

Contaminación microbiana en establecimientos de preparación y consumo de alimentos la ciudad de Cúcuta, Colombia

Microbial contamination in food preparation and consumption establishments in the Cucuta city, Colombia

Zaida-Rocío Contreras-Velásquez, Mayra-Alejandra Cardenas-Manrique^{b, f},
Laura-Maria Galindo-Parra^c, Javier-Ricardo Rincón-Sandoval^d,
Karina Gonzáles-Manjarres^e

RESUMEN

Con el fin de detectar la presencia de microorganismos en ambientes, superficies y aguas de consumo en sitios de preparación de alimentos de la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, desde el segundo semestre del año 2015 hasta el primer semestre del año 2018, se realizó un análisis microbiológico sobre ambientes, superficies y el agua de consumo de un total de 62 sitios de preparación de alimentos. Se seleccionó una muestra de 54 sitios que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. El estudio estuvo basado en un enfoque cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal. De los análisis microbiológicos, el 35 % presentaban coliformes totales y 14,8 % mesófilos aerobios en muestras de ambiente; y de las muestras de superficies, el 75,9 % evidenció un crecimiento de coliformes totales, 16,7 % de coliformes fecales y el 68,5 % de mesófilos aerobios. Se detectó un alto grado de contaminación microbiológica en las áreas de preparación de alimentos, generando un riesgo significativo para la salud de la población.

PALABRAS CLAVE: Higiene ambiental; calidad del agua; seguridad alimentaria; enfermedad infecciosa; bacteriología.

ABSTRACT

To detect the presence of microorganisms in environments, surfaces and drinking water in food preparation sites in the city of Cucuta, Norte de Santander from the second half of 2015 to the first half of 2018, analyzes were carried out microbiological to environments, surfaces and drinking water in a total of 62 food preparation sites, selecting a sample of 54 sites that met the established inclusion criteria. The study was based on a quantitative, observational, descriptive and cross-sectional approach. From the microbiological analyzes, 35% presented total coliforms and 14.8% aerobic mesophiles in environmental samples, of the surface samples 75.9% showed growth of total coliforms, 16.7% of fecal coliforms and 68, 5% aerobic mesophylls. A high degree of microbiological contamination was detected in food preparation areas, generating a significant risk to the health of the population.

KEYWORDS: Environmental hygiene; water quality; Food security; infectious disease; bacteriology.

a Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación en Procesos Ambientales GIPROAM, Cúcuta, Colombia, ORCID Contreras-Velásquez, ZR,: 0000-0001-5871-2017

b Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación en Procesos Ambientales GIPROAM, Cúcuta, Colombia, ORCID Cardenas-Manrique, MA,: 0000-0001-5940-2475

c Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación en Procesos Ambientales GIPROAM, Cúcuta, Colombia, ORCID Galindo -Parra, LM,: 0000-0002-8585-1976

d Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación en Procesos Ambientales GIPROAM, Cúcuta, Colombia, ORCID Rincón-Sandoval, JR,: 0000-0001-6256-1645

e Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación en Procesos Ambientales GIPROAM, Cúcuta, Colombia, ORCID Gonzáles-Manjarrez, K,: 0000-0002-3661-7083

f Autor de correspondencia: mayraalejandracama@ufps.edu.co

Recepción: 22 de Octubre de 2023. Aceptación: 09 de noviembre de 2023



Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], asegurarse de proporcionar alimentos inocuos y aptos para el consumo debe ser una práctica de higiene establecida en la industria de alimentos con el fin de brindar seguridad a la salud de los consumidores y evitar enfermedades gastrointestinales proporcionadas por un inadecuado manejo de los alimentos (FAO, 2011). Estas enfermedades son, generalmente, de carácter infeccioso o tóxico, y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados, causando más de 200 enfermedades, como son las infecciones diarreicas, que hacen enfermar cada año a unos 550 millones de personas y provocan 230 000 muertes (OMS, 2020).

Uno de los factores que en mayor medida afectan la salud pública es la higiene de los alimentos que está determinada por una infinidad de factores, entre ellos, las condiciones de obtención de estos, las características de los medios empleados para el transporte, las temperaturas, condiciones de observación y la estructura de los establecimientos donde se manipulan los alimentos (Pérez-Silva et al., 1998). Con el fin de cumplir en la totalidad de la cadena de suministros de alimentos, y para asegurar que lleguen en perfecto estado al consumidor, se genera la norma ISO 22000, cuyo objetivo básico es garantizar la seguridad alimentaria, así como mejorar la protección del consumidor y fortalecer su confianza (NQA, ISO 22000., 2018).

