

**Estudio comparativo de la
eficacia y permanencia de
DECUTEC v/s un desinfectante
en base a amonio cuaternario
(QAC-1), sobre superficies no
porosas.**



Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. ALCANCE.....	2
III. METODOLOGÍA.....	3
1. Identificación de la Muestra	3
2. Condiciones Experimentales.....	4
3. Diseño Experimental	5
Preparación de suspensiones bacterianas:	5
Ensayo de toxicidad del neutralizante	5
Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEK v/s QAC-1 mediante el método de placas de contacto.....	5
IV. RESULTADOS	9
Ensayo de toxicidad del neutralizante	9
Tabla N° 3: Recuperabilidad de bacterias viables post ensayo de toxicidad de los neutralizantes.....	9
Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEK v/s QAC-1 mediante el método de placas de contacto.....	9
V. CONCLUSIONES.....	15
VI. CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN.....	17
VII. REFERENCIAS	18

I. INTRODUCCIÓN

Los desinfectantes y sanitizantes juegan un rol importante en el control de la propagación de microorganismos patógenos de transmisión ambiental. Existen numerosos agentes de limpieza y desinfectantes, de los cuales los compuestos de amonio cuaternario (QACs) se encuentran entre los más utilizados. Muchos productos han mezclado este tipo de compuestos con otras sustancias para aumentar la eficacia de los mismos, tal es el caso del desinfectante DECUTEC, cuya formulación incluye amonio cuaternario como tensoactivo catiónico y nanopartículas de cobre.

La eficacia de un desinfectante/sanitizante está dada por la concentración de sus agentes activos, el tiempo de contacto (tiempo recomendado para ensayos de eficacia: 5 minutos), la naturaleza de la superficie desinfectada o sanitizada, la cantidad de material orgánico adherido a la superficie, el tipo y concentración de microorganismos presentes en ella (Díaz-Enriquez, E. et al, 2017). Por esto es importante realizar estudios de eficacia que permitan avalar la acción microbicida del producto previo a su comercialización, en efecto se debe demostrar una reducción del 99,9% (reducción de 3 Log₁₀) de los microorganismos viables de una muestra tras la aplicación del producto (ISP, 2016)

Según se señala en su ficha técnica, el desinfectante con nanopartículas de cobre DECUTEC posee acción antimicrobiana de largo plazo, dejando un efecto remanente sobre las superficies durante de 7 días, pudiéndose aplicar en superficies de metal, cerámica, vidrio, tela, cuero, plástico, etc.

El presente estudio pretende evaluar la eficacia y permanencia bactericida de DECUTEC sobre superficies no porosas y comparar dichas propiedades con otro sanitizante en base a amonio cuaternario, denominado desde ahora como QAC-1, considerando dentro del estudio superficies limpias y superficies con diferentes concentraciones de materia orgánica adheridas a ellas.

II. ALCANCE

1. Este ensayo evaluará la eficacia bactericida y permanencia de DECUTEC v/s QAC-1 en dosis y concentraciones similares durante 7 días.
2. Este ensayo se aplicará a superficies duras no porosas, como por ejemplo acero inoxidable y acrílico.

III. METODOLOGÍA

Las muestras fueron proporcionadas por el cliente y recepcionadas por el laboratorio. El ensayo se realizó en las dependencias del laboratorio QUALITY TRUST LABS. Los análisis microbiológicos y químicos se ejecutaron siguiendo los lineamientos del SGC, el cual se encuentra acreditado por la norma ISO 17025:2017.

Fecha de inicio del estudio: 21-07-2020.

Fecha de término del estudio: 21-08-2020.

1. Identificación de la Muestra

- Desinfectante Ensayado: **Limpiador desinfectante con nanopartículas de cobre**

Nombre Comercial del Producto: DECUTEC

Fabricante: Aintech / Mak Seguridad

Representante: MAK SEGURIDAD LTDA

Tipo de Fórmula: SUSPENSIÓN ACUOSA

N° de Lote: DCMY1115-1000

Fecha de Manufactura del Lote: 11/05/2020

Condiciones de almacenamiento: lugar fresco, seco y ventilado, protegido del calor y alejado del fuego.

N° Interno de muestra: 79026

N° de Informe: Informe N° 11/2020

- Desinfectante Comparativo: **Sanitizante en base a amonio cuaternario QAC-1**

Nombre Comercial del Producto: Sin identificación

Fabricante: Sin identificación

Representante: Sin identificación

Tipo de Fórmula: SUSPENSIÓN ACUOSA

N° de Lote: Sin identificación

Fecha de Manufactura del Lote: Sin identificación

Condiciones de almacenamiento: lugar fresco, seco y ventilado, protegido del calor y alejado del fuego.

Tabla N° 1: Ingredientes activos y composición química de los sanitizantes ensayados.

DECUTEC	175 ppm QAC (Cetrimida)	2,5 ppm Cu ²⁺
QAC - 1	170 ppm QAC	Sin partículas de Cu ²⁺

2. Condiciones Experimentales

- **Método de Ensayo:** El método de ensayo utilizado para evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes mediante el método de placas de contacto se basó en el ensayo descrito Lago, N. B., et al (2013). Para la evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes en presencia de diferentes concentraciones de materia orgánica se utilizó una metodología basada en una guía experimental desarrollada por la EPA, de la cual para lograr evaluar la permanencia del sanitizante, se modificaron algunas condiciones experimentales descritos en el ítem de condiciones ambientales y diseño experimental. Los análisis químicos fueron desarrollados en base a técnicas validadas y acreditadas por QTLabs
- **Referencia:** Antimicrobial Testing Methods & Procedures: MB-25-05, EPA.
- **Temperatura del ensayo:** 22° C ± 1° C
- **Humedad Relativa del ensayo:** 40% de Humedad
- **Concentración ensayada del producto:** DECUTEC 175 ppm de amonio cuaternario (sin diluir), QAC-1 170 ppm de amonio cuaternario (dilución 1:60)
- **Tiempo de contacto:** 5 minutos ± 10s
- **Sustancia interferente:** Plasma de conejo en 3 concentraciones diferentes (0,5%, 1,5% y 3,0%).
- **Estabilidad de la mezcla:** Mezclas líquidas homogéneas.
- **Tiempo de permanencia evaluado:** 7 días
- **Cepas ensayadas trazables a colección ATCC:** ver tabla N° 3.
- **Medio de cultivo utilizado:** Agar Trypticase de Soya (TSA).
- **Diluyentes utilizados:** agua destilada grado reactivo clase 4 (para preparación de soluciones) y agua peptonada al 0,1% (para diluciones microbiológicas).
- **Neutralizantes:** EDTA y caldo Letheen (Lecitina de soya + polisorbato 80)

Tabla N° 2: Cepas ensayadas, temperaturas y tiempos de incubación.

Microorganismo	N° de Colección ATCC	T° de Incubación	Tiempo de Incubación
Staphylococcus aureus	25923	35° C ± 1° C	24 horas ± 1 hora
Pseudomonas aeruginosa	27853	35° C ± 1° C	48 horas ± 1 hora

3. Diseño Experimental

Preparación de suspensiones bacterianas:

A partir de cultivos de 18 a 24 horas, se realizaron suspensiones bacterianas, las cuales se estandarizaron bajo espectrofotometría, a una absorbancia de 625 nm, obteniendo valores de abs entre 0,08 – 0,12 y una concentración bacteriana de alrededor de $1,5 \times 10^8$ Bacterias/ml.

Ensayo de toxicidad del neutralizante

Para evaluar la toxicidad del neutralizante, se añadió 1ml de cada suspensión bacteriana a tubos con soluciones neutralizantes esterilizadas (EDTA y caldo Lethen), se esperó un tiempo de acción de 5 minutos a 22° C. Posteriormente, a partir de cada tubo se realizó una siembra en superficie sobre placas de agar TSA, a niveles contables, con el fin de cuantificar las células sobrevivientes en medio sólido. Esta experiencia se desarrolló por triplicado para cada solución neutralizante.

Para evaluar de manera satisfactoria este ensayo, no se deben obtener valores similares en la recuperación de células entre la solución con biocida y neutralizante.

Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEC v/s QAC-1 mediante el método de placas de contacto

Se aplicaron los sanitizantes ensayados (DECUTEC y QAC - 1) en 2 superficies diferentes de acero inoxidable, según detalla el paso 2 de la figura N° 1. Posteriormente, por cada día ensayado (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) se inocularon las superficies con 0,1 ml de suspensión bacteriana, según se muestra en el paso 3 de la figura N° 1. Se consideró un tiempo de acción de 5 minutos por cada sanitizante, después del cual se tomaron las respectivas muestras con placas RODAC neutralizadas (ver paso 4 y 5 de la figura N° 1).

Durante los 7 días de ensayo se muestrearon diferentes áreas de las superficies sanitizadas, demarcando la zona para no volver a ser ensayada (ver figura N° 2).

Figura N° 1: Metodología evaluación de la efectividad y permanencia mediante el uso de placas RODAC

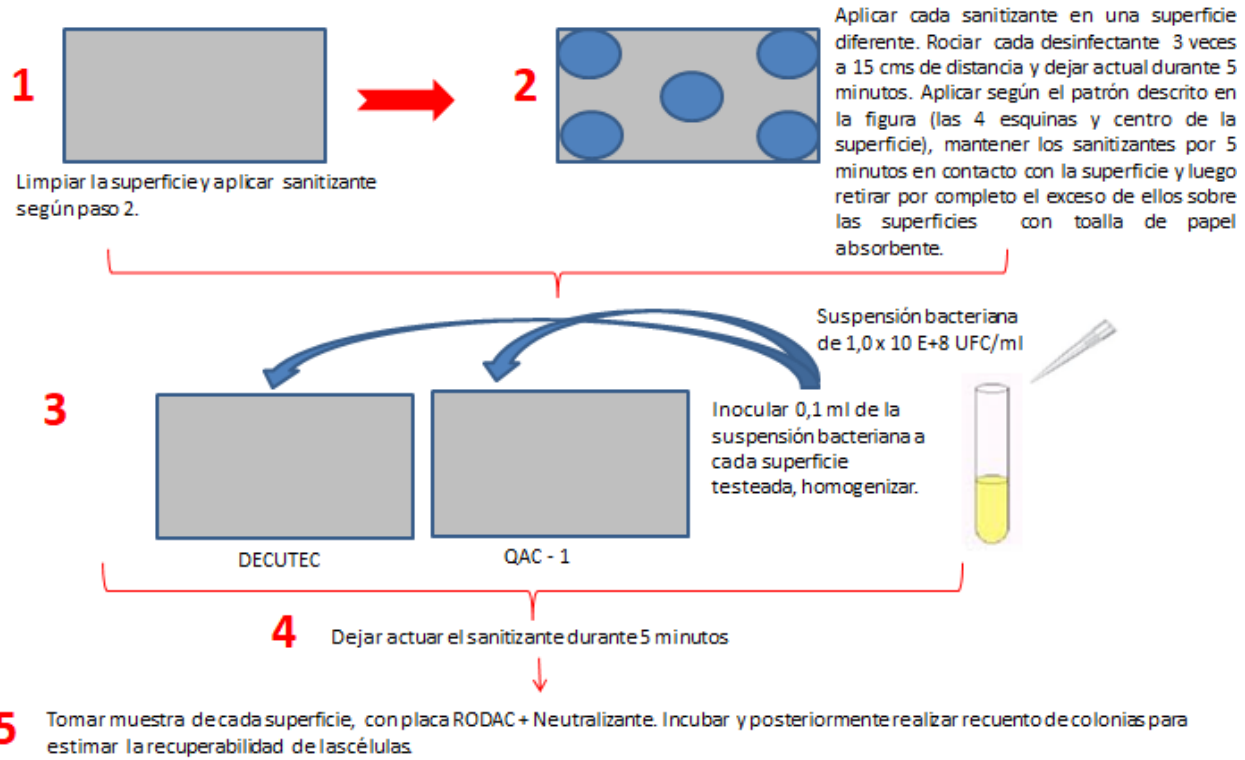
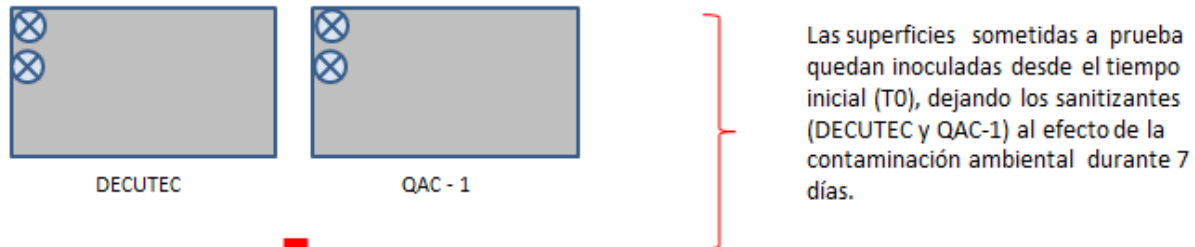


Figura N° 2: Muestreo evaluación de la efectividad y permanencia mediante el uso de placas RODAC



En cada día de ensayo se inocular cada superficie (DECUTEC y QAC-1) con la suspensión bacteriana estandarizada. Los microorganismos son aplicados en diferentes áreas (⊗) dentro de la misma superficie. Luego de esto, continuar con los pasos 4 y 5 descritos anteriormente.

Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEK v/s QAC-1 en presencia de diferentes concentraciones de materia orgánica

Se inocularon placas de acero inoxidable y acrílico con 1,5 ml de cada sanitizante ensayado (DECUTEK y QAC-1) más 3ml de solución de plasma de conejo a diferentes concentraciones (0,5%, 1,5% y 3,0%) para homologar el contenido de materia orgánica en la superficie (ver figura N° 3). Las superficies inoculadas se dejaron secar a temperatura ambiente.

En cada día ensayado (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) se inocularon las superficies con 0,1 ml de suspensión bacteriana, según se muestra en el paso 1 de la figura N° 3. Se consideró un tiempo de acción de 5 minutos por cada sanitizante, después del cual se neutralizaron las superficies con caldo neutralizante, se homogenizó la muestra y se sembraron 0,1 ml de esta sobre placa de agar (ver figura N° 3 y 4). Posteriormente, se incubaron las placas realizando el recuento de colonias a las 24 y 48 horas.

Figura N° 3: Metodología evaluación de la efectividad y permanencia en presencia de materia orgánica

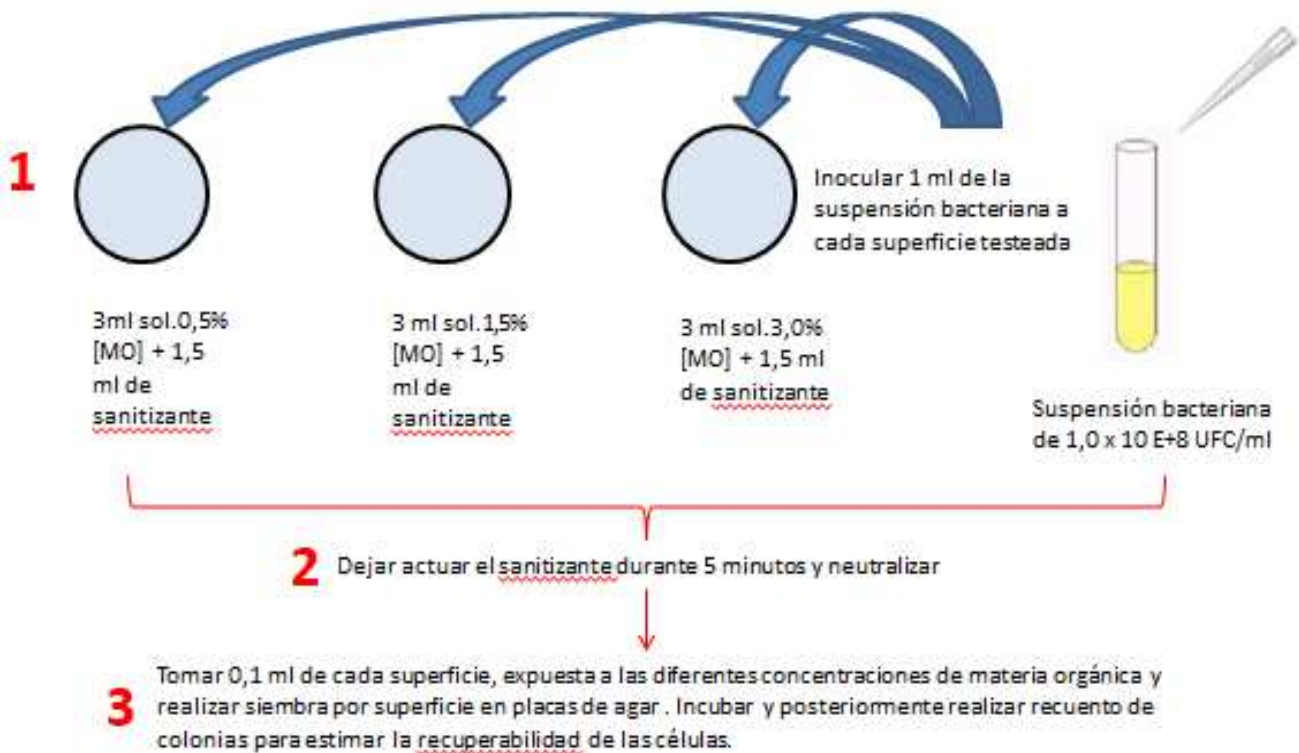
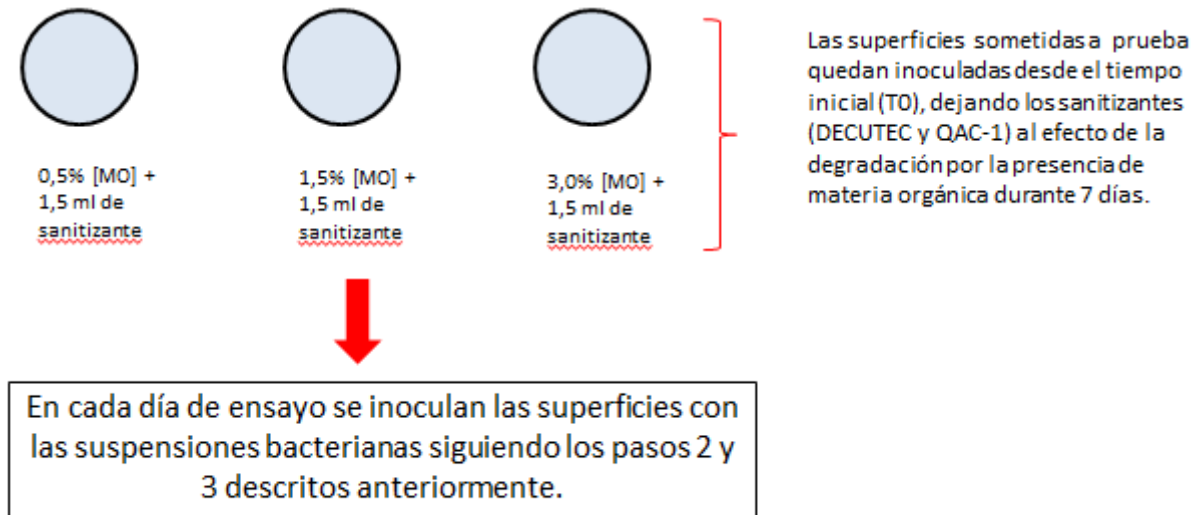


Figura N° 4: Muestreo evaluación de la efectividad y permanencia mediante el uso de placas RODAC



Evaluación química de la permanencia de los componentes activos de DECUTEC v/s QAC-1

Se inocularon placas de acero inoxidable y acrílico con 1,5 ml de cada sanitizante ensayado (DECUTEC y QAC-1) más 3ml de solución de plasma de conejo a diferentes concentraciones (0,5%, 1,5% y 3,0%) para homologar el contenido de materia orgánica en la superficie. Las superficies inoculadas se dejaron secar a temperatura ambiente.

Se ensayaron los tiempos T0 y T7, en cada tiempo se añadieron 10 ml de agua destilada a cada superficie, se homogenizó la mezcla y se realizó análisis semicuantitativo de residuos de amonio cuaternario por técnica de colorimetría (espectrofotometría UV/Visible) y se determinó la concentración de iones de Cu^{+2} por espectroscopia de absorción atómica.

Análisis Estadísticos

Se evaluaron las diferencias entre los recuentos de microorganismos de cada replica verificando que la resta entre los logaritmos de cada recuento no fuera mayor a 1,0 LOG (recuentos con diferencias $>$ a un LOG_{10} se consideran muestras diferentes, por el contrario, recuentos con diferencias \leq a un LOG_{10} se consideran muestras iguales) Para establecer la relación entre la concentración de microorganismos y el tiempo de permanencia de los desinfectantes se realizó un análisis de regresión lineal. Los datos obtenidos en las mediciones de la concentración de Cu^{+2} (en T0 y T7) fueron procesados utilizando el programa de análisis estadístico MiniTab 15, aplicando un análisis de varianza ANOVA para un factor.

IV. RESULTADOS

Ensayo de toxicidad del neutralizante

Tabla N° 3: Recuperabilidad de bacterias viables post ensayo de toxicidad de los neutralizantes

	Recuperabilidad de células viables (Log ₁₀)							
	Control Cepa (Log ₁₀)	R1	R2	R1	R2	R1 _{NEUTRALIZANT}	R2 _{NEUTRALIZANT}	R3 _{NEUTRALIZANT}
		DECUTEC	DECUTEC	QAC-1	QAC-1	E	E	E
S. aureus	7,0	0	0	0	0	6,87	6,81	7,08
P. aeruginosa	7,0	0	0	0	0	6,93	7,01	7,03

Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEC v/s QAC-1 mediante el método de placas de contacto

Figura N° 5: Tiempo de eficacia bactericida de DECUTEC v/s QAC-1

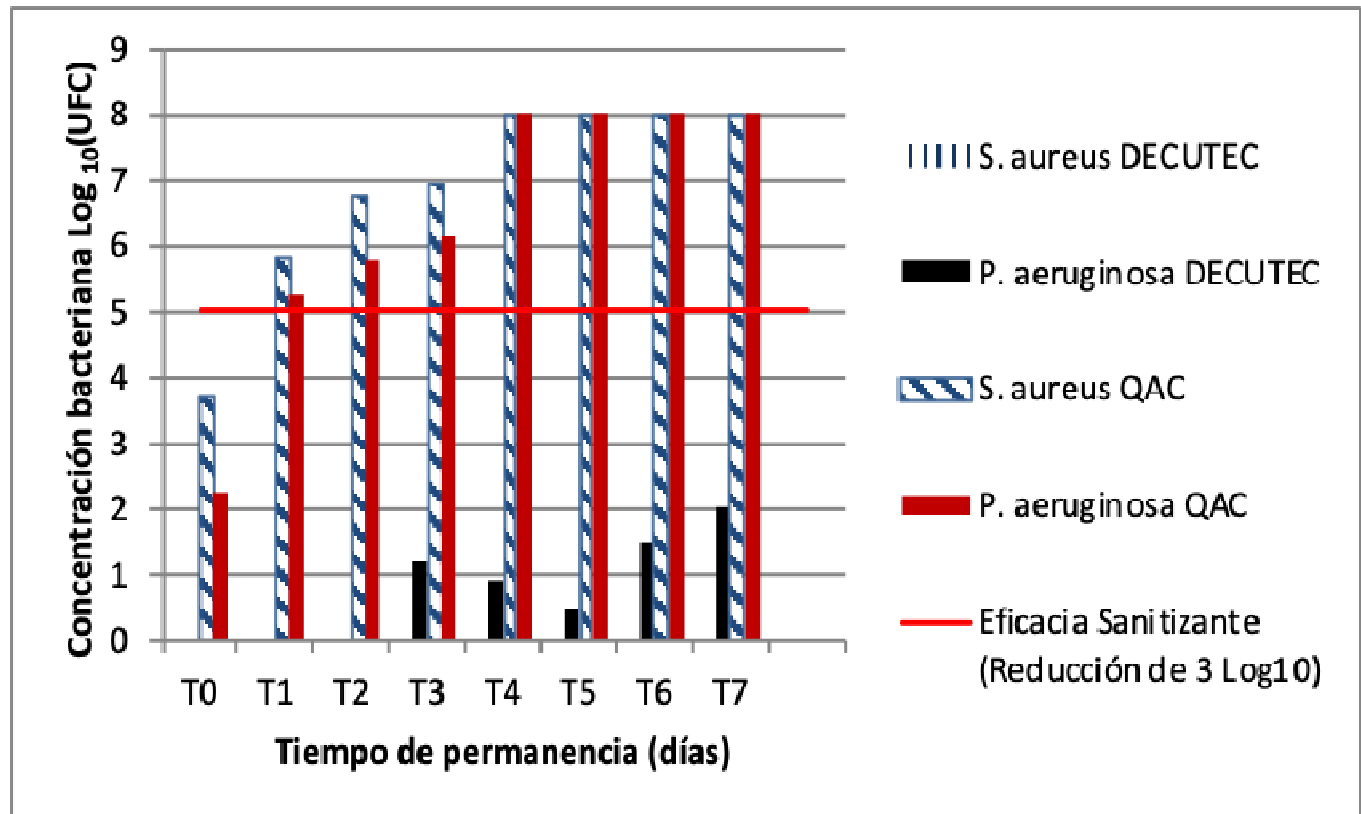
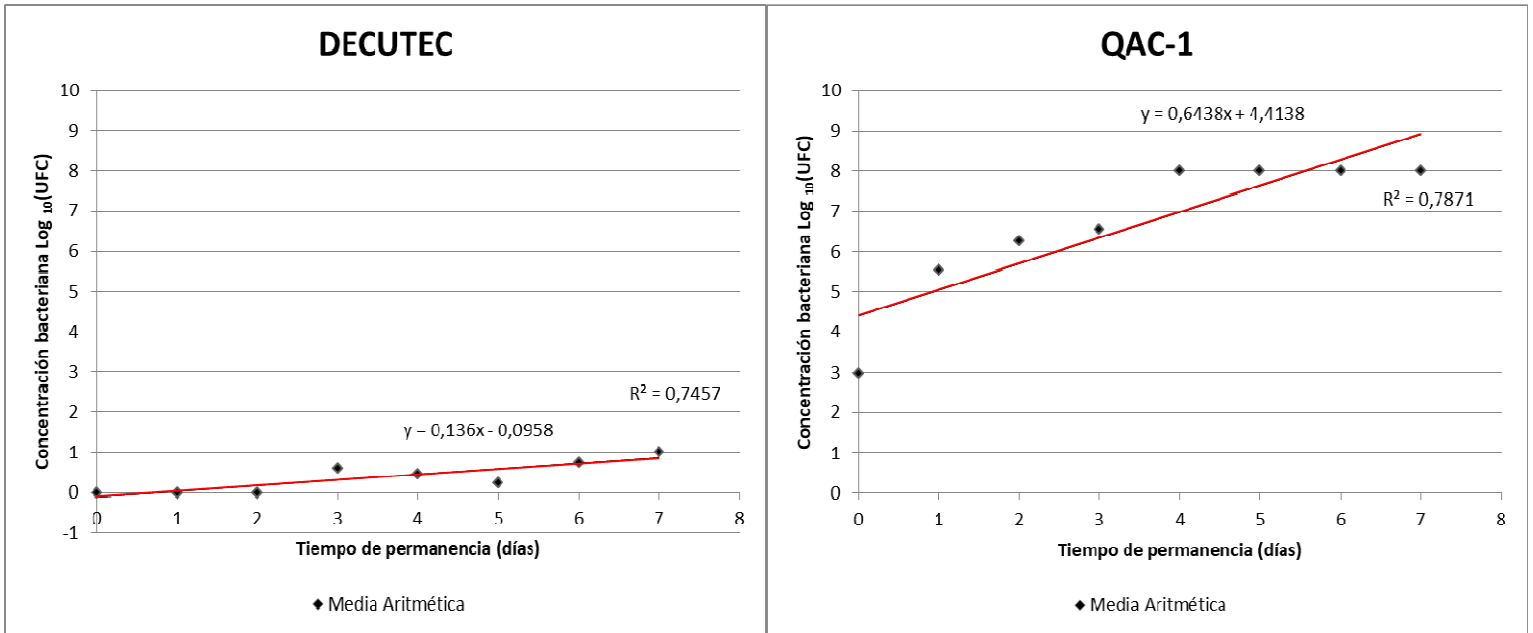
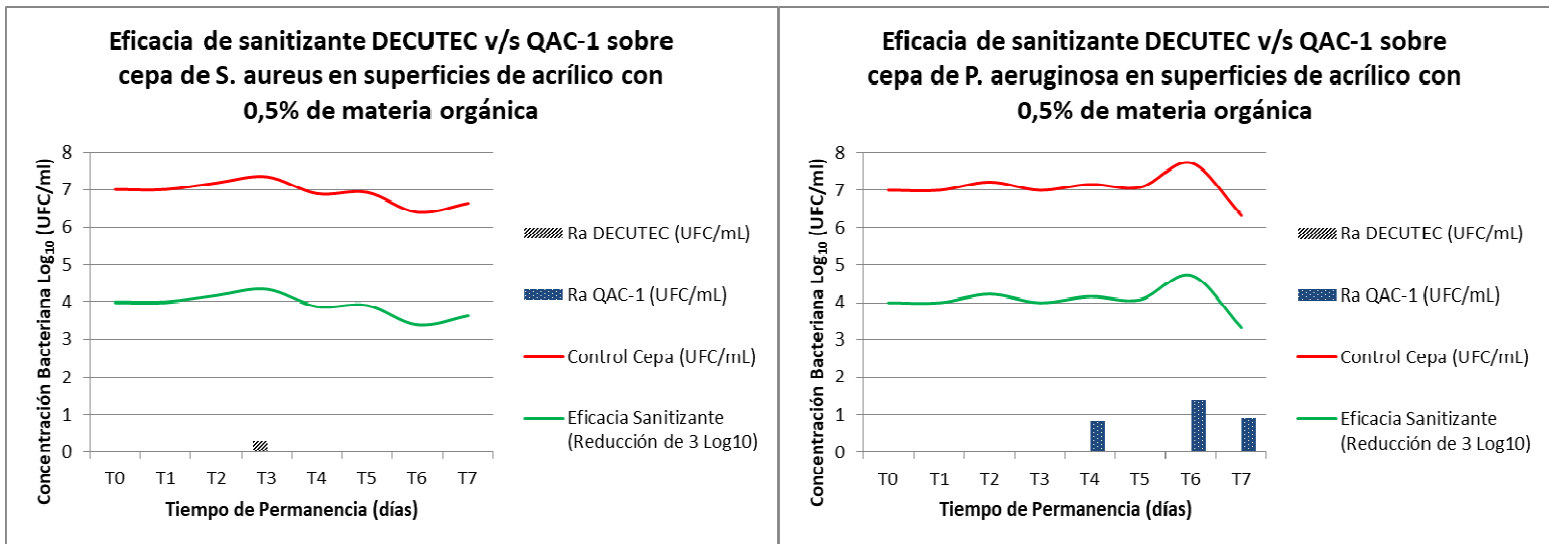


Figura N°6: Efecto del tiempo de permanencia sobre el crecimiento bacteriano en superficies sanitizadas.

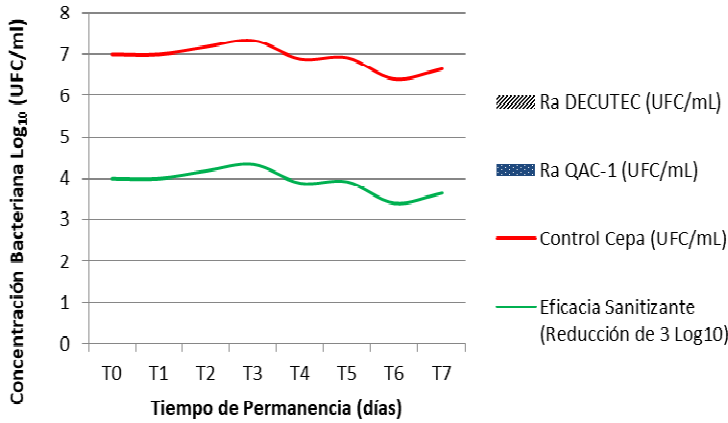


Evaluación de la efectividad y permanencia de sanitizantes DECUTEC v/s QAC-1 en presencia de diferentes concentraciones de materia orgánica

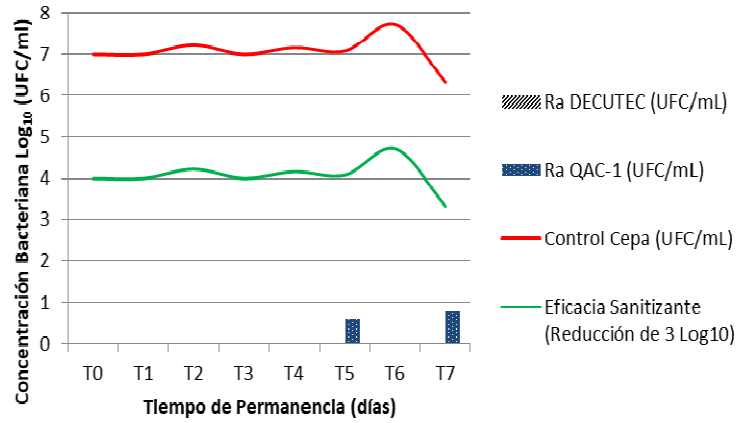
Figura N° 7: Comparación de la eficacia entre los sanitizantes ensayados considerando dos tipos de superficies (acrílico y acero inoxidable), diferentes concentraciones de materia orgánica adheridas a ellas y efecto bactericida sobre S. aureus y P. aeruginosa.



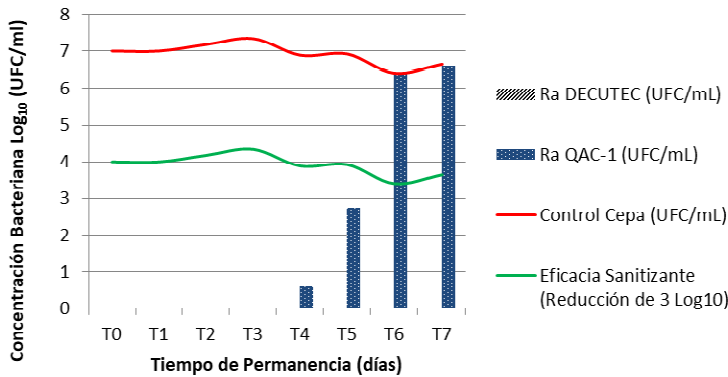
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de S. aureus en superficies de acrílico con 1,5% de materia orgánica



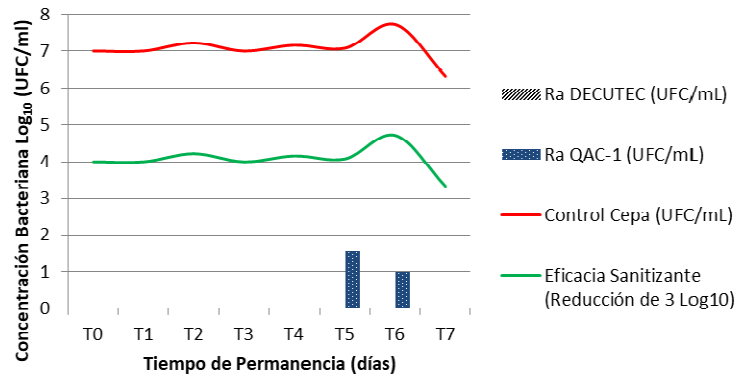
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de P. aeruginosa en superficies de acrílico con 1,5% de materia orgánica



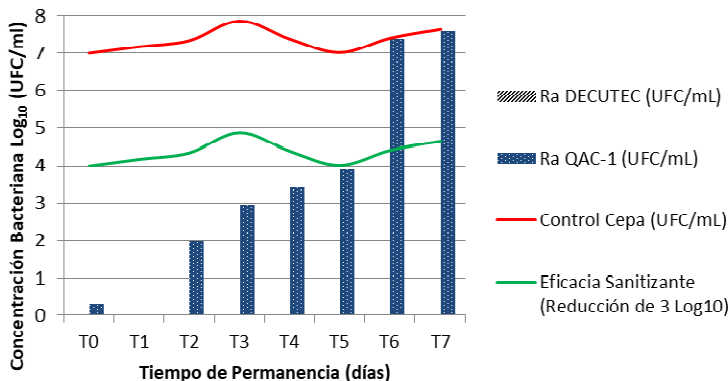
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de S. aureus en superficies de acrílico con 3,0% de materia orgánica



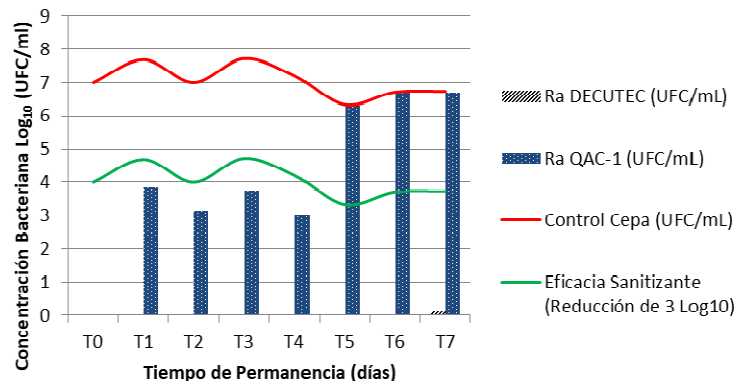
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de P. aeruginosa en superficies de acrílico con 3,0% de materia orgánica



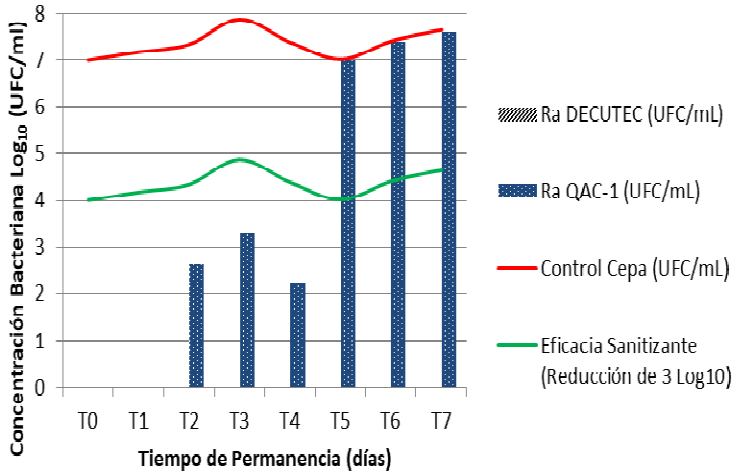
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de S. aureus en superficies de acero inoxidable con 0,5% de materia orgánica



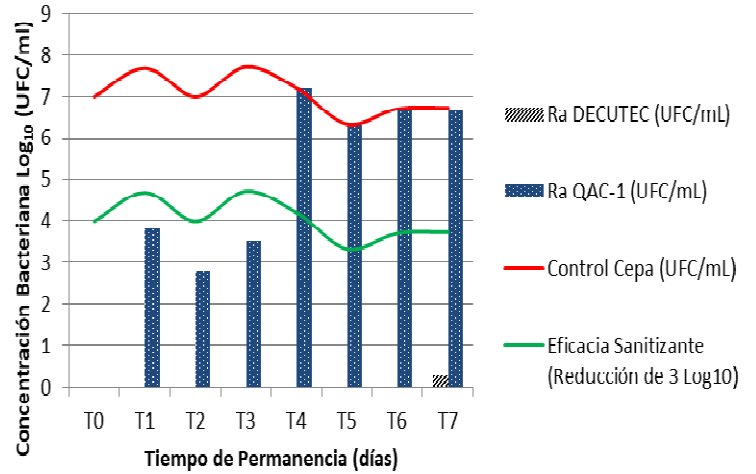
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de P. aeruginosa en superficies de acero inoxidable con 0,5% de materia orgánica



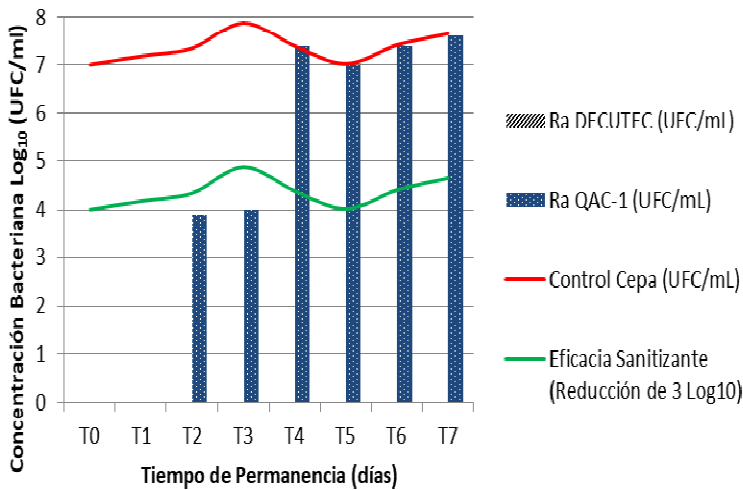
Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de S. aureus en superficies de acero inoxidable con 1,5% de materia orgánica



Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de P. aeruginosa en superficies de acero inoxidable con 1,5% de materia orgánica



Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de S. aureus en superficies de acero inoxidable con 3,0% de materia orgánica



Eficacia de sanitizante DECUTEC v/s QAC-1 sobre cepa de P. aeruginosa en superficies de acero inoxidable con 3,0% de materia orgánica

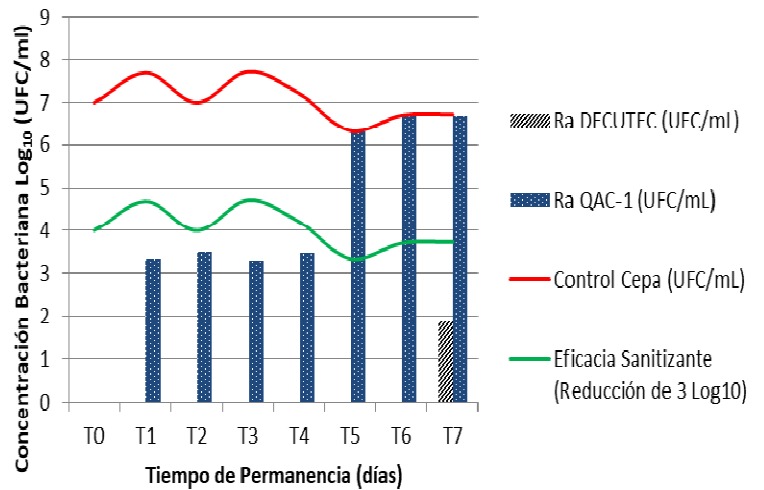


Figura N°8: Recuperabilidad de células viables en placas de agar TSA, obtenidas desde las superficies tratadas con los desinfectantes e inoculadas con suspensiones bacterianas en el tiempo inicial (T0).

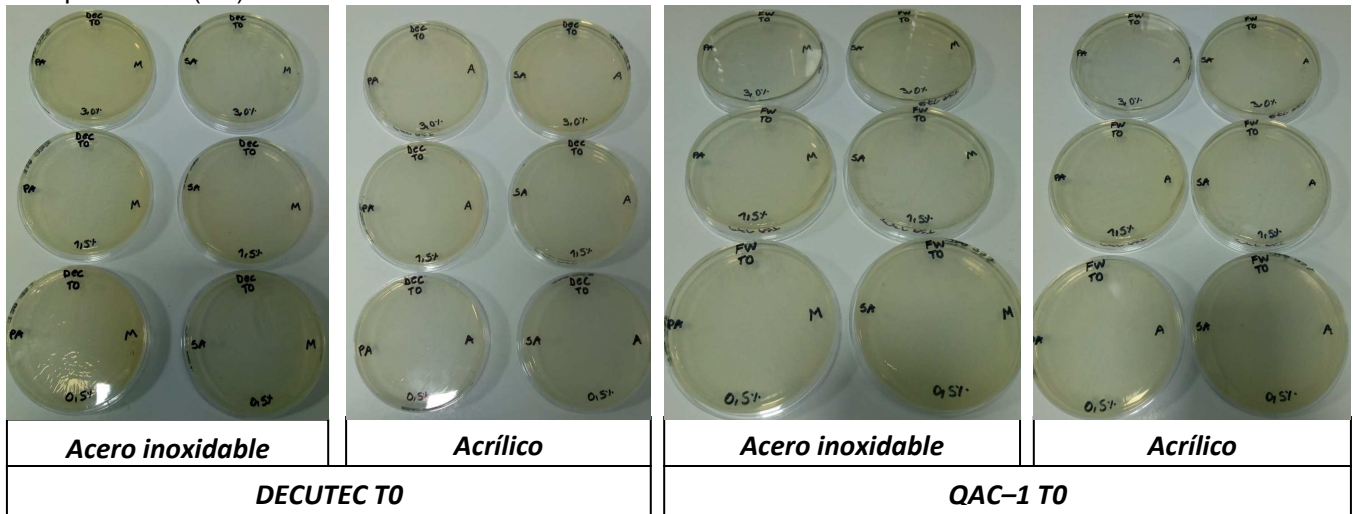
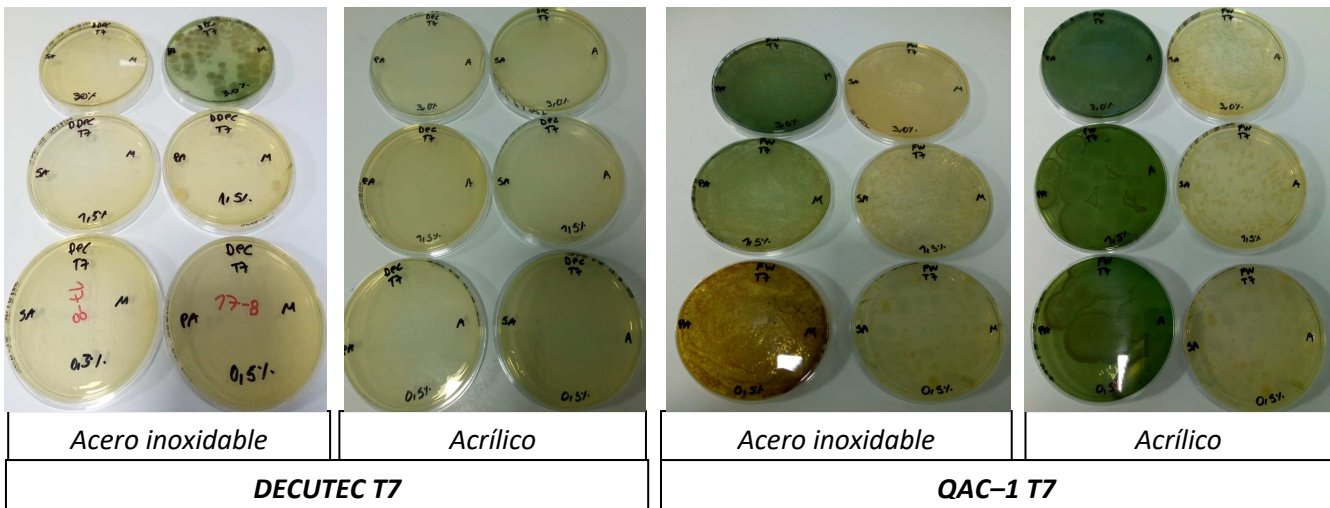


Figura N°9: Recuperabilidad de células viables en placas de agar TSA, obtenidas desde las superficies tratadas con los desinfectantes e inoculadas con suspensiones bacterianas en el séptimo día de permanencia (T7).



Evaluación química de la permanencia de los componentes activos de DECUTEC v/s QAC-1

Tabla N° 3: Concentración de iones de Cu presentes sobre la superficie durante el tiempo inicial y el séptimo día de permanencia

Tratamiento	Tiempo	Concentración de CU ⁺² (ppm)	
		DECUTEC	QAC-1
Sanitizante + MO	T0	22,41	No Detectado
Superficie acero inoxidable + MO	T7	22,88	No Detectado
Superficie acrílico + MO	T7	19,36	No Detectado

Tabla N° 4: Resultado ANOVA para evaluación de la permanencia del Cu sobre las superficies testeadas.

Valor Pearson	Resultado
< 0,05	Todos los valores de la columna son idénticos

Figura N° 10: Pérdida de amonio cuaternario entre el tiempo inicial y el séptimo día de aplicación del sanitizante, en diferentes superficies (acrílico y acero inoxidable).

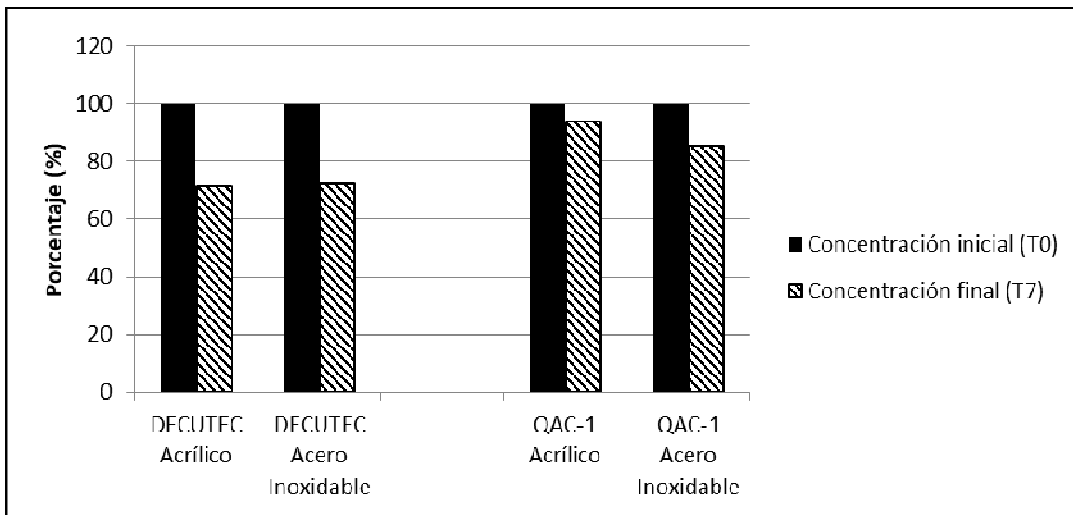
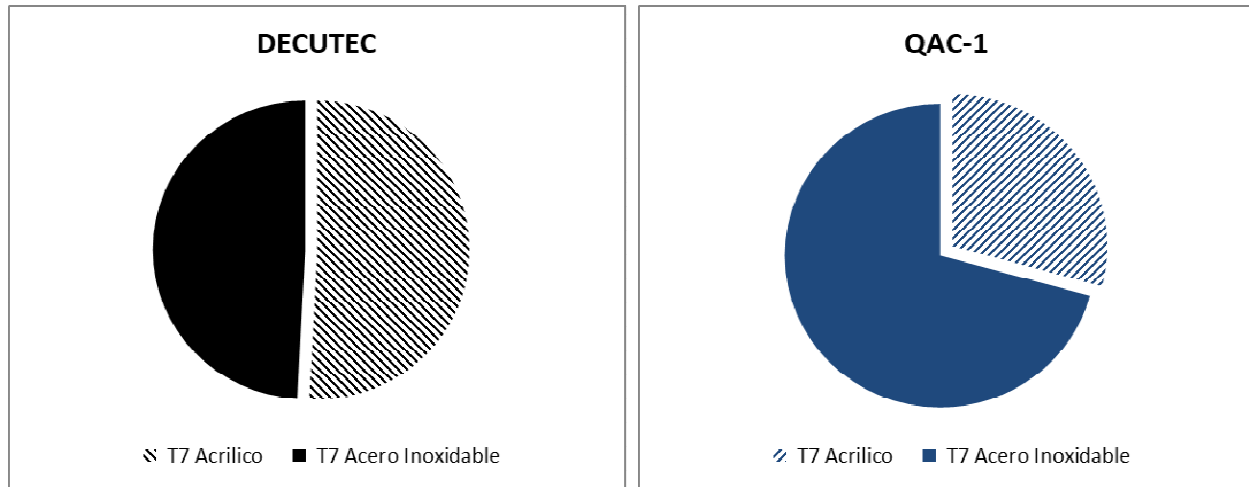


Figura N° 11: Porcentaje de pérdida de amonio cuaternario en 7 días de permanencia.



V. CONCLUSIONES

- Existen diferencias significativas entre la recuperabilidad de células viables desde las placas sometidas al ensayo de toxicidad de los neutralizantes y las placas con sanitizante, por ende, los neutralizantes no ejercen toxicidad frente a las cepas ensayadas.
- En el ensayo de efectividad y permanencia mediante el uso de placas RODAC, Decutec presentó una permanencia de 7 días de efecto sanitizante (reducción logarítmica de 3 Log₁₀), en comparación a QAC-1 quién sólo fue eficaz en el tiempo inicial (T0) para ambas cepas testeadas y misma concentración de amonio cuaternario. En este mismo ensayo, Decutec, a pesar de ser retirado con toalla de papel absorbente desde la superficie de acero inoxidable, presentó un efecto desinfectante (reducción de la carga microbiana a cero) durante los primeros 3 días. Algo similar concluyeron Prado, V.et al en el 2012 quienes demostraron que las superficies de cobre, además de matar bacterias por contacto directo, impiden la adherencia e inhiben la multiplicación de cepas clínicas de los principales agentes asociados a infecciones intrahospitalarias. En el análisis de regresión lineal, se estableció una correlación lineal significativa entre el tiempo de permanencia de los desinfectantes y el aumento de la concentración de bacterias en la superficie ($R_{Decutec} = 0,75$ y $R_{QAC-1} = 0,78$), proyectando que, por cada unidad de tiempo de permanencia de los desinfectantes, QAC-1 presentaría un incremento de la concentración bacteriana (4 veces más que DECUTEC).
- En el ensayo de efectividad y permanencia de los sanitizantes en presencia de las 3 concentraciones de materia orgánica, se determinó la eficacia de Decutec durante los 7 días de permanencia, por el contrario, el sanitizante en base sólo a amonio cuaternario QAC-1 presentó una eficacia como agente sanitizante sólo hasta el quinto día en el caso de superficies de acrílico, y hasta el tercer día sobre superficies

de acero inoxidable, observándose en general un menor efecto sanitizante sobre la cepa de *S. aureus*, bacteria que puede ser predominante dentro de la microflora de superficies de alto contacto como manillas, teclados, celulares, etc. En un estudio realizado el 2015 (Neciosup, E. et al) se evidenció que las cepas de *S. aureus* tienen un mayor tiempo de supervivencia que las cepas de *E. coli* y *P. aeruginosa*, sugiriendo que quizás la pared celular evitaría el daño oxidativo temprano.

- Respecto a los dos tipos de superficies testeadas, acrílico y acero inoxidable, se visualizó una diferencia en la permanencia del sanitizante QAC-1, el cual aparentemente pudiese presentar un mayor tiempo de eficacia en superficies de acrílico que de acero inoxidable, lo que también fue observado en los análisis químicos, sin embargo, no existe evidencia clara para apoyar la conclusión de que QAC-1 tendría mayor eficacia y permanencia en acrílico, ya que se desconoce la fórmula específica del desinfectante QAC-1 que nos permita tener indicios de su comportamiento químico frente a estas diferentes superficies, o que en definitiva sea un factor de adherencia bacteriana el cuál este influyendo. Algunos autores han destacado que la adherencia bacteriana depende de: la carga electrostática de la superficie adhiriéndose menos a superficies de poliestireno, la existencia de rugosidades, protuberancias, vetas o grietas, y otras irregularidades en la superficie., e incluso se ha comprobado que las superficies hidrofóbicas (plásticos) recubiertas con algunas proteínas (albúmina) son menos susceptibles a la adhesión de los microorganismos (Elortondo, F. et al, 1999).
- Harrison, J. J., et al. ya para el año 2008 habían determinado la sinergia existente entre diferentes tipos de amonio cuaternario y nanopartículas de cobre, concluyendo en su estudio lo siguiente: la combinación de ambos agentes activos (QACs y Cu^{+2}) provoca una disminución de la concentración bactericida mínima para las biopelículas de *Pseudomonas aeruginosa*, además, estos agentes juntos mantienen una actividad de amplio espectro contra biopelículas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* serovar *Cholerasuis* y *Pseudomonas fluorescens*, estableciendo, a través de ensayos químicos de colorimetría, que el Cu^{+2} y los QACs no interactúan en soluciones acuosas, lo que sugiere que cada agente ejerce toxicidad microbiológica a través de rutas bioquímicas independientes, lo cual explicaría la diferencia entre los resultados de las mediciones de amonio cuaternario y concentración de iones de cobre al séptimo día de aplicación, en donde se apreció una disminución de la concentración del amonio cuaternario inicial, sin embargo, la concentración de iones de Cu^{+2} en Decutec permanece estable durante los 7 días de permanencia en las superficies independiente de su carga de materia orgánica.
- En el estudio realizado se evidencio la acción bactericida del limpiador desinfectante con nanopartículas de cobre “DECUTEC”, sin embargo, existe bibliografía que indicaría, en base a sus agentes activos, el potencial uso de este desinfectante como fungicida y viricida, incluyendo al virus SARS-CoV 2. Por ejemplo, la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA), respaldada por la evidencia científica recopilada hasta la fecha, registró el cobre como el primer y único metal con propiedades antimicrobianas, indicando también esta propiedad para compuestos de amonio cuaternario, de hecho, en su listado de registro de desinfectantes para el uso

contra el virus del COVID, incluye productos en base a amonios cuaternarios. Otro dato importante es aportado por estudios realizados en Inglaterra (Van Doremalen et al., 2020) donde se determinó que en superficies con cobre el virus SARS-CoV 2 no es viable después de 4 horas de contacto, presentando mejores resultados en este tipo de superficies que en acero inoxidable y plástico.

VI. CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Excepto que la Ley lo requiera, Quality Trust Labs y el Cliente darán un tratamiento estrictamente confidencial a toda información y documentación que esté en posesión de ellos, sus empleados, representantes o terceros en virtud del presente Estudio.

Sólo se revelará información y/o documentación con el consentimiento previo y por escrito de la otra parte. El presente informe derivado de este estudio no puede ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de Quality Trust Labs SPA.

La información contenida en este informe de Ensayo forma parte de un estudio específico para la muestra descrita e incluye descripciones, resultados y conclusiones que de ninguna manera permiten al cliente afirmar que sus productos han sido certificados por Quality Trust Labs.

VII. REFERENCIAS

- (1) Díaz-Enriquez, E., Mayo-Abad, O., Miró-Frutos, I., Pérez-Gutiérrez, Y., & Tsoraeva, A. (2017). Determinación de la eficacia de los desinfectantes empleados en las áreas asépticas de un centro productor de biofarmacéuticos. *VacciMonitor*, 26(2), 54-59.
- (2) Lago, N. B., Godoy, L. C. B., & Borges, I. C. (2013). Evaluación de la efectividad de un desinfectante mediante el método de placas de contacto. *Revista Cubana de Farmacia*, 47(2), 185-192.
- (3) Grass, G., Rensing, C., & Solioz, M. (2011). Metallic copper as an antimicrobial surface. *Applied and environmental microbiology*, 77(5), 1541-1547.
- (4) Gerba, C. P. (2015). Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. *Applied and environmental microbiology*, 81(2), 464-469.
- (5) Russell, A. D. (2004). Factors influencing the efficacy of antimicrobial agents. *Principles and Practice of Disinfection, Sterilization and Preservation*. A. Fraiese, P. Lambert y JY Maillard (Edts). Cap, 3, 98-128.
- (6) COLOMBIA, D. (2003). Actividad bactericida del ácido hipocloroso. *Medicina*, 51(3), 136-142.
- (7) Harrison, J. J., Turner, R. J., Joo, D. A., Stan, M. A., Chan, C. S., Allan, N. D., ... & Ceri, H. (2008). Copper and quaternary ammonium cations exert synergistic bactericidal and antibiofilm activity against *Pseudomonas aeruginosa*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 52(8), 2870-2881.
- (8) Prado, V., Vidal, R., & Durán, C. (2012). Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica. *Revista médica de Chile*, 140(10), 1325-1332.
- (9) Bryce, E. A., Velapatino, B., Akbari Khorami, H., Donnelly-Pierce, T., Wong, T., Dixon, R., & Asselin, E. (2020). In vitro evaluation of antimicrobial efficacy and durability of three copper surfaces used in healthcare. *Biointerphases*, 15(1), 011005.
- (10) Neciosup, E., Vergara, M., Pairazamán, O., Apablaza, M., & Esparza, M. (2015, January). Cobre antimicrobiano contra patógenos intrahospitalarios en Perú. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 76, No. 1, pp. 9-14). UNMSM. Facultad de Medicina.
- (11) Van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., ... & Lloyd-Smith, J. O. (2020). Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, 382(16), 1564-1567.
- (12) ISP (2016). Guía general para la realización y presentación de ensayos de eficacia de productos desinfectantes y sanitizantes de uso sanitario y doméstico.

(13 Métodos y Procedimientos de Ensayo para Productos con acción antimicrobiana, desarrollados por el Laboratorio microbiológico de EPA, (interpretaciones estrictas de AOAC International y ASTM International standard methods). Website:

<https://www.epa.gov/pesticide-analytical-methods/antimicrobial-testing-methods-procedures-developed-epasmicrobiology>

(14 Elortondo, F. P., Salmeron, J., Albisu, M., & Casas, C. (1999). Formación de películas biológicas en la industria alimentaria/Biofilms in the food industry. Food Science and Technology International, 5(1), 25-30.



Responsable Técnico QTLabs:
Jessica Chávez Torres



Gerente general QTLabs:
Angélica Jara Orellana