisitos de este tipo de productos y que provea un sistema estable para el ingrediente activo a utilizar.

Analizando microbiológicamente por medio del coeficiente fenólico la capacidad bactericida del desinfectante como producto terminado, se determinó que la funcionalidad de este no vario con respecto al análisis realizado con la solución del ingrediente activo utilizado – amonio cuaternario - por lo que se determina que la formulación provee un medio estable para el ingrediente activo.

Por lo tanto, se determina que el amonio cuaternario resulta ser un ingrediente activo funcional para la correcta formulación de un desinfectante utilizado en la industria, dentro de los procesos de asepsia de estos.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que, partiendo de un análisis microbiológico, la capacidad bactericida del amonio cuaternario, alcohol etílico y PVP – Iodine, a diferentes concentraciones referidas por la literatura, los tres ingredientes activos presentan similares efectos desinfectantes frente a microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhi* y *Pseudomona aeruginosa*.
2. Los ingredientes activos analizados – amonio cuaternario, alcohol etílico y PVP - Iodine -, presentan superiores efectos desinfectantes que el fenol, frente a los microorganismos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhi* y *Pseudomona aeruginosa*.
3. El amonio cuaternario por su capacidad bactericida y sus condiciones de estabilidad, resulta la mejor opción para la fabricación de un desinfectante eficaz.
4. Utilizando el método del coeficiente fenólico, es posible determinar la estabilidad de un ingrediente activo como solución y dentro de un producto terminado.

RECOMENDACIONES

1. Al determinar el tipo de desinfectante ideal a utilizar, además de su capacidad bactericida y estabilidad, se debe de considerar el tipo de industria en la que se utilizara, para evitar que el ingrediente activo desinfectante, intervenga con las materias primas a utilizar en un proceso de manufactura en particular.
2. Se debe estudiar y determinar previamente a la utilización del desinfectante, la metodología de eliminación del mismo, enfocado principalmente en el ingrediente activo de este.
3. No se debe obviar el proceso de desinfección de una planta manufacturera en general, con el fin de ahorrar costos fijos, ya que se puede incurrir en gastos superiores por contaminación de los productos manufacturados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bertram G. Katzung, MD, PhD, "Farmacología básica y clínica", Editorial El Manual Moderno, 8tava. edición, México, 2002, pp. 951-956.
2. FEF CHEMICALS A/S. "Quaternary Ammonium Compounds, Antiseptics and Desinfectants" (FeF Chemicals A/S, Reg. No. 148, Denmark. 1992) pp 1 – 10

BIBLIOGRAFÍA

1. Bertram G. Katzung, MD, PhD, "Farmacología básica y clínica", Editorial El Manual Moderno, 8ava. edición, México, 2002, pp. 951-956.
2. Buezo, Brenda. "Comparación de los desinfectantes de amonio cuaternario con los de origen fenólico y halogenados" (USAC, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Guatemala), pp. 1-2.
3. Lonza, "Contaminación Microbiológica" 2005, Lonza. Editado en México.
4. Desinfectante <http://es.wikipedia.org/wiki/Desinfectante> visitada en 2008-03-27.
5. "Desinfectantes",
<http://www.monografias.com/trabajos14/desinfectantes/desinfectantes.shtml> visitada 2008-03-27
6. "Desinfectantes y antisépticos",
http://fai.unne.edu.ar/biologia/microgeneral/micro-ianez/19_micro.html, visitada en 2008-03-25.
7. Henkel Corporation, "Surfactantes Alquilpoliglucósidos" 1998, Henkel Corporation, Impreso en EEUU.
8. "AOAC Internacional ",<http://www.aoac.org/>, visitada desde julio 2007.

APÉNDICE

Ilustraciones análisis de coeficiente fenólico

Figura 7. Laboratorio de Microbiología.



Figura 8. Análisis de coeficiente fenólico.



Figura 9. **Diluciones.**



Figura 10. **Incubación.**



ANEXOS

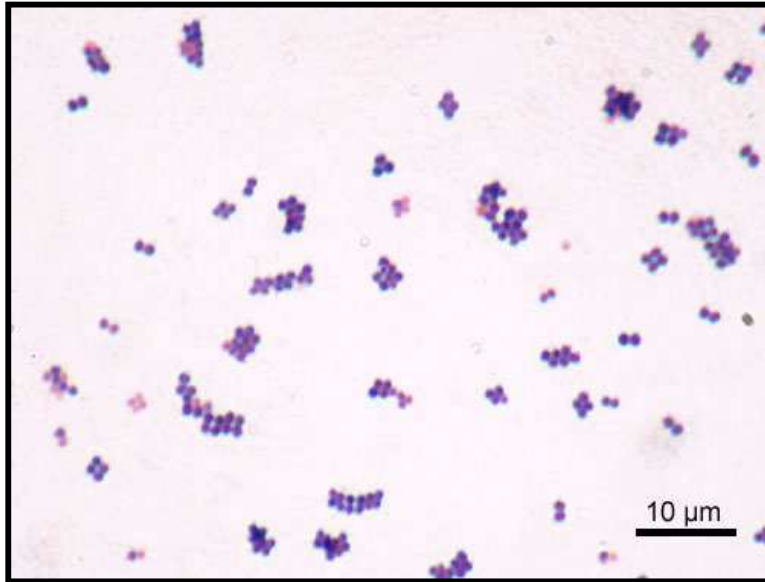
Staphylococcus aureus

Es una especie bacteriana integrada por formas cocáceas, que se dividen en más de un plano, por lo que se agrupan regularmente en racimos. Son inmóviles y carecen de esporas. Son gram positivas.

Su metabolismo es de tipo fermentativo, son aerobios y anaerobios facultativos, catalasa positiva y oxidasa negativo. Son capaces de fermentar la glucosa sin producción de gases y producen acetil metil carbinol. Fermentan el manitol con formación de ácidos y puede hacerlo en anaerobiosis. No hidrolizan el almidón y son capaces de crecer en presencia de un 40% de bilis. Soportan tasas elevadas de cloruro sódico, hasta un 15%. La temperatura óptima de crecimiento va de 35 a 40°C y el pH óptimo oscila entre 7,0 y 7,5 aunque soportan pH's más extremos.

Poseen una enzima - coagulasa que los diferencia del resto de las especies del género, ésta tiene la facultad de reaccionar con el fibrinógeno dando lugar a un coágulo de fibrina. Poseen igualmente una desoxirribonucleasa (Dnasa) que es una nucleasa exocelular que depolimeriza el DNA. A esta enzima se la denomina termonucleasa por ser termoresistente en las cepas de Aureus.

Figura 2. **Staphylococcus aureus** 10 μm



Fuente:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Staphylococcus_aureus_Gram.jpg

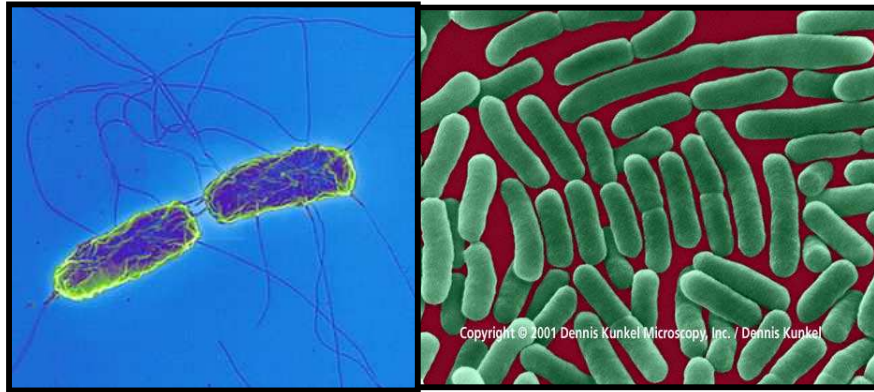
Salmonella Thypi

Salmonella es un género de bacteria que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos y que no desarrollan cápsula ni esporas. Son bacterias móviles que producen sulfuro de hidrógeno (H_2S). Fermentan glucosa por poseer una enzima especializada, pero no lactosa, y no producen ureasa.

Es un agente zoonótico de distribución universal. Se transmite por contacto directo o contaminación cruzada durante la manipulación, en el procesado de alimentos o en el hogar, también por vía sexual.

Algunas salmonellas son comunes en la piel de tortugas y de muchos reptiles, lo cual puede ser importante cuando se manipulan a la vez este tipo de

Figura 3. **Salmonella Thyphi**



Fuente:

[http://web.uconn.edu/mcbstaff/graf/Student%20presentations/Salmonellatyphi/Salmonella typhi.html](http://web.uconn.edu/mcbstaff/graf/Student%20presentations/Salmonellatyphi/Salmonella%20typhi.html)

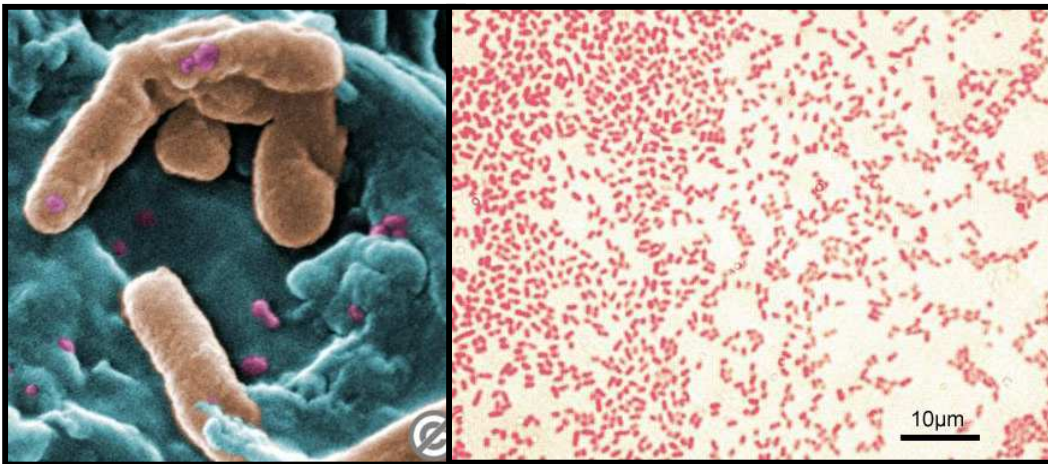
mascotas y alimentos.

Pseudomonas aeruginosa

Pseudomonas aeruginosa (o *Pseudomonas pyocyanea*) es una bacteria Gram-negativa, aeróbica, con motilidad unipolar. Es un patógeno oportunista en humanos y también en plantas. Como otras *Pseudomonas*, *P. aeruginosa* secreta una variedad de pigmentos como piocianina (azul verdoso), fluoresceína (amarillo verdoso fluorescente) y piorubina (rojo pardo). King, Ward, & Raney desarrollaron "Pseudomonas Agar P" (también conocido como "medio King A") para mejorar la producción de piocianina y piorubina; y "Pseudomonas Agar F" (también conocido como "medio King B") para la fluoresceína. *P. aeruginosa* es a menudo identificada, de modo preliminar, por su apariencia perlada y olor a uvas in vitro. La identificación clínica definitiva de *P. aeruginosa* frecuentemente incluye, tanto identificar la producción de piocianina y fluoresceína como determinar su habilidad de crecer a 42 °C. *P.*

aeruginosa es capaz de crecer en combustibles como queroseno o gasóleo, ya que es un microorganismo capaz de nutrirse a partir de hidrocarburos, causando estragos de corrosión microbiana, y creando una gelatina oscura que a veces se identifica inadecuadamente con un alga.

Figura 4. **Pseudomonas aeruginosa**



Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pseudomonas_aeruginosa_Gram.jpg

Alquilpoliglucósidos

Los surfactantes de Alquilpoliglucósidos se crean con longitudes variables de las cadenas de carbono y diferentes grados de polimerización de la glucosa para proporcionarle una gran variedad de características de desempeño.

En el proceso de fabricación de los Alquilpoliglucósidos se obtiene un enlace de glucósido acetalito que proporciona estabilidad bajo un amplio rango de pH's.

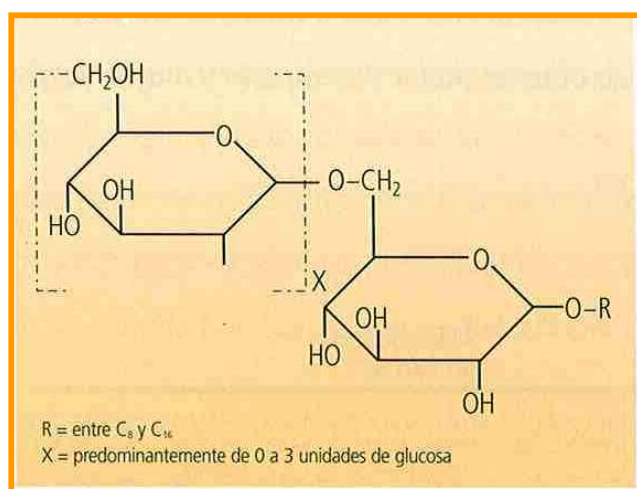
Figura 5. **Química del alquilpoliglucósido**



Fuente: **Henkel Corporation**, “**Surfactantes Alquilpoliglucósidos**”, **Henkel Corporation**.

Las características físicas y de aplicación de los Alquilpoliglucósidos son determinadas tanto por la longitud de la cadena de alcohol graso empelado, así como también mediante el ajuste del grado de polimerización.

Figura 6. **Estructura del alquilpoliglucósido.**



Fuente: **Henkel Corporation**, “**Surfactantes Alquilpoliglucósidos**”, **Henkel Corporation**.

Los Alquilpoliglucósidos muestran perfiles superiores de formación de espuma, buenas propiedades de humectación, bajas concentraciones críticas de micela, bajas tensiones interfaciales (es decir, interface aceite mineral/ agua) y excelentes propiedades de reducción de tensión en la superficie.

En general, los Alquilpoliglucósidos de cadena corta exhiben mayores tendencias de formación de espuma y mejores propiedades de solubilidad que los Alquilpoliglucósidos de cadena larga. Estos Alquilpoliglucósidos de cadena larga tiene los valores mas bajos de concentración crítica de micela y las mejores propiedades de emulsificación del sucio dentro de la variedad de esta familia.

Son fácilmente solubles en soluciones alcalinas de alto contenido electrolítico. Por ejemplo, en soluciones cáusticas, los Alquilpoliglucósidos son solubles y estables a altas concentraciones de Hidróxido de sodio. En los limpiadores los Alquilpoliglucósidos de alto contenido alcalino, los Alquilpoliglucósidos son estables, solubilizan otros ingredientes menos solubles y exhiben excelentes propiedades de detergencia y humectación.