Las bacterias pertenecientes al grupo de los coliformes son las que se encuentran con mayor abundancia en el intestino del hombre, y su presencia en aguas de consumo indican contaminación con heces fecales. Lo anterior constituye un alto riesgo para la salud ya que, dentro de este grupo, se pueden encontrar patógenos importantes como los que producen la fiebre tifoidea, disentería bacteriana, cólera y otras enfermedades graves para el hombre (OPS., 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace importante la detección microbiológica en alimentos, superficies y ambientes de aquellas áreas donde se lleva a cabo su preparación, con el fin de prevenir enfermedades asociadas. Los microorganismos indicadores de contaminación más comúnmente utilizados

para la determinación de criterios para las normas de calidad, la identificación de contaminación microbiana, el control de procesos de tratamientos de agua y los estudios epidemiológicos son las bacterias del grupo de coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos aerobios (Larrea-Murrel et al., 2013).

Los coliformes totales son bacterias gram-negativas, no formadores de esporas, oxidasa negativa, con capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que a temperatura de 35° C +/- 2° C causan fermentación de carbohidratos como glucosa o lactosa, por la presencia de la enzima B-galactosidasa y con producción de gas (Navarro, 2007).

El grupo de coliformes fecales se caracteriza por estar constituido por bacterias gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 horas de incubación a 44.5 ± 0.1° C. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente, que es *Escherichia coli* (Larrea-Murrel et al., 2013; Camacho et al., 2009), las bacterias del género *Enterococcus spp* (Larrea-Murrel et al., 2013).

Dentro de los microorganismos del grupo de mesófilos aerobios se incluyen todos los microorganismos con la capacidad de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20° C y 45° C, con una óptima entre 30° C y 40° C. La presencia de este tipo de microorganismos reflejan la calidad sanitaria de los productos y ambientes analizados, indicando, además, las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración (Jay et al., 2005). Estudios como el realizado por Suihko y Stackebrandt (2003) detectan bacterias del género *Bacillus spp* y *Paenibacillus spp* dentro del grupo de mesófilos aerobios estudiados en superficies de fibras recicladas.

En Colombia, la resolución 2115 del 2007 señala las características, instrumentos básicos, frecuencias, sistemas de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, en la cual el capítulo 3, artículo 11, establece las características microbiológicas del agua para consumo humano (Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

En el presente estudio se buscó determinar la presencia de los microorganismos indicadores de contaminación microbiana antes nombrados en ambientes, superficies y agua de consumo en establecimientos de preparación y venta de alimentos en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. El proyecto hace parte de un proyecto de aula en el que los estudiantes de pregrado del programa Ingeniería Ambiental de una universidad de carácter público de la ciudad, dentro del marco de la asignatura microbiología ambiental y en asocio con un semillero de investigación, viven una experiencia formativa, la cual les provee una oportunidad única para practicar aspectos de la ingeniería, a través de problemas generados en el contexto real (González-Lizardo, 2008).

Materiales y métodos

Diseño Metodológico: Estudio cuantitativo, descriptivo, observacional, de corte transversal.

Población: Corresponde a 62 visitas a establecimientos de preparación o venta de alimentos para consumo, las cuales fueron realizadas desde el segundo semestre del año 2015 hasta el primer semestre del año 2018 por estudiantes de tercer semestre de Ingeniería Ambiental de la asignatura de Microbiología Ambiental, de la Universidad Francisco de Paula Santander de la ciudad de Cúcuta en Norte de Santander, Colombia.

Muestra: No probabilística, por conveniencia. Se seleccionaron 54 resultados obtenidos de los establecimientos, de los cuales se hizo análisis microbiológico de algún grupo de microorganismos. Esto teniendo en cuenta que no en todas las muestras analizadas se llevó a cabo el estudio de los tres grupos de microorganismos estudiados.

Solicitud de permiso: Con formato elaborado por la docente de la asignatura y actual directora de semillero de investigación Microorganismos en la Salud y el Ambiente [MICROSALAM], el cual se encuentra vinculado actualmente al Grupo de Investigación en Procesos Ambientales [GIPROAM]. Los estudiantes se dirigieron al representante legal del establecimiento con el fin de solicitar autorización para la toma de muestras y el análisis de estas. Se

deja claro que durante todo el proceso se mantendrá la confidencialidad de los resultados obtenidos.

Toma de muestras: Se lleva a cabo como se encuentra establecido en los protocolos de toma de muestra del laboratorio de microbiología ambiental para ambiente, superficie y agua de grifo. Para microorganismos del grupo de coliformes totales y fecales se utilizó el medio de cultivo agar Chromocult, y para los microorganismos del grupo de mesófilos aerobios se utilizó agar Plate Count.

Para la toma de muestra de ambiente se abrieron las placas de petri durante 15 minutos en el lugar de la toma de muestra. Una vez transcurrido el tiempo, estas fueron cerradas. En cuanto a la toma de muestra de superficies se realizó, mediante la técnica del escobillón humedecido en agua peptona y plantilla de 20 cm², seleccionando cuatro esquinas y el centro de la superficie seleccionada, con el fin de completar los 100 cm². Por otro lado, para la toma de muestra de agua se realizó desinfección previa con alcohol en la boca del grifo, se dejó correr el agua por 30 segundos y posteriormente se llenó el recipiente.

El traslado de las muestras y los medios de cultivo al laboratorio se realizó en una cava refrigerada a 4° C, teniendo en cuenta que la toma de la muestra y el inicio del procesamiento fuera en el menor tiempo posible.

Procesamiento de las muestras: Se desarrolla en el laboratorio de Microbiología Ambiental del complejo de Calidad Ambiental de la sede Campos Elíseos de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander durante el horario de desarrollo de la asignatura.

De manera inicial, la muestra de ambiente, una vez ingresada al laboratorio, se sometieron a incubación a 36° C. En tanto que a las muestras de agua y superficie se les realizó la dilución necesaria en solución peptona, dependiendo de la turbidez de la muestra. Posteriormente, se sembraron 100 *ul* en cada uno de los medios de cultivo, por el método de siembra masiva en superficie.

Todas las muestras procesadas de superficie y agua fueron sometidas a incubación y, por ser cultivos bacterianos, la incubación se llevó a cabo a temperatura de 36° C en un rango entre 24 y 48 horas.

Reporte de resultados: Las muestras de superficies se reportan en UFC/cm² (Escobedo et al., 2016). Las muestras de agua se efectuaron según la normativa colombiana UFC/ml (Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007) y las muestras de ambiente, UFC/placa/minuto.

Interpretación de los resultados: Los coliformes totales y fecales se consideran ausentes (valor permitido) si el recuento es de 0 UFC/cm² para superficies, 0 UFC/placa/minuto para ambiente y 0 UFC/ml para las muestras de agua.

Los mesófilos aerobios se consideran ausentes (valor permitido) si el recuento es menor o igual a 100 UFC/cm² para superficies, 100 UFC/placa/minuto para ambientes y 100 UFC/ml para muestras de agua.

Análisis de la información

Estadística descriptiva: se realizó análisis de frecuencias para las variables cualitativas de las muestras que se tomaron en los establecimientos visitados. Este grupo de variables estuvo conformado por: año/semestre de ocurrencia, tipo de establecimiento, características de la superficie y del ambiente, procedencia de agua de consumo, presencia o ausencia de coliformes fecales, totales y mesófilos aerobios y la participación a la capacitación en temas de limpieza y desinfección de áreas dirigido a los trabajadores de los establecimientos que participaron del estudio.

Variables dicotómicas: el análisis de riesgo se determinó agrupando los establecimientos por grupos que tuvieran alguna similitud y/o que su frecuencia fuera muy baja. Un primer grupo corresponde a sitios de preparación de alimentos tipo almuerzos, pizzerías y comidas rápidas. El segundo grupo se conformó por establecimientos donde se venden embutidos, supermercados, panaderías y reposterías.

Así mismo, se cruzó la información anterior en una tabla de contingencia de 2x2 con la presencia/ausencia de microorganismos coliformes totales, fecales y mesófilos aerobios.

Se determinó la prueba Chi cuadrado (X^2) la cual se basa en la independencia de dos criterios

de clasificación. En este caso, la hipótesis nula (H_0) es verdadera cuando la probabilidad de ocurrencia aleatoria es menor o igual a 0.05 ($p \leq 0.05$). En muestras cuya frecuencia observada sea menor a cinco, se utiliza como prueba estadística la prueba exacta de Fischer (Quevedo, 2011).

El riesgo relativo (RR) se usa en estudios diseñados para comparar la frecuencia con que se presenta un evento problema en dos grupos, uno expuesto y otro no expuesto. (Cerdeza et al., 2013). En el presente estudio, la variable de exposición corresponde al tipo de ambiente (superficie, ambiente y agua); y la variable evento a la presencia o ausencia del grupo de microorganismos (mesófilos aerobios, coliformes totales y coliformes fecales); por lo tanto, el RR se obtiene dividiendo la probabilidad de exposición al ambiente cuando el microorganismo está presente, en relación con la no exposición al ambiente en cuestión y que a su vez el resultado sea positivo para la presencia del microorganismo. Así mismo, se determinó los intervalos con un nivel de confianza del 95%, siendo estos significativos si el intervalo menor es mayor a 1.0.

Resultados

En el análisis de frecuencias, se encontró que el 98.1 % (n=53) de estos establecimientos corresponden a aquellos que se encuentran ubicados en espacios cerrados, mientras que el porcentaje restante pertenece a establecimientos ubicados a la intemperie. A su vez, el servicio de alimentos se prestaba en un 98.1 % (n=53) a población general, el resto corresponde a establecimientos que ofrecían sus servicios a niños. Así mismo, por cada semestre académico, las muestras analizadas oscilaron entre el 9,3 % (n=5) al 25,9 % (n=14), tal como se muestra en la Tabla 1.

Tal como se evidencia en la Figura 1, el mayor número de establecimientos muestreados correspondió a restaurantes de almuerzos con un 46,3 % (n=25), seguido de charcutería con un 25,9 % (n=14), el 16,7 % (n=9), panadería en un 5,6 % (n=3) y pizzerías, supermercados y reposterías cada uno con 1,9 % (n=1).

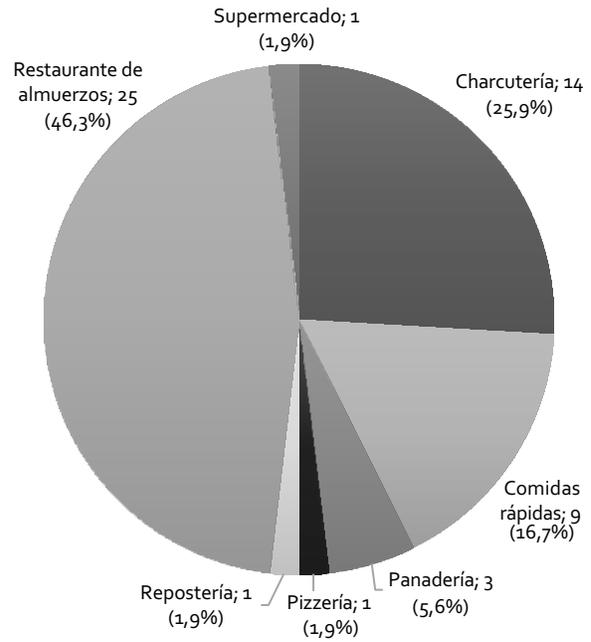
Con respecto a las muestras de ambiente, se tiene que el 100 % de éstas se tomaron colocando los medios de cultivo sobre el mesón de la cocina.

El 100 % de las muestras de ambiente se tomaron colocando los medios de cultivo sobre el mesón de la cocina. Por el contrario, las superficies muestreadas correspondieron en un 94,4 % (n=51) a mesón de la cocina; 3,7 % (n=2) a tablas de picado y 1,9 % (n=1) a las mesas donde se ubican los clientes.

Las superficies utilizadas para la toma de muestras son en mesón de cocina en el 94,4 % (n=51), las mesas donde se ubican los clientes en el 1,9 % (n=1) y tablas de picado en un 3,7 % (n=2). Con respecto a las muestras de agua, el 70,4 % (n=38) de las muestras fueron obtenidas de grifo y su procedencia era del acueducto del municipio, el 14,8 % (n=8) de agua pasaba por un proceso de filtración y el 9,3 % (n=5) eran obtenidas a partir de un tanque de almacenamiento, el 1,9 % (n=1) correspondió a Agua de bolsa y de botellón. Tabla 1.

El 70,4 % (n=38) de las muestras de agua fueron obtenidas de grifo y su procedencia era del acueducto del municipio, el 14,8 % (n=8) de agua pasaba por un proceso de filtración y el 9,3 % (n=5) eran obtenidas a partir de un tanque de almacenamiento.

Figura 1. Porcentaje de distribución de muestras tomadas por establecimiento



Fuente: Los autores

CF: Coliformes fecales; CT: Coliformes totales; BMA: Mesófilