Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Grado en
Ciencia y Tecnología de los alimentos

Evaluación de la higiene de superficies de tablets como fuente potencial de contaminación en el ámbito alimentario

Hygene evaluation of tablets surfaces as potential source of contamination in the food sector

Autor/es

David Jiménez Samper

Director/es

Domingo Blanco Parmo
Antonio Herrera Marteache

Facultad de Veterinaria

2016

Datos personales del alumno:

APELLIDOS, NOMBRE: Jiménez Samper, David

DNI: 17456819A

TELÉFONO: 655607357

CORREO ELECTRÓNICO: djimenezsamper@gmail.com

ÍNDICE

1. RESUMEN 3
2. INTRODUCCIÓN 5
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS 7
4. METODOLOGÍA 8
4.1. Entorno y selección de las muestras 8
4.2. Microorganismos investigados 8
4.3. Preparación de los medios de cultivo 9
4.4. Procedimiento de toma de muestras, siembra e incubación 10
4.6. Obtención de los resultados 12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 13
5.1. Resultados de las encuestas de uso e higiene de la tablet 13
5.2. Resultados obtenidos en la analítica microbiológica 15
5.2.1. Recuentos de Aerobios Mesófilos Totales 17
5.2.2. Recuentos de Micobiota 17
5.2.3. Recuentos de *Fª Enterobacteriaceae* 18
5.2.4. Recuentos de Coliformes/*E.coli* 18
5.2.5. Recuentos de *Staphylococcus* Coagulasa Positivos 19
5.2.6. Recuentos de Enterococos 20
5.2.7. Recuentos de *Clostridium perfringens* 21
5.3. Relación de los resultados y variables planteadas 21
5.3.1. Sexo de los encuestados 21
5.3.2. Edad de los encuestados 23
5.3.3. Relación con la presencia de pantalla protectora 24
5.3.4. Relación con el tiempo de uso de la tablet 25
5.3.5. Relación con la limpieza de la tablet 27
5.3.6. Relación con el lavado frecuente de manos 29
5.3.7. Relación con el uso durante la manipulación de alimentos 30
6. CONCLUSIONES 32
7. VALORACIÓN PERSONAL 35
8. BIBLIOGRAFÍA 36
ANEXO I. ENCUESTA DE HIGIENE PERSONAL Y DE USO DE LA TABLET ... 39

ANEXO II. FICHA DE DATOS PERSONALES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TABLET 41

ANEXO III. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS EFECTUADO A PANTALLAS DE TABLETS 42

1. RESUMEN

Las tablets son un instrumento cuya introducción se encuentra en continuo crecimiento, desde los hogares hasta la empresa alimentaria. Sin embargo, se conoce que las pantallas de este tipo de dispositivos pueden actuar como fómites en la diseminación de microorganismos.

En este contexto, se muestrearon tablets de 30 usuarios del entorno de la Facultad de Veterinaria (Universidad de Zaragoza), elegidos aleatoriamente y de diferente sexo. Se llevó a cabo una analítica microbiológica mediante el hisopado de las pantallas de estos dispositivos y el posterior recuento en placa. Los grupos microbianos estudiados fueron: aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras, enterobacterias, coliformes y *E.coli*, *Staphylococcus* coagulasa (+) y coagulasa (–), *Micrococcus* y *Clostridium perfringens*.

Los recuentos totales, fueron bajos no superando la mayoría de muestras las 2 u.log.UFC/cm^2 (73%). Además, se evidenció una mayor presencia de bacterias Gram positivas frente a las Gram negativas, y en todo caso, de aquellas características de la microbiota de la piel humana y mucosas humanas.

Por otro lado, se estudió la posible correlación entre los recuentos totales obtenidos y las variables de: sexo y edad de los usuarios, presencia de pantalla protectora en la tablet, tiempo de utilización y frecuencia de limpieza de la misma, lavado frecuente de manos, y manejo de la tablet durante la manipulación de alimentos. La correlación entre los recuentos y dichas variables fue sometida a una prueba de chi-cuadrado, que evidenció la imposibilidad de establecer relaciones estadísticamente significativas.

Por tanto, se concluye que a pesar de su actuación como vector de microorganismos, los recuentos obtenidos son tan discretos que puede plantearse el posible potencial antimicrobiano de este tipo de dispositivos, a través de las radiaciones electromagnéticas emitidas, como fuente de futuros estudios.

1. ABSTRACT

Tablets are an instrument whose introduction is in continuous growth, from households to food business. However, it is known that screens of this type of devices may act as fomites in the spread of microorganisms.

In this context, 30 user's tablets environment Faculty of Veterinary (University of Zaragoza) were sampled and randomly chosen by gender. A microbiological analytics was carried out swabbing screens of that devices and the later plate count. The following microbial groups were evaluated along this study: Total mesophilic aerobes, molds and yeasts, enterobacteria, coliforms and *E.coli*, *Staphylococcus* coagulase (–) and coagulase (+), *Micrococcus* and *Clostridium perfringens*.

Total counts were low and the majority of samples didn't overcome 2 u.log.CFU/cm^2 (73%). In addition, there was an outstanding presence of Gram positive bacteria in comparison with Gram negative bacteria. In particular, there was a greater presence of those bacteria characteristics of the human skin and mucosa microbiota.

Furthermore, a possible correlation between total counts obtained and different variables were also studied. The variables being considered were: gender and age of users, presence of protective screen in the tablet, usage time and cleaning frequency of it, frequent hand washing and tablet manipulation during food handling. The correlation between total counts and those variables was submitted to the chi-square test, which showed the impossibility of establishing statistically significant relations.

In conclusion, in spite of its action as microorganism vectors, counts obtained are so discreet. As a result, a possible antimicrobial potential of that type of device, trough electromagnetic radiations emitted, could be a source of future studies.

2. INTRODUCCIÓN

Tablets y smartphones son, a día de hoy, instrumentos básicos para la comunicación, englobándose en las llamadas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC). Muestra de ello es el crecimiento exponencial que ha sufrido su utilización a nivel empresarial en los últimos años, tal y como se muestra en la Figura 1, así como su consecuente avance tecnológico continuo. Esto ha permitido la paulatina introducción de esta tecnología en diversos sectores, logrando así una mejora en la calidad, velocidad y manejo de la comunicación, entre ellos en el sector alimentario.

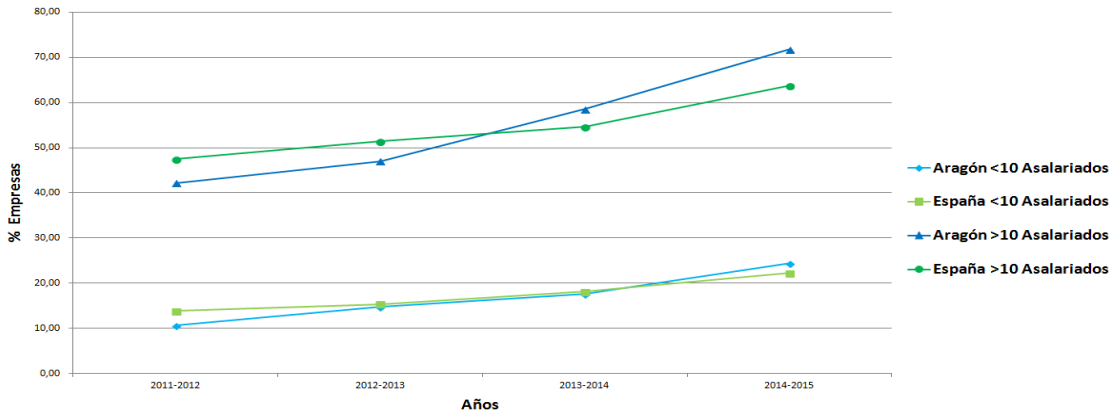

Figura 1. Evolución de empresas que proporcionan a sus empleados dispositivos portátiles de uso empresarial. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST)

El uso de tablets y smartphones en la industria alimentaria ha tenido un notable incremento en los últimos años. Del Pino (2001) relaciona tal avance con la puesta en marcha del aseguramiento de la trazabilidad, así como con la gestión integrada de la calidad en la industria alimentaria. Del mismo modo, el incremento de su uso también se ha visto propiciado por el incremento y facilidad de uso por los manipuladores en las últimas etapas de la cadena, tales como puntos de venta, restaurantes, puntos de catering, e incluso por parte de los propios consumidores finales.

Todo esto, permitió sugerir el estudio de la posible implicación de smartphones y tablets en la diseminación de microorganismos relacionados con la higiene de estas superficies, actuando así como fómites. Estos fómites, son objetos o materiales capaces de vehicular microorganismos patógenos, siendo un ejemplo de ello diversos instrumentos de ámbito hospitalario (Taconelli, 2011), pero también presentes en la industria alimentaria. Entre estos fómites se encuentra, tal y como sugieren Ulger *et al*. (2009), los smartphones y tablets.

En este aspecto, varios autores han estudiado la contaminación e implicación de tablets y smpartphones en diversos campos, como hospitales o universidades. Brady *et al*. (2009) realizaron una revisión donde se señala que, tanto tablets como smartphones, pueden servir de fómites y actuar como reservorios de patógenos nosocomiales, variando además el tipo de bacteria y nivel de contaminación en función del entorno clínico y país de origen del estudio.

Hirsch *et al*. (2014) estudiaron el nivel de contaminación y tipo de microorganismos presentes en tablets tipo iPad, comparando el ambiente hospitalario con un ambiente ajeno al mismo, concluyendo en este caso que, tanto el nivel de contaminación como los tipos de microorganismos, no variaron de un grupo a otro, siendo éstos los propios de la piel de las personas y no del entorno.

A su vez, otros estudios se han centrado en ambientes no hospitalarios, como Egert *et al*. (2015) que estudiaron el nivel de contaminación de las pantallas de 60 smartphones en el entorno de la Universidad de Furtwangen (Alemania), evaluando a su vez la eficacia de dos métodos de limpieza habituales: paños de microfibras y toallitas impregnadas en alcohol. Como cabía esperar, el nivel de contaminación fue menor en las pantallas previamente limpiadas. También en este contexto, Singh *et al*. (2010) evaluaron la contaminación microbiana en 50 smartphones de miembros de la escuela de Odontología de Manipal (India), previa y posteriormente a su limpieza. Igualmente, se observó una disminución en la carga microbiana tras la limpieza del smartphone.

Como resultados de los diferentes estudios, se observó un predominio de bacterias Gram positivas frente a bacterias Gram negativas, siendo la mayoría de ellas especies pertenecientes a los géneros *Staphylococcus* y *Micrococcus*. En particular, *Staphylococcus* coagulasa negativo fueron las bacterias aisladas con mayor prevalencia en las muestras. Además, se aislaron también algunas bacterias patógenas como algunos serotipos de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, o especies de los géneros *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Acinetobacter* (Brady et al., 2005; Karabay et al., 2007; Ulger et al., 2009; Singh et al., 2010; Hirsch et al., 2014; Pal et al., 2015).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El manejo con deficiente higiene de smartphones y tablets puede suponer que los mismos se comporten como fómites y contribuyan a la difusión de microorganismos contaminantes de la cadena alimentaria.

El presente Trabajo de Fin de Grado persigue el objetivo general de conocer cuál es la contaminación biótica habitual en este tipo de herramienta y qué impacto puede suponer este hecho en el ámbito alimentario. La consecución de este objetivo, se pretende alcanzar mediante los siguientes objetivos parciales:

- Cuantificar los principales grupos microbianos asociados a las superficies
- Identificar la presencia de microorganismos indicadores de higiene y seguridad alimentaria en dichas superficies
- Evaluar el grado de higiene de las superficies de tablets
- Observar la relación existente entre diferentes variables mediante una encuesta de manejo e higiene de la tablet, a fin de conocer si alguna de ellas puede ser determinante en el uso de las mismas
- Relacionar los resultados obtenidos con el ámbito de la manipulación de alimentos y proponer medidas de uso de este tipo de herramientas informáticas

Con ello, se pretende alcanzar además las competencias de formación propias de la asignatura, gracias al manejo de técnicas microbiológicas, el desarrollo de la capacidad de análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

4. METODOLOGÍA

4.1. ENTORNO Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

El presente Trabajo de Fin de Grado se llevó a cabo en el entorno de la Facultad de Veterinaria (Universidad de Zaragoza). En ella se tomaron 30 muestras de tablets, seleccionadas de forma aleatoria, de las que no se descartó ninguna para su posterior estudio. Del total, 18 tablets pertenecían a mujeres (60%) y 12 a hombres (40%). A su vez, 21 tablets correspondían a estudiantes universitarios (70%), 5 al profesorado (16,67%) y 4 a personas ajenas al entorno universitario (13,33%).

A cada persona seleccionada se le proporcionó una encuesta de higiene personal y uso de la tablet (ANEXO I), así como un documento con los datos personales y características de la tablet (ANEXO II), que debían rellenar. Cada muestra se identificó con un número precedido de la letra "T".

Todos los datos obtenidos de las encuestas eran archivados en formato papel e introducidos en bases de datos informáticas para su posterior análisis y correlación con los resultados.

4.2. MICROORGANISMOS INVESTIGADOS

Los microorganismos que se investigaron fueron aquellos que daban una idea de la carga microbiana total, así como los relacionados con el ambiente y la piel de los manipuladores. En todos los casos, los recuentos fueron en medios agarados y en placas de Petri. La Tabla 1 recoge dichos grupos microbianos investigados, así como la normativa ISO seguida y los principales medios de cultivo utilizados.

Grupo microbiano	**Normativa ISO aplicada**	**Medio de cultivo**
Aerobios Mesófilos Totales	UNE-EN ISO 4833_2:2014	PCA (Plate Count Agar)
Micobiota (Mohos y levaduras)	ISO 21527_1:2008	DRBC (Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol)
Grupos Gram negativo		
Fª Enterobacteriaceae	ISO 21528_2:2004	VRBG (Violet Red Bile Glucose) DOBLE CAPA
Coliformes/*E. coli*	ISO 4832:2006	AS (Agar Cromogénico de Alta Selectividad)

Grupos Gram positivo		
Staphylococcus Coagulasa positivo	UNE-EN ISO 6888_1:2000	BP (Baird Parker) + RPF (Rabbit Plasma Fibrinogen)
Gº Enterococcus	UNE-EN ISO-7899-2:2001	BEA (Bile Esculin Azide Agar)
Clostridium perfringens	UNE-EN ISO 7937:2005	TSC (Triptose Sulfite Cycloserine) DOBLE CAPA

Tabla 1. Grupos microbianos investigados, normativa ISO aplicada y principales medios de cultivo

El patrón de diluciones a seguir para cada grupo microbiano se estableció a partir de un primer muestreo, donde se tomaron 4 muestras y se propuso una serie de diluciones probables para cada grupo microbiano (Tabla 2). Una vez obtenidos los resultados de estas muestras, se ajustaron las diluciones para cada grupo microbiano, tal y como se recoge igualmente en la Tabla 2.

Grupo microbiano	**Diluciones iniciales**	**Diluciones ajustadas**
Aerobios Mesófilos Totales	0/-1/-2/-3/-4	0/-1
Micobiota (Mohos y levaduras)	0/-1/-2	0
Grupos Gram negativo		
Fª Enterobacteriaceae	0/-1/-2	0/-1
Coliformes/*E. coli*	0/-1/-2	0
Grupos Gram positivo		
Staphylococcus Coagulasa positivo	0/-1/-2	0/-1
Gº Enterococcus	0/-1/-2	0/-1
Clostridium perfringens	0/-1/-2	0

Tabla 2. Diluciones planteadas inicialmente y ajustadas tras el estudio

4.3. PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO

Los medios de cultivo necesarios para cada grupo microbiano se prepararon siguiendo las indicaciones establecidas por las normativas ISO correspondientes.

En el caso de los grupos microbianos a cuantificar mediante la técnica de extensión en superficie, los medios de cultivo se prepararon con al menos dos días de antelación a su uso. Se prepararon además tubos de ensayo y frascos, con 9 y 100 ml de agua de

peptona al 0,1% respectivamente, para las diluciones previstas. Las placas, tubos de ensayo y frascos se guardaban en refrigeración durante un período máximo de 3 semanas.

Por otro lado, los medios de cultivo para microorganismos sembrados por la técnica de homogeneización en masa, se elaboraban el mismo día de toma de muestras y análisis, atemperando el medio en los momentos previos a la siembra.

4.4. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS, SIEMBRA E INCUBACIÓN

Una vez cumplimentada la documentación proporcionada a cada encuestado, las tablets se llevaban al laboratorio para su consiguiente análisis. Previo a cada toma de muestra, se procedía a la desinfección de los guantes mediante isopropanol al 1%.

A continuación, se muestreaba cada una de las tablets siguiendo la técnica del hisopado superficial de la pantalla con la utilización de esponjas abrasivas estériles. Se frotaba la pantalla presionando ligeramente y se hacían varios barridos por todos los puntos de dicha superficie.

Posteriormente, las esponjas eran introducidas en bolsas de Stomacher estériles, a las que se incorporaban 100 ml de agua de peptona al 0,1% estéril. Las bolsas se llevaban al homogeneizador Stomacher, donde se sometían a agitación mecánica a 250 rpm durante 3 minutos.

Tras la retirada de la bolsa del equipo de agitación, se trasvasaba de nuevo el líquido de la misma al frasco que contenía el diluyente. Para facilitar la siembra y realización de las diluciones, cada uno de los frascos se etiquetaba y se clasificaba como dilución 0 o dilución madre. A partir de aquí, se elaboraron el resto de diluciones y siembras detalladas con anterioridad. Para ello, se pipeteaba 1 ml de la dilución anterior, depositándolo en un tubo de ensayo con 9 ml de agua de peptona tamponada al 0,1%, para obtener la dilución -1.

Una vez preparadas las diluciones, se procedió a la siembra del inóculo en los diferentes medios de cultivo, identificados con el nombre del medio de cultivo, dilución y código de muestra.

El método de siembra seleccionado para cada grupo microbiano, dependía fundamentalmente de las directrices establecidas en la normativa ISO (por extensión en

superficie o por homogeneización en masa). La metodología de siembra correspondiente a cada grupo microbiano se muestra en la Tabla 3.

Grupo microbiano	Método de siembra
Aerobios Mesófilos Totales	Extensión en superficie
Micobiota (Mohos y levaduras)	Extensión en superficie
Grupos Gram negativos	
Fª Enterobacteriaceae	Homogeneización en masa
Coliformes/*E. coli*	Extensión en superficie
Grupos Gram positivos	
Staphylococcus Coagulasa positivo	Extensión en superficie
Gº Enterococcus	Extensión en superficie
Clostridium perfringens	Homogeneización en masa

Tabla 3. Método de siembra seleccionado para cada grupo microbiano cuantificado

Estos procedimientos de siembra del inóculo por extensión en superficie y por homogeneización en masa seguidos pueden verse detallados en la Figura 2 y en la Figura 3 respectivamente.

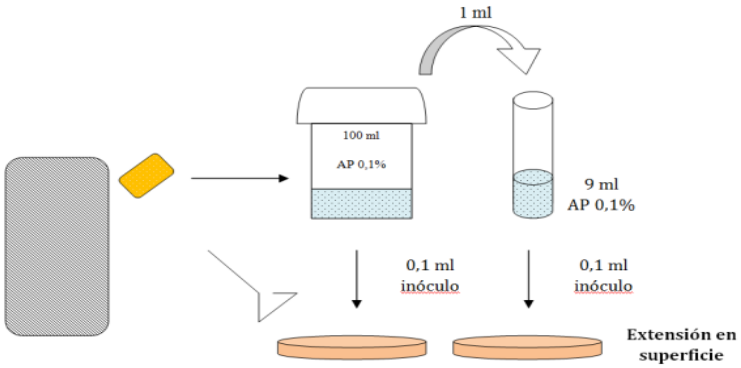

Figura 2. Procedimiento de siembra por extensión en superficie

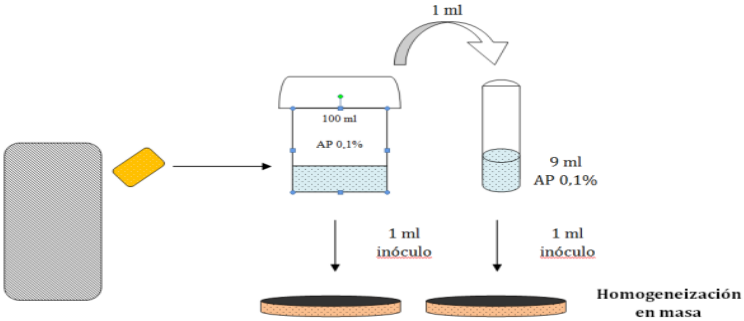

Figura 3. Procedimiento de siembra por homogeneización en masa

Tras la siembra de cada una de las muestras, se llevaron las placas a las diferentes estufas de incubación y bajo las condiciones definidas en la Tabla 4.

Grupo microbiano	Condiciones de incubación
Aerobios Mesófilos Totales	30 ºC/2-3 días/Aerobiosis
Micobiota (Mohos y levaduras)	25 ºC/3-5 días/Aerobiosis
Grupos Gram negativos	
Fª Enterobacteriaceae	37ºC/48 horas/Aerobiosis
Coliformes/*E. coli*	37ºC/24-48 horas/Aerobiosis
Grupos Gram positivos	
Staphylococcus Coagulasa positivo	37ºC/24 horas/Aerobiosis
Gº Enterococcus	37ºC/2-3 días/Aerobiosis
Clostridium perfringens	46ºC/2-3 días/Anaerobiosis

Tabla 4. Condiciones de incubación para cada grupo microbiano (Tª, tiempo y Eh)

4.6. Obtención de los resultados

Transcurrido el tiempo de incubación, se procedió al recuento de colonias características de cada medio de cultivo. Los resultados obtenidos se recogieron en una ficha de análisis, marcada con el código de cada muestra, tal y como se aprecia en el ANEXO III.

Finalmente, los recuentos obtenidos fueron introducidos en las bases de datos previamente elaboradas, junto a los resultados de las encuestas, para el análisis de los resultados y relación entre las diferentes variables planteadas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las encuestas de uso e higiene de la tablet, así como del análisis microbiano, se tabularon en bases de datos para su estudio, tanto por separado como en conjunto. Para ello, se elaboraron tablas de frecuencias para cada variable de estudio.

5.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS DE USO E HIGIENE DE LA TABLET

En primer lugar, se puede afirmar que las tablets son un instrumento de uso aún limitado. Esto se deriva del hecho de que 12 de los 30 encuestados (40%) utiliza la tablet menos de 30 minutos al día, 10 (33%) la utiliza entre 1 y 3 horas y tan solo un 27% la emplea durante un período diario mayor a 3 horas (Figura 4). Además, este tiempo se dedica en su gran mayoría (87% de los casos) al manejo de aplicaciones, existiendo por tanto una gran manipulación de la tablet.

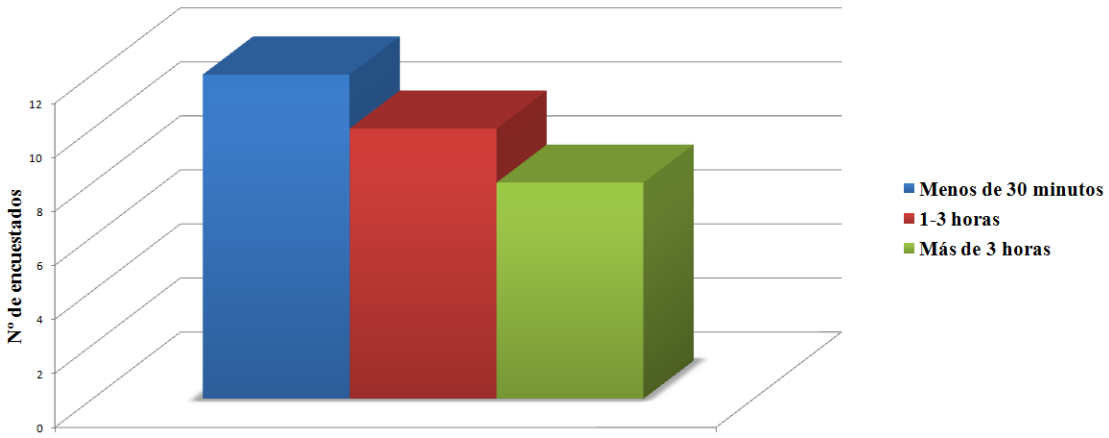

Figura 4. Tiempo invertido al día en el uso de la tablet por parte del personal partícipe en el experimental

A pesar de esta notoria manipulación, existe un deficiente grado de limpieza, tal y como se muestra en la Figura 5. De toda la población encuestada, 18 personas (60%) limpian alguna vez la superficie de la tablet, y de ellas 15 (83%) lo hacen exclusivamente en caso de que la pantalla contenga suciedad manifiesta. Tan solo un 17% limpia la tablet de forma ocasional y ninguna con frecuencia diaria.

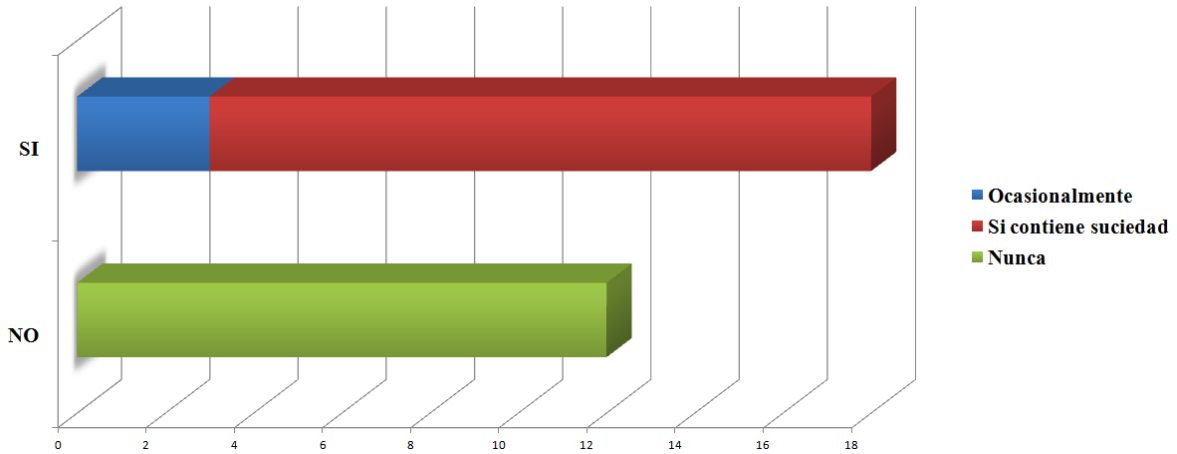

Figura 5. Frecuencia de limpieza de la tablet por parte del personal partícipe en el experimental

En cuanto a la higiene personal, en relación al uso de la tablet, 24 de los encuestados (80%) se lava las manos tras ir al servicio y antes del uso de la tablet, frente a otros 6 (20%), que no se lavan las manos. Lo contrario sucede con el 20% de los encuestados que se lavan las manos antes o después del uso de la tablet en su puesto de trabajo, frente al 80% que no lo hace.

En cuanto a la variable más íntimamente relacionada con el ámbito alimentario, se observa por los resultados obtenidos, que la población de estudio está muy dividida en cuanto al uso de la tablet durante la manipulación de alimentos, ya que 16 de los encuestados (53%) la utilizan, frente a los otros 14 (47%) que no la utilizan (Figura 6). Se ha estudiado además, la posible relación existente entre estos parámetros y las variables de edad, sexo y formación profesional de dichas personas, no encontrando relación alguna entre las mencionadas variables.

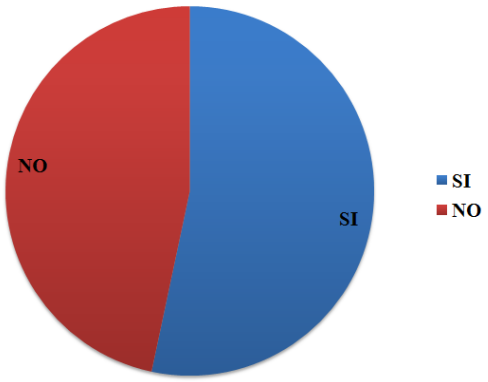

Figura 6. Uso de la tablet durante la manipulación de alimentos por parte del personal partícipe en el experimental

Por último, mencionar que la mayor parte de los encuestados, concretamente el 87%, apoyan la tablet en cualquier tipo de superficie y tan solo un 13% evita apoyarla en zonas, a priori, con mayor grado de contaminación.

5.2. Resultados obtenidos en la analítica microbiológica

Los recuentos obtenidos tras los períodos de incubación pertinentes fueron recogidos en bases de datos y tabulados por grupos microbianos para su análisis. En primer lugar, se calcularon los límites de detección de los grupos de microorganismos estudiados, asumiendo 1 UFC como recuento mínimo, 100 ml de diluyente y una superficie media hisopada de las 30 tablets de 338,64 cm^2. Estos límites de detección son los que se muestran en la Tabla 5.

GRUPO MICROBIANO	LÍMITE DE DETECCIÓN (UFC/cm^2)	LÍMITE DE DETECCIÓN ($u.log.UFC/cm^2$)
Aerobios Mesófilos Totales	$3{,}0 \cdot 10^0$	0,48
Micobiota	$3{,}0 \cdot 10^0$	0,48
Fª Enterobacteriaceae	$3{,}0 \cdot 10^{-1}$	-0,52
Coliformes/*E. coli*	$3{,}0 \cdot 10^0$	0,48
***Staphylococcus* Coagulasa positivo**	$3{,}0 \cdot 10^0$	0,48
Gº Enterococcus	$3{,}0 \cdot 10^0$	0,48
Clostridium perfringens	$3{,}0 \cdot 10^{-1}$	-0,52

Tabla 5. Límites de detección (UFC/cm^2 y $u.log.UFC/cm^2$) para los diferentes grupos microbianos investigados (UFC: Unidades Formadoras de Colonia)

Ulteriormente, y a partir de las placas de cada muestra con UFCs superiores a los límites de detección, se calculó la media para cada grupo microbiano. Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 6 y gráficamente en la Figura 7.

Entre estos resultados se observa, en primer lugar, que los recuentos nunca superan las 2 $u.log.UFC/cm^2$. Estos recuentos tan discretos son posiblemente debidos a que las superficies de estudio no son un medio favorable para la supervivencia y el crecimiento microbiano, provocando por tanto, cierto nivel de estrés y/o inhibición microbiana en los microorganismos.

Existe además un marcado predominio de las bacterias Gram positivas frente a las Gram negativas. Este hecho, se ha achacado a un posible efecto descontaminante propiciado

por las ondas electromagnéticas emitidas por este tipo de dispositivos, del tipo de las radiofrecuencias, y que oscila entre los 450-2500 MHz (OMS, 2014). Sin embargo, no se han encontrado datos bibliográficos que avalen esta hipótesis.

Se observa además, que los microorganismos predominantes, son aquellos correspondientes a los géneros *Staphylococcus*, *Enterococcus* y micobiota, microorganismos característicos a su vez de la microbiota de la piel humana. Además, la suma de los recuentos de estos microorganismos se corresponde con el recuento total de aerobios mesófilos totales.

Así pues, se concluye que la microflora existente en la superficie de las tablets está compuesta en gran medida por microorganismos propios de la piel humana, principalmente bacterias Gram positivas, pertenecientes a los géneros *Staphylococcus* y *Enterococcus*.

Estos resultados, son comparables a los obtenidos por Singh *et al*. (2010) y Hirsch *et al*. (2014) cuyos análisis desvelaron la presencia de estos grupos microbianos en las superficies de tablets y smartphones.

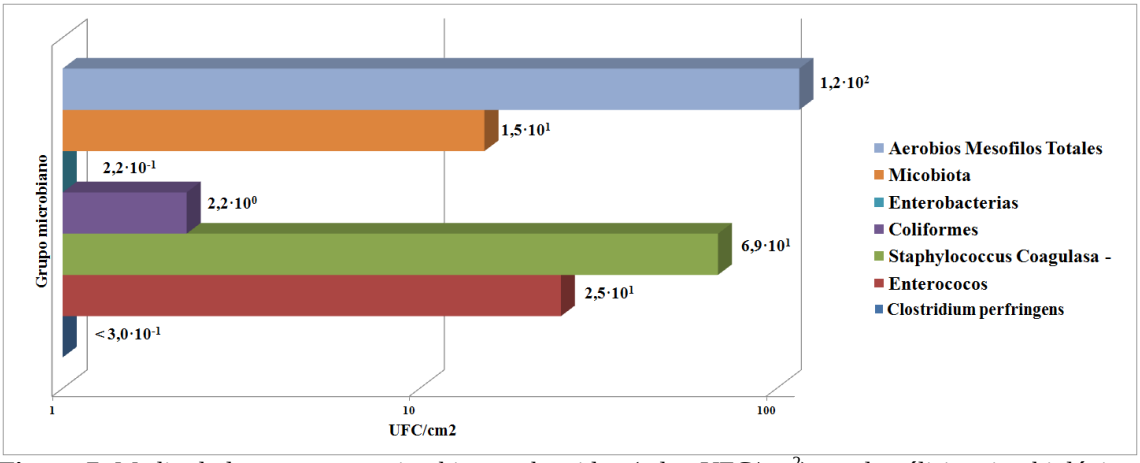

Figura 7. Media de los recuentos microbianos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets

GRUPO MICROBIANO		$\bar{X}$ (UFC/cm^2)		DESVIACIÓN ESTÁNDAR (UFC/cm^2)	
Aerobios Mesófilos Totales		$1,2\cdot10^{2}$		$2,5\cdot10^{2}$	
Micobiota	**Mohos**	$1,5\cdot10^{1}$	$2,3\cdot10^{1}$	$2,9\cdot10^{1}$	$3.9\cdot10^{1}$
	Levaduras		$3.4\cdot10^{0}$		$1,4\cdot10^{0}$
Fª Enterobacteriaceae		$2,2\cdot10^{-1}$		-	
Coliformes/*E. coli*	**Coliformes**	$2,2\cdot10^{0}$	$2,2\cdot10^{0}$	$2,3\cdot10^{-2}$	$2,3\cdot10^{-2}$
	E.coli		$< 3,0\cdot10^{0}$		-

***Staphylococcus* Coagulasa negativo**	$6{,}9 \cdot 10^{1}$	$8{,}5 \cdot 10^{1}$
***Staphylococcus* Coagulasa positivo**	$3{,}0 \cdot 10^{0}$	-
Gº Enterococcus	$2{,}5 \cdot 10^{1}$	$4{,}7 \cdot 10^{1}$
Clostridium perfringens	$< 3{,}0 \cdot 10^{-1}$	-

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar (UFC/cm^2) de los recuentos obtenidos en la analítica microbiológica de pantallas de tablets

5.2.1. Recuentos de Aerobios Mesófilos Totales

Aerobios mesófilos totales por encima del límite de detección se encontraron en 27 de las 30 muestras analizadas, encontrándose 22 de ellas (73% del total) por debajo de 2 u.log.UFC/cm^2; resultados similares a los obtenidos por otros autores como Hirsch *et al.* (2014) cuyos recuentos oscilaban entre 1-3 u.log.UFC/cm^2. Los resultados obtenidos en forma de frecuencias se muestran en la Tabla 7 y en la Figura 8.

U.LOG.UFC/cm^2	**< 0,50 (n.d.)**	**0,50-1**	**1-2**	**2-3**	**3-4**
FRECUENCIA	3 (10%)	4 (13,33%)	15 (50%)	7 (23,33%)	1 (3,33%)

Tabla 7. Intervalos de frecuencia de los recuentos de Aerobios Mesófilos Totales (u.log.UFC/cm^2) detectados en pantallas de tablets

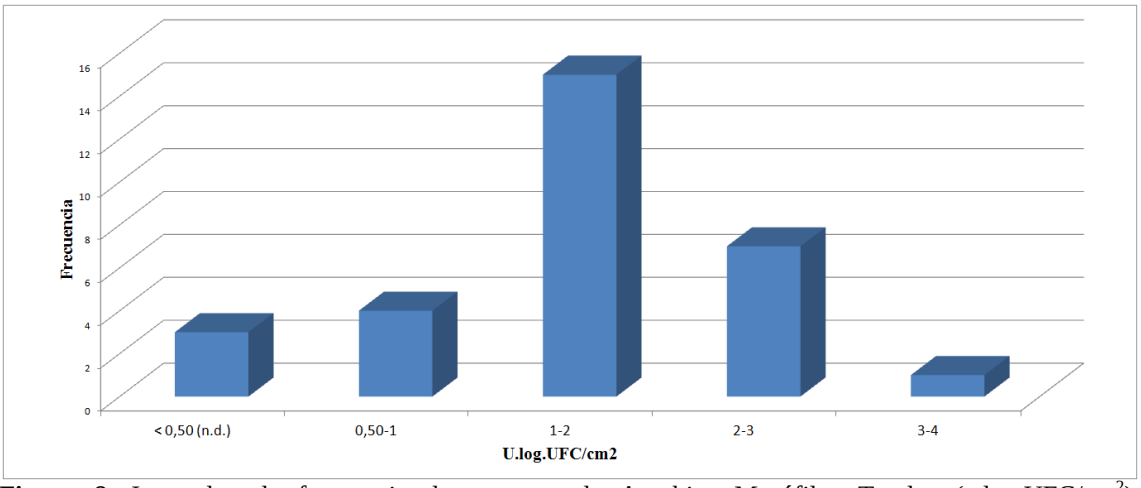

Figura 8. Intervalos de frecuencia de recuento de Aerobios Mesófilos Totales (u.log.UFC/cm^2) detectados en pantallas de tablets

5.2.2. Recuentos de Micobiota

Recuentos de micobiota superiores al límite de detección se obtuvieron solo en 7 de las 30 muestras analizadas, todas ellas entre 0,5-2 u.log.UFC/cm^2, y de las cuales 4 muestras presentaban exclusivamente levaduras, 2 muestras mohos y tan solo 1 muestra combinaba mohos y levaduras.

Las frecuencias de los resultados se contemplan en la Tabla 8 y en la Figura 9.

U.LOG.UFC/cm^2	< 0,50 (n.d.)	0,50-1	1-2
FRECUENCIA	23 (76,67%)	5 (16,67%)	2 (6,67%)

Tabla 8. Intervalos de frecuencia de los recuentos de Micobiota (u.log.UFC/cm^2) obtenidos en el análisis microbiológico de pantallas de tablets

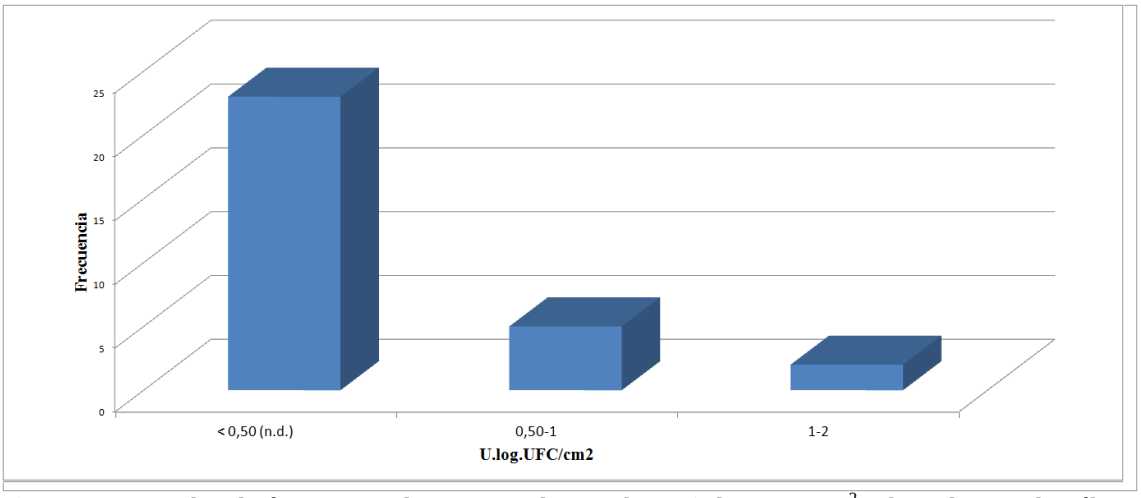

Figura 9. Intervalos de frecuencias de recuento de Micobiota (u.log.UFC/cm^2) obtenidos en el análisis microbiológico de pantallas de tablets

5.2.3. Recuentos de *Fª Enterobacteriaceae*

De todas las muestras analizadas, tan solo 1 muestra presentaba recuentos de Enterobacterias, con una carga microbiana de -0,66 u.log.UFC/cm^2. Las 29 muestras restantes presentaron recuentos inferiores al límite de detección establecido para dicho grupo microbiano.

5.2.4. Recuentos de Coliformes/*E.coli*

Microorganismos del grupo de los coliformes se obtuvieron en sólo 2 de las muestras analizadas, con recuentos de 0,34 u.log.UFC/cm^2, coincidiendo una de ellas con la muestra que presentaba Enterobacterias.

Por otro lado, ninguna de las muestras analizadas mostraba recuentos de *E.coli* por encima del límite de detección establecido, microorganismo que claramente indica contaminación de origen fecal.

5.2.5. Recuentos de *Staphylococcus* Coagulasa Positivos

Del total de muestras analizadas, 28 presentaron recuentos del *Gº Staphylococcus* por encima del límite de detección; 18 de ellas (60% del total) mostraron resultados entre 1-2 u.log.UFC/cm^2.

Por otro lado, en 27 muestras los microorganismos presentes fueron exclusivamente *Staphylococcus* coagulasa negativo, y tan solo la muestra restante manifestó presencia de *Staphylococcus* coagulasa positivo. Se hace extraño por tanto la escasa presencia de *Staphylococcus* coagulasa positivo a pesar de la elevada manipulación de la que son objeto estas pantallas.

Los resultados obtenidos en cuanto a recuentos de *Staphylococcus* coagulasa (–) son muy similares a los obtenidos por otros autores, como Singh *et al*. (2010), siendo *Staphylococcus* coagulasa (–) el microorganismo más común, evidenciando su presencia en el 78% de las muestras, frente al 93% en este caso. Por otro lado, Hirsch *et al*. (2014), obtuvo recuentos entre 2-3 u.log.UFC/cm^2, algo superiores a los obtenidos en este caso.

Si bien, los resultados obtenidos para *Staphylococcus* coagulasa (+) son algo diferentes a los obtenidos por Singh *et al*. (2010), afirmando la presencia de *S. aureus* en el 18% de las muestras analizadas, siendo en este caso tan solo el 3%.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 9 y en la Figura 10.

U.LOG.UFC/cm^2	**< 0,50 (n.d.)**	**0,50-1**	**1-2**	**2-3**
FRECUENCIA	2 (6,67%)	5 (16,67%)	18 (60%)	5 (16,67%)

Tabla 9. Intervalos de frecuencia de los recuentos de *Staphylococcus* coagulasa – (u.log.UFC/cm^2) observados en los análisis microbiológicos de pantallas de tablets

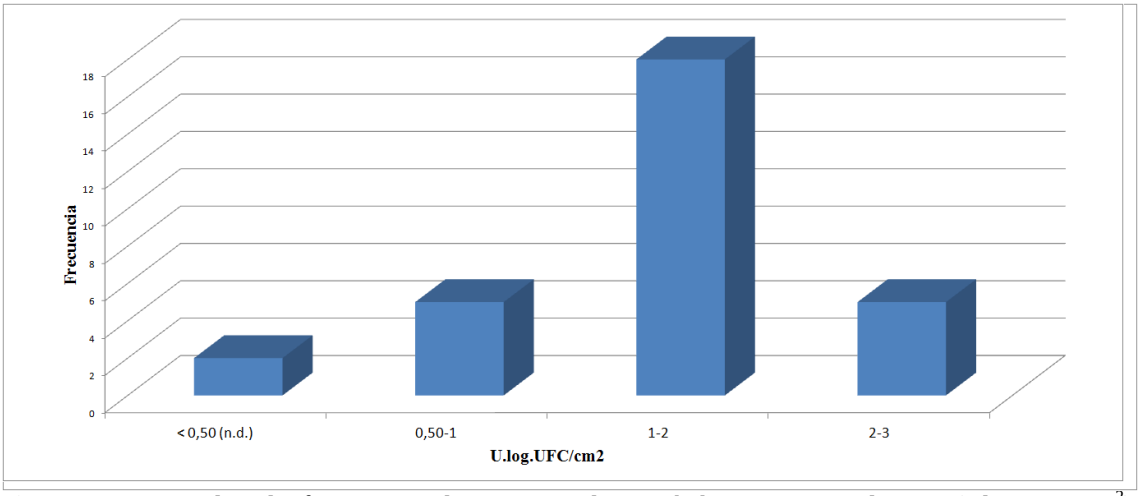

Figura 10. Intervalos de frecuencias de recuento de *Staphylococcus* coagulasa – (u.log.UFC/cm^2) observados en los análisis microbiológicos de pantallas de tablets

5.2.6. Recuentos de Enterococos

Microorganismos del género *Enterococcus* por encima del límite de detección se observaron en 16 de las muestras analizadas, 10 de las cuales (33% del total) con recuentos entre 0,50-1 u.log.UFC/cm^2, recuentos algo inferiores a los obtenidos por autores como Hirsch et al. (2014), que situaba a los enterococos en recuentos de 2-3 u.log.UFC/cm^2. Estos resultados, se detallan en la Tabla 10 y en la Figura 11.

U.LOG.UFC/cm^2	< 0,50 (n.d.)	0,50-1	1-2	2-3
FRECUENCIA	14 (46,67%)	10 (33,33%)	5 (16,67%)	1 (3,33%)

Tabla 10. Intervalos de frecuencia de los recuentos de Enterococos (u.log.UFC/cm^2) obtenidos en la analítica microbiológica de pantallas de tablets

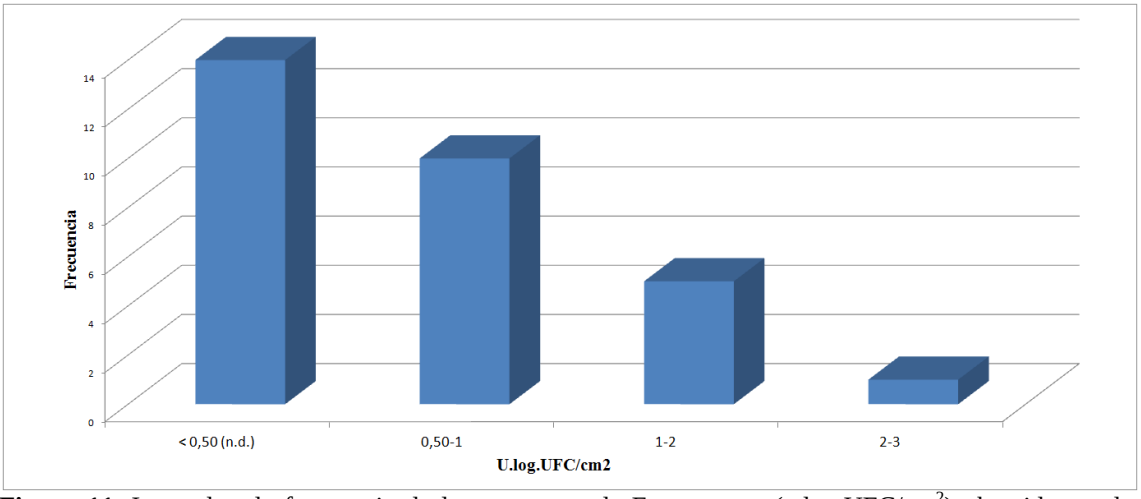

Figura 11. Intervalos de frecuencia de los recuentos de Enterococos (u.log.UFC/cm^2) obtenidos en la analítica microbiológica de pantallas de tablets

5.2.7. Recuentos de *Clostridium perfringens*

Todas las muestras analizadas presentaron recuentos de *Clostridium perfringens* por debajo del límite de detección establecido ($3{,}0 \cdot 10^{-1}$ UFC/cm^2). Al igual que *E. coli*, este microorganismo es también un claro indicador de contaminación fecal, principalmente de origen humano y/o vacuno, aunque también su presencia podría deberse a una contaminación telúrica.

5.3. Relación de los resultados y variables planteadas

Tras la evaluación de los resultados, se procedió a su análisis con el fin de encontrar una correlación entre los recuentos obtenidos y las siguientes variables: sexo y edad de los encuestados, presencia de pantalla y/o funda protectora, horas de uso de la tablet, limpieza de la misma, lavado de manos frecuente y utilización de la tablet durante la manipulación de alimentos.

Para cada una de estas variables se calculó la media, la desviación estándar y el porcentaje de muestras con recuentos por encima del límite de detección, para los grupos microbianos más influyentes del estudio (Aerobios mesófilos totales, micobiota, *Staphylococcus* coagulasa (–) y *Enterococcus*)

5.3.1. Sexo de los encuestados

En primer lugar se estudió la posible relación existente entre el sexo de los encuestados y los recuentos obtenidos.

Los resultados presentes en la Tabla 11 y Figura 12, evidencian recuentos superiores en hombres que en mujeres para todos los microorganismos reseñados. A su vez, la obtención de recuentos superiores al límite de detección fue algo superior en hombres que en mujeres.

		SEXO DE LOS ENCUESTADOS			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
Hombres	**%Recuentos > LD**	92%	100%	58,3%	25%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,08	1,86	1,40	1,11
n=12	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,40	1,94	1,69	1,48

Mujeres	**%Recuentos > LD**	89%	94%	50%	22%
n=18	**Media (u.log.UFC/cm^2)**	1,85	1,63	1,04	0,66
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	1,90	1,96	1,18	0,57

Tabla 11. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el sexo de los usuarios (LD: límite de detección)

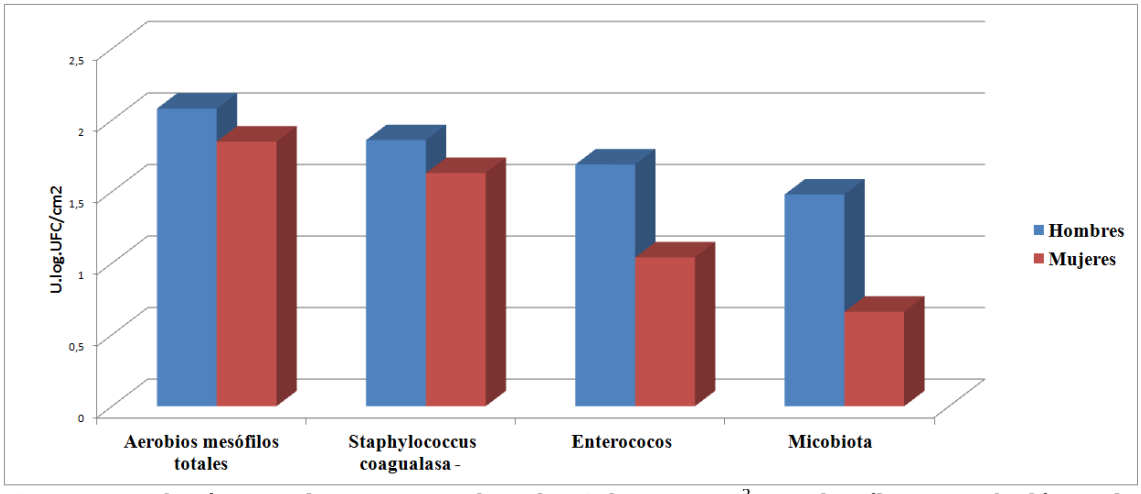

Figura 12. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el sexo de los usuarios

Los recuentos de aerobios mesófilos totales, fueron a su vez sometidos a la prueba de chi-cuadrado (χ^2), para comprobar si los resultados eran estadísticamente significativos. Para ello, se elaboró una tabla de intervalos de frecuencia (Tabla 12) y se calculó, para un nivel de significación (α) de 0,05, el valor de chi-cuadrado.

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	**FRECUENCIAS**			**VALOR χ^2 CALCULADO**
	Hombres	Mujeres	TOTAL	
< LD	1	2	3	
0,50-1	1	3	4	5,9226
1-2	4	11	15	**VALOR χ^2 TABULADO**
2-3	5	2	7	
3-4	1	0	1	
TOTAL	12	18	**30**	9,4877

Tabla 12. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con el sexo de los usuarios para la prueba χ^2

A la vista de los resultados, se observa que el valor de χ^2 (5,9226) es menor al indicado en la tabla de distribución de χ^2 (9,4877). Así pues, se descartó la hipótesis de trabajo, afirmando que no existe ninguna relación estadísticamente significativa entre los recuentos obtenidos y el sexo de los encuestados.

5.3.2. Edad de los encuestados

Para el estudio de la relación entre la edad de los encuestados y los recuentos microbianos obtenidos, se dividió la población de estudio en 3 grupos: de 20-24 años, de 25-40 años y mayores de 40 años.

Como se puede observar en la Tabla 13 y Figura 13, la carga microbiana de las tablets disminuye con el aumento de edad de la población, así como el porcentaje de muestras que presentan recuentos por encima del límite de detección.

Esto parece evidenciar un mayor cuidado y grado de limpieza por parte de la franja de mayor edad o un menor uso de los mismos.

		EDAD DE LOS ENCUESTADOS			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
20-24 años	**%Recuentos > LD**	90,5%	100%	47,6%	29%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,15	1,90	1,51	1,23
n=21	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,38	1,93	1,76	1,51
25-40 años	**%Recuentos > LD**	100%	100%	100%	0%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,80	1,76	0,88	-
n=4	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,60	2,08	1,77	-
> 40 años	**%Recuentos > LD**	80%	80%	40%	20%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,78	1,26	1,36	0,57
n=5	**Desviación estándar (u.log.UFC /cm^2)**	1,76	1,85	1,34	-

Tabla 13. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la edad de los usuarios

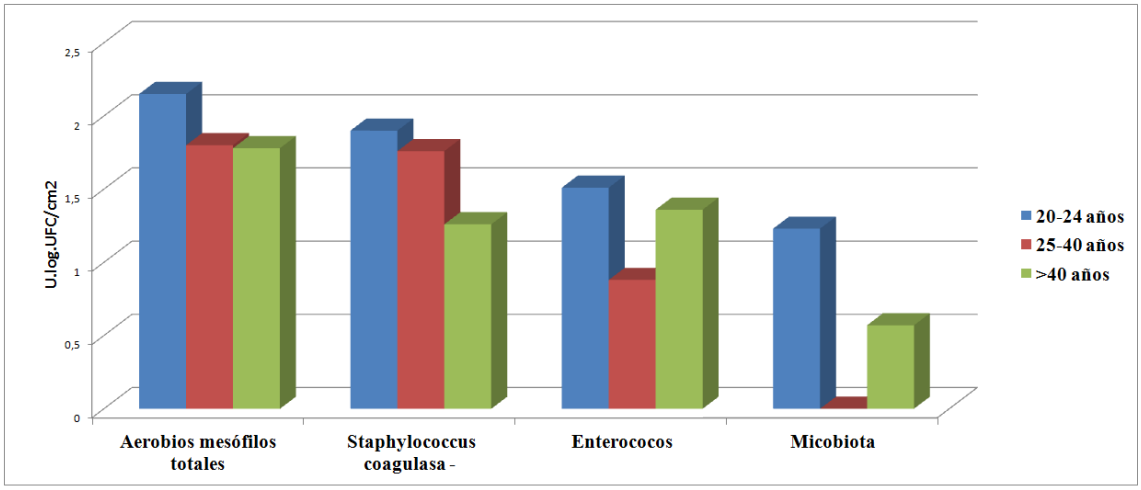

Figura 13. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la edad de los usuarios

A partir de los recuentos obtenidos de aerobios mesófilos totales, se elaboró una tabla de intervalos de frecuencia para realizar la prueba de χ^2 (Tabla 14).

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	FRECUENCIAS				VALOR χ^2 CALCULADO
	20-24 años	25-40 años	>40 años	TOTAL	
< LD	2	0	1	3	
0,50-1	3	0	1	4	2,7020
1-2	10	3	2	15	VALOR χ^2 TABULADO
2-3	5	1	1	7	
3-4	1	0	0	1	
TOTAL	21	4	5	**30**	15,5073

Tabla 14. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con la edad de los usuarios para la prueba χ^2

Tras el cálculo del valor χ^2 (2,7020) y en comparación con el valor de la tabla de distribución de χ^2 para un valor α de 0,05 (15,5073), se concluye que la hipótesis de trabajo es nula, y por tanto no existe correlación estadísticamente significativa entre los recuentos obtenidos y dicha variable.

5.3.3. Relación con la presencia de pantalla protectora

Los recuentos obtenidos en las muestras que poseían una pantalla protectora de cualquiera de los tipos evaluados, fueron superiores a los obtenidos en las muestras que no llevaban pantalla protectora, tal y como se muestra en la Tabla 15 y Figura 14. Este hecho, podría explicarse por una posible mayor porosidad de las pantallas protectoras, ejerciendo un efecto positivo para el asentamiento y persistencia de microorganismos, así como por un posible efecto protector frente a la radiación emitida por la tablet.

		PRESENCIA DE PANTALLA PROTECTORA			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
Sí n=10	**%Recuentos > LD**	100%	100%	50%	10%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,32	1,96	1,78	1,00
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,41	1,93	1,54	-
No n=20	**%Recuentos > LD**	85%	95%	55%	30%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,78	1,76	0,95	1,20
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	1,89	1,93	1,54	1,48

Tabla 15. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la presencia de pantalla protectora

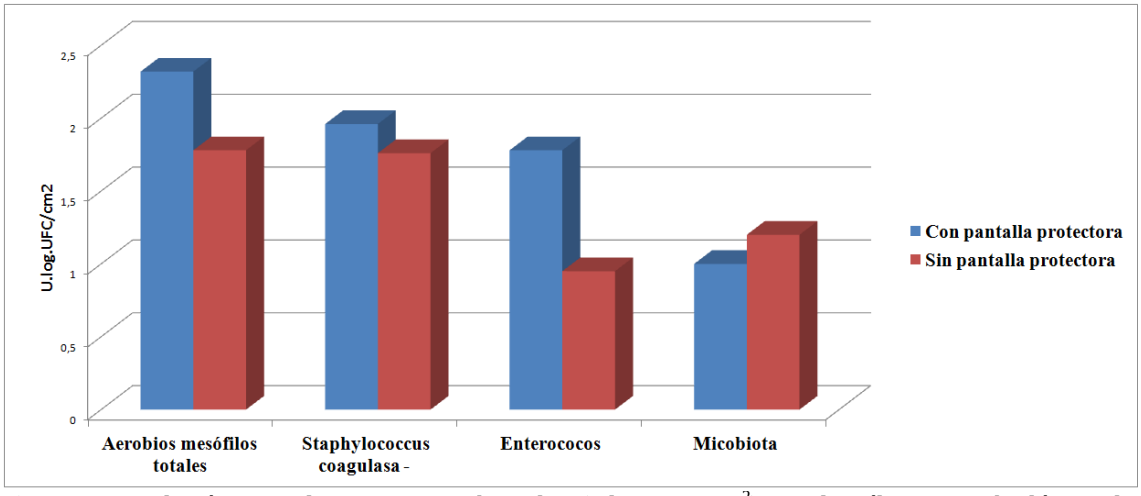

Figura 14. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la presencia de pantalla protectora

Al igual que en las anteriores variables, los recuentos de aerobios mesófilos totales se sometieron a la prueba de χ^2, tras su previa tabulación en intervalos de frecuencia (Tabla 16).

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	FRECUENCIAS			VALOR χ^2 CALCULADO
	Sí	No	TOTAL	
< LD	0	3	3	
0,50-1	1	3	4	3,9107
1-2	5	10	15	VALOR χ^2 TABULADO
2-3	3	4	7	
3-4	1	0	1	
TOTAL	10	20	**30**	9,4877

Tabla 16. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con la presencia de pantalla protectora de la tablet para la prueba χ^2

Puesto que el valor calculado de χ^2 (3,9107) fue inferior al indicado en la tabla de distribución de χ^2 para un coeficiente α=0,05 (9,4877), se aceptó la hipótesis nula concluyendo que no existe relación entre los recuentos de aerobios mesófilos totales y la presencia de pantalla protectora en la tablet.

5.3.4. Relación con el tiempo de uso de la tablet

En cuanto a los parámetros relacionados con el manejo de la tablet e higiene personal, se evalúo en primer lugar la posible relación existente entre el tiempo de uso de la tablet y los recuentos obtenidos. Estos resultados se muestras en la Tabla 17 y Figura 15.

Tras el análisis de los resultados, los recuentos son ligeramente superiores en los usuarios que utilizan la tablet entre 1-3 horas. Sin embargo, el porcentaje de muestras que presentan resultados por encima del límite de detección es más elevado en el grupo

de usuarios que utilizan este dispositivo electrónico durante más de 3 horas al día. Es por ello, que no se ha podido establecer a priori una relación entre ambas variables.

		TIEMPO DE USO DE LA TABLET			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
< 30 minutos	**%Recuentos > LD**	83,3%	100%	66,7%	25%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,83	1,62	0,98	0,46
n=12	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	1,93	1,95	1,23	0,18
1-3 horas	**%Recuentos > LD**	90%	90%	40%	10%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,32	2,04	1,73	0,38
n=10	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,43	1,95	1,75	-
> 3 horas	**%Recuentos > LD**	100%	100%	50%	38%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,81	1,82	1,41	1,51
n=8	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,40	1,95	1,32	1,63

Tabla 17. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el tiempo de uso de la misma

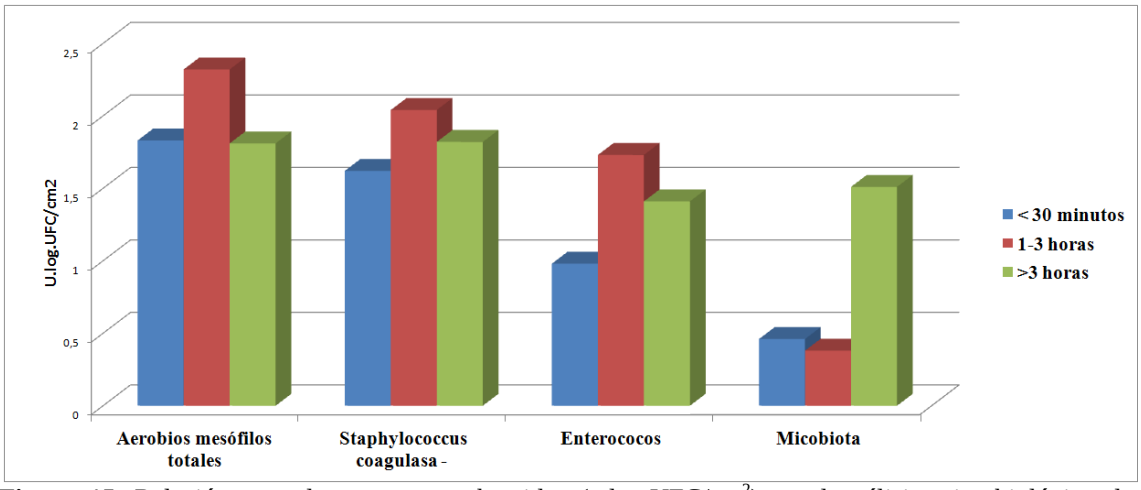

Figura 15. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el tiempo de uso de la misma

La carga microbiana obtenida de aerobios mesófilos totales fue sometida a la prueba de χ^2 para comprobar la veracidad de la hipótesis planteada, ordenando los datos en forma de intervalos de frecuencia (Tabla 18).

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	**FRECUENCIAS**				**VALOR χ^2 CALCULADO**
	< 30 minutos	1-3 horas	> 3 horas	TOTAL	
< LD	2	1	0	3	
0,50-1	2	1	1	4	5,4946

1-2	5	4	6	15	**VALOR χ^2 TABULADO**
2-3	3	3	1	7	
3-4	0	1	0	1	
TOTAL	12	10	8	**30**	15,5073

Tabla 18. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con el tiempo de uso de la tablet para la prueba χ^2

El valor χ^2 calculado (5,4946) fue inferior al extraído de la tabla de distribución para un coeficiente α de 0,05 (15,5073), descartando así la hipótesis de que el tiempo de utilización de la tablet tuviera correlación alguna con los recuentos obtenidos.

5.3.5. Relación con la limpieza de la tablet

Para el estudio de la posible relación entre la limpieza frecuente de la tablet y los recuentos obtenidos, se establecieron 3 grupos de análisis: usuarios que limpian la tablet ocasionalmente, en caso de que contenga suciedad visible y usuarios que no limpian nunca la tablet. Los resultados obtenidos en este caso se muestran en la Tabla 19 y Figura 16.

Se observa en esta caso, recuentos menores en las tablets que se limpiaban ocasionalmente frente al resto. Sin embargo, también se hace evidente la obtención de recuentos superiores en las muestras que se limpiaban en caso de contener suciedad visible que en las tablets que no recibían limpieza alguna.

Se concluye, por tanto, que la limpieza habitual de la tablet no parece ejercer un efecto sobre la disminución de los recuentos, a pesar de que en primera instancia sí que ejerce un efecto descontaminante sobre la superficie de la tablet, tal y como concluyen Singh *et al*. (2010) y Egert *et al*. (2015).

		LIMPIEZA DE LA TABLET			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
Ocasionalmente n=3	**%Recuentos > LD**	100%	100%	66,7%	0%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,91	1,76	0,56	-
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,46	1,99	0,08	-

En caso de que contenga suciedad	**%Recuentos > LD**	100%	93%	47%	27%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,11	1,90	1,66	1,36
n=15	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	2,40	1,94	1,72	1,48
Nunca	**%Recuentos > LD**	75%	100%	58%	25%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,00	1,79	1,32	0,69
n=12	**Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)**	1,90	1,93	1,28	0,56

Tabla 19. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la frecuencia de limpieza de la misma por parte de los usuarios

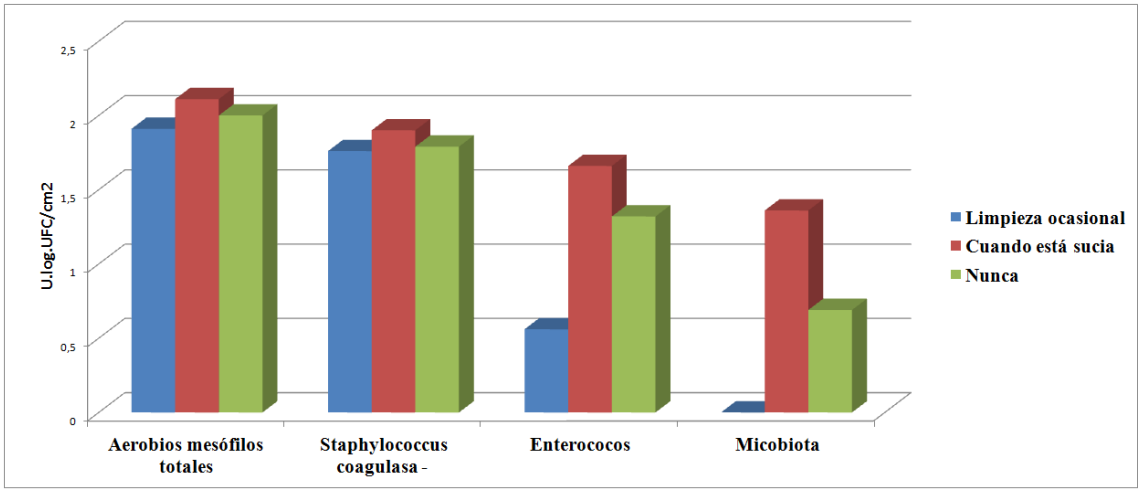

Figura 16. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la frecuencia de limpieza de la misma por parte de los usuarios

Para rechazar realmente esta hipótesis, se sometió a la prueba chi cuadrado los recuentos de aerobios mesófilos totales, con dichos datos en forma de intervalos de frecuencia (Tabla 20).

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	**FRECUENCIAS**				**VALOR χ^2 CALCULADO**
	Ocasionalmente	Suciedad visible	Nunca	TOTAL	
< LD	0	0	3	3	
0,50-1	1	3	0	4	10,4190
1-2	1	9	5	15	**VALOR χ^2 TABULADO**
2-3	1	2	4	7	
3-4	0	1	0	1	
TOTAL	3	15	12	**30**	15,5073

Tabla 20. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con la frecuencia de limpieza de la tablet por parte de os usuarios para la prueba χ^2

Para un coeficiente α=0,05, el valor de la tabla de distribución de χ^2 (15,5073) fue superior al valor χ^2 calculado para esta variable (10,4190). Así pues, se confirma que la

frecuencia de limpieza de la tablet no es estadísticamente influyente en los recuentos obtenidos.

5.3.6. Relación con el lavado frecuente de manos

Los resultados obtenidos para la variable de lavado frecuente de manos, se muestran en la Tabla 21 y Figura 17. Se observan recuentos algo superiores en las tablets de personas que no habitúan a lavarse las manos frente a las personas que sí lo hacen, así como también presentaron un mayor número de muestras por encima del límite de detección.

		LAVADO FRECUENTE DE MANOS			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
Sí n=25	**%Recuentos > LD**	88%	96%	52%	28%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,04	1,81	1,41	1,18
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,41	1,93	1,69	1,46
No n=5	**%Recuentos > LD**	100%	100%	60%	0%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,15	1,96	1,28	-
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,38	1,93	1,26	-

Tabla 21. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el lavado frecuente de manos de los encuestados

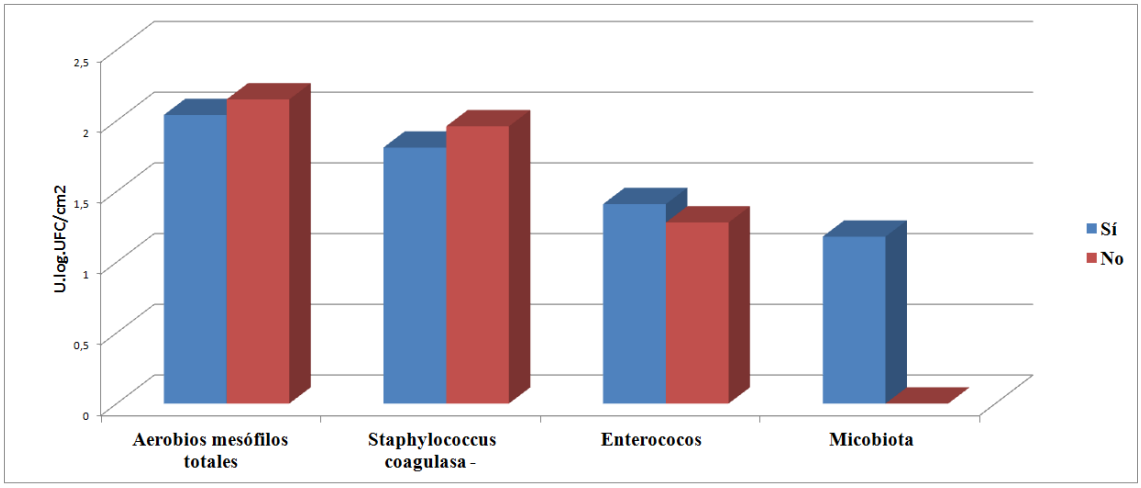

Figura 17. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y el lavado frecuente de manos de los encuestados

Para comprobar la veracidad de esta hipótesis, se tabularon los datos en forma de intervalos de frecuencia (Tabla 22) y se realizó una prueba de χ^2 sobre los recuentos de aerobios mesófilos totales obtenidos, con un coeficiente α de 0,05.

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	FRECUENCIAS			VALOR χ^2 CALCULADO
	Sí	No	TOTAL	
< LD	3	0	3	
0,50-1	4	0	4	5,1771
1-2	13	2	15	VALOR χ^2 TABULADO
2-3	4	3	7	
3-4	1	0	1	
TOTAL	25	5	**30**	9,4877

Tabla 22. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con el lavado de manos frecuente de los usuarios para la prueba χ^2

El resultado obtenido descarta dicha hipótesis, puesto que el valor χ^2 calculado (5,1771) fue inferior al valor tabulado (9,4887), aceptando de este modo la hipótesis nula y descartando la hipótesis de que el lavado frecuente de manos fuera estadísticamente influyente en los recuentos de aerobios mesófilos totales.

5.3.7. Relación con el uso durante la manipulación de alimentos

La última de las variables estudiadas es la posible relación existente entre los usuarios que utilizan la tablet al mismo tiempo que manipulan alimentos y los recuentos obtenidos. Estos resultados pueden observarse en la Tabla 23 y Figura 18.

Tras el análisis de estos resultados, se observan mayores recuentos en los usuarios que no utilizan la tablet durante la manipulación de alimentos frente a los que sí la utilizan. Por ello no parece haber una relación lógica entre ambas variables, que indicase una mayor contaminación debida a la manipulación de alimentos.

		USO DURANTE LA MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS			
		Aerobios mesófilos totales	***Staphylococcus* coagulasa -**	**Enterococos**	**Micobiota**
Sí n=16	**%Recuentos > LD**	100%	94%	50%	25%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	1,92	1,76	1,23	0,66
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,38	1,94	1,20	0,58
No n=14	**%Recuentos > LD**	79%	100%	57%	21%
	Media (u.log.UFC/cm^2)	2,20	1,90	1,51	1,46
	Desviación estándar (u.log.UFC/cm^2)	2,43	1,93	1,76	1,65

Tabla 23. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la utilización de la misma durante la manipulación de alimentos

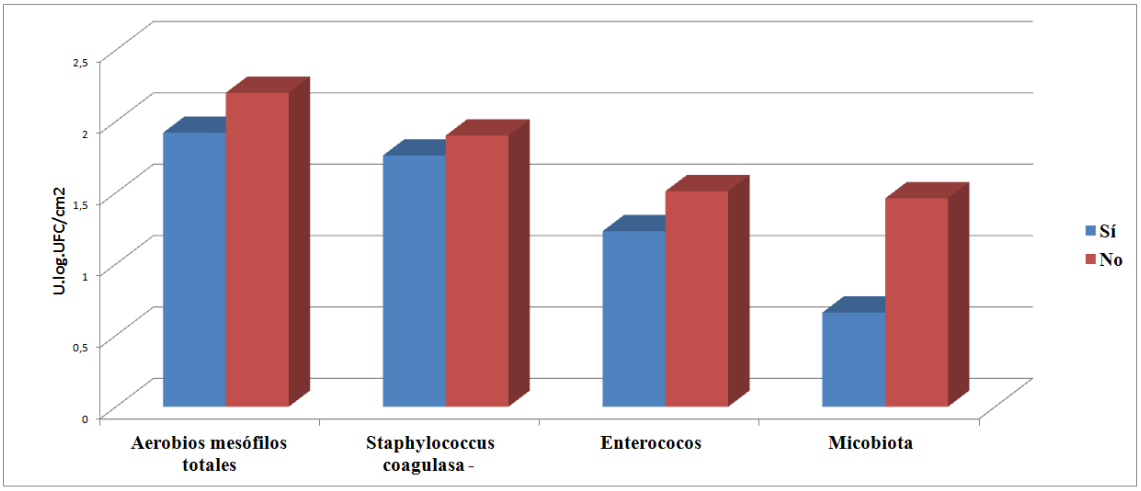

Figura 18. Relación entre los recuentos obtenidos (u.log.UFC/cm^2) en el análisis microbiológico de pantallas de tablets y la utilización de la misma durante la manipulación de alimentos

Una vez ordenados los datos en forma de intervalos de frecuencia (Tabla 24), para confirmar la hipótesis nula, se realizó una prueba de χ^2 a los recuentos obtenidos de aerobios mesófilos totales.

INTERVALOS DE FRECUENCIA (u.log.UFC/cm^2)	**FRECUENCIAS**			**VALOR χ^2 CALCULADO**
	Sí	No	TOTAL	
< LD	0	3	3	
0,50-1	1	3	4	7,8540
1-2	10	5	15	**VALOR χ^2 TABULADO**
2-3	5	2	7	
3-4	0	1	1	
TOTAL	16	14	**30**	9,4877

Tabla 24. Intervalos de frecuencia de aerobios mesófilos totales en relación con la utilización de la tablet durante la manipulación de alimentos para la prueba χ^2

El resultado obtenido fue un valor de χ^2=7,8540, siendo éste ligeramente inferior al extraído de la tabla de distribución de χ^2 para un coeficiente α igual a 0,05 (9,4877). Es por ello, que se puede afirmar que no existe una correlación estadísticamente significativa entre los recuentos obtenidos y el uso de la tablet durante la manipulación de alimentos.

6. CONCLUSIONES

Tras el análisis de los resultados se pueden extraer una serie de conclusiones:

1.- En primer lugar, se observa que las tablets pueden suponer un riesgo de contaminación cruzada si se utilizan en el ámbito alimentario, especialmente de indicadores de higiene característicos de la piel humana, como *Staphylococcus* coagulasa negativo.

2.- Los recuentos obtenidos de estos grupos microbianos, incluida la carga microbiana total, son bajos; encontrándose la mayoría de las muestras analizadas (73%) por debajo de 2 u.log.UFC/cm^2.

3.- Por otro lado, existe claramente un predominio de bacterias Gram positivas frente a las Gram negativas, hecho posiblemente atribuible a que en la microbiota humana son más importantes o a una mayor resistencia de las primeras a la radiación emitida por este tipo de terminales.

4.- Además, algunas variables de estudio como el sexo de los usuarios, la edad, la presencia de pantalla protectora o el lavado frecuente de manos, parecen influir en mayor o menor medida en la higiene de la tablet, frente a otro tipo de variables como el tiempo de uso o la limpieza habitual de la tablet que no parecen influir claramente en este aspecto. Sin embargo, todos estos resultados presentan una dispersión de los datos muy marcada (en la mayoría de los casos la desviación estándar es superior a la media), que junto a las pocas muestras analizadas hacen que, tras la realización de la prueba de chi-cuadrado para los recuentos obtenidos, no se observen correlaciones estadísticamente significativas, y por tanto deban descartarse dichas hipótesis.

5.- Si bien en la mayoría de las tablets (93,3%) se han detectado *Staphylococcus* coagulasa (–), sólo una muestra (6,7%) evidenció la presencia de *Staphylococcus* coagulasa (+), por lo que en base a este resultado, la existencia de los primeros no implica la presencia de *S. aureus*.

6.- Del mismo modo se resalta la no detección de microorganismos de origen directo fecal como *E. coli* y la baja concentración de enterococos, detectada como aspecto positivo relacionado con la posible responsabilidad de este tipo de herramientas como fómite.

7.- En todo caso, sí que se puede afirmar que este tipo de herramientas son una fuente potencial de contaminación cruzada con alimentos, y como tal deberían tratarse con especial cuidado durante la manipulación de éstos, por ejemplo, mediante la aplicación de técnicas de desinfección previo a su manejo.

8.- Debería estudiarse la acción lesiva o el potencial antimicrobiano de las radiaciones electromagnéticas que emiten este tipo de dispositivos electrónicos como línea de trabajo a desarrollar.

6. CONCLUSIONS

After results analysis, a set of conclusions could be extracted:

1.- Firstly, it's observed that tablets could involve a cross contamination risk if they are used in the food sector, especially in hygiene indicators characteristic of human skin, as *Staphylococcus* coagulase negative.

2.- The counts obtained of these microbial groups, in which the total microbial charge has been included, are low and a high proportion of samples analysed (73%) is under 2 u.log.CFU/cm^2.

3.- Furthermore, a clear predominance of Gram positive bacteria opposite Gram positive bacteria existed. This fact is possibly attributable that they are more important in human microbiota or to a greater resistance of the first to the radiation emitted by this type of terminals.

4.- In addition, some variables studied as user gender, age, presence of protective screen or frequent hand washing, seem to influence more or less in hygiene tablet, opposite other variables as usage time or regular cleaning of the tablet that they don't clearly seem in this sense. However, each result has a very high dispersion (in the majority of cases the deviation is higher than the mean), that along with few samples anlaysed, they make that, after the implementation of the chi-square test to the obtained counts, statistically significant results didn't observed and those hypothesis must be ruled out.

5.- Although in a high proportion of tablets (93,3%) *Staphylococcus* coagulase (–) has been detected, only in a sample (6,7%) the presence of *Staphylococcus* coagulase (+) was evidenced. Consequently, according to this result, the existence of first not involves the presence of *S. aureus*.

6.- In the same way, the not detection of direct fecal microorganisms, as *E. coli*, is highlighted as well as the low concentration of enterococci detected as positive aspect related with the likely responsibility of this type of tool as fomite.

7.- In any case, it's possible to affirm that these types of tools are a potential source of cross contamination with food. Owing to this fact, they must be treated with specially care during food handling, for instance, by applying disinfection techniques before its manipulation.

8.- Detrimental action or antimicrobial potential of electromagnetic radiations that this type of devices emits should be studied as a line of work to develop.

7. VALORACIÓN PERSONAL

La asignatura Trabajo Fin de Grado una de las más interesantes del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, puesto que permite el desarrollo de un trabajo tutelado autómata y a su vez asistido en caso necesario. Esto conlleva un planteamiento previo del trabajo, desarrollo y posterior escritura de la memoria que debe organizarse y cumplirse en la medida de lo posible, siendo la peculiaridad de esta asignatura que es un trabajo prolongado en el tiempo y de continua tutela.

Por otro lado, implica la aplicación práctica y teórica de los conocimientos adquiridos durante el grado, tanto durante la preparación previa y escritura de la memoria, como durante el desarrollo del análisis.

Además, esta asignatura es una oportunidad para alcanzar un mayor nivel de conocimiento en la redacción de informes científicos, bien mediante la explicación del análisis, trabajo de campo o búsqueda bibliográfica realizada.

Por último, reseñar mi satisfacción con el trabajo realizado y los resultados obtenidos; así como con los conocimientos y aptitudes adquiridos durante el desarrollo de la asignatura, necesarios para ultimar mi formación universitaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

Brady RRW, Verran J, Damani NN, Gibb AP. Review of mobile communication devices as potential reservoirs of nosocomial pathogens. Elsevier. 2009 Ene; 71: pp. 295-300.

Brady RRW, Wasson A, Stirling I, McAllister C, Damani NN. Is your phone bugged? The incidence of bacteria known to cause nosocomial infection on healthcare workers mobile phones. Elsevier. 2005 Ago: pp. 123-125.

Del Pino A. Tendencias tecnológicas en el sector agroalimentario. Economía industrial. 2001; 342 (6): pp. 39-46.

Egert M, Späth K, Weik K, Kunzelmann H, Horn C, Kohl M, Blessing F. Bacteria on smartphone touchscreens in a German university setting and evaluation of two popular cleaning methods using commercially avaible cleaning products. Folia Microbiologica. 2015 Mar; 60 (2): pp. 159-164.

Hirsch EB, Raux BR, Lancaster JW, Mann RL, Leonard SN. Surface microbiology of the iPad tablet computer and the potential to serve as a fomite in both inpatient practice settings as well as outside of the hospital environment. PLOS ONE. 2014 Oct; 9(10).

International Organization for Standardization. ISO 4832:2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of coliforms. Colony count technique. 26 June 2015.

International Organization for Standardization. ISO 21527-1:2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95. 29 February 2012.

International Organization for Standardization. ISO 21528-2:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae*. Part 2: Colony count method. 23 January 2013.

International Organization for Standardization. UNE-EN ISO 4833-2:2014. Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para el recuento de

microorganismos. Parte 2: Recuento de colonias a 30ºC mediante la técnica de siembra en superficie. 5 de febrero de 2014.

International Organization for Standardization. UNE-EN ISO 6888-1:2000. Microbiología de los alimentos para consume humano y animal. Método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa-positivos (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Parte 1: Técnica que utiliza el medio agar de Baird-Parker. 1 de enero de 2009.

International Organization for Standardization. UNE-EN ISO 7899-2:2001. Calidad del agua. Detección y recuento de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración de membrana. 21 de mayo de 2008.

International Organization for Standardization. UNE-EN ISO 7937:2005. Microbiología de los alimentos para consume humano y animal. Método horizontal para el recuento de *Clostridium perfringens*. Técnica del recuento de colonias. 1 de abril de 2010.

Karabay O, Koçoglu E, Tahtaci M. The role of mobile phones in the spread of bacteria associated with nosocomial infections. Journal of Infection Developing Countries. 2007 Jun; 1 (1): pp. 72-73.

Organización Mundial de la Salud. Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles. Centro de Prensa. 2014 Oct; 193.

Pal S, Juyal D, Adekhandi S, Sharma M, Prakash R, Sharma N, Rana A, Parihar A. Mobile phones: Reservoirs for the transmission of nosocomial pathogens. Advanced Biomedical Research. 2015 Jul; 144-149 (4).

Singh S, Acharya S, Bhat M, Krishnao Rao SV, Chakravarthy Pentapati K. Mobile phone hygiene: potential risks posed by use in the clinics of an Indian dental school. Journal of Dental Education. 2010 Oct; 74 (10): pp. 1153-1158.

Taconelli E. When did the doctors become fomites?. Clinical Microbiology and Infection. 2011 Mar; 17: pp. 794-796.

Ulger F, Esen S, Dilek A, Keramettin Y, Gunaydin M, Leblebicioglu H. Are we aware how contaminated our mobile phones with nosocomial pathogens?. Anals of Clinical Microbiology and Antimicrobials. 2009 Mar; 7-10 (8).

ANEXO I. ENCUESTA DE HIGIENE PERSONAL Y DE USO DE LA TABLET

ENCUESTA DE USO DE LA TABLET E HIGIENE PERSONAL

1. Tiempo de uso de la Tablet

1.1. ¿Cuántas horas al día dedicas al uso de tu Tablet?

- [ ] Menos de 30 minutos
- [ ] Entre 1 y 3 horas
- [ ] Más de tres horas

1.2. ¿En qué inviertes el tiempo de uso de la Tablet?

- [ ] Exclusivamente para llamadas
- [ ] Especialmente para llamadas y en algunas ocasiones para aplicaciones
- [ ] Exclusivamente para el uso de aplicaciones

2. Higiene de la Tablet

2.1. ¿Limpia alguna vez su Tablet?

- [ ] Si/no

2.2. En caso de hacerlo ¿Con qué frecuencia?

- [ ] A diario
- [ ] Ocasionalmente
- [ ] En caso de que la superficie contenga suciedad
- [ ] Nunca

2.3. En caso de hacerlo, ¿Cómo lo limpia?

- [ ] En seco
- [ ] Toallitas húmedas
- [ ] Otros (especificar):

3. Higiene del usuario:

3.1. ¿Se lava las manos tras ir al servicio? (Antes de usar de nuevo la Tablet)

☐ Si/no

3.2. En caso de utilizar su Tablet en horas de trabajo, ¿Se lava las manos antes y después de su uso?

☐ Si/no

3.3. Durante la manipulación de alimentos, ¿Utiliza su Tablet?

☐ Si/no

4. Contacto de la tablet con superficies

4.1. ¿Apoya su Tablet en cualquier tipo de superficie? (Cocina, mesas lugares públicos, servicios públicos, etc.)

☐ Si/no

ANEXO II. FICHA DE DATOS PERSONALES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TABLET

Número de identificación	
Profesión	
Sexo (hombre/mujer)	
Edad	
Modelo Smartphone (Superficie)	
Pantalla protectora (Si/no)	
Policarbonato	
Plástico	
Funda protectora (Si/no)	
Tipo libro	
Piel	
Plástico	
Tipo carcasa	
Plástico duro	
Silicona	

ANEXO III. TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS EFECTUADO A PANTALLAS DE TABLETS

GRUPO MICROBIANO		DILUCIÓN			
		0		-1	
Aerobios Mesófilos Totales					
Micobiota	Mohos				
	Levaduras				
Fª Enterobacteriaceae					
Coliformes					
E. coli					
Staphylococcus Coagulasa positivo					
Staphylococcus Coagulasa negativo					
Gº Enterococcus					
Clostridium perfringens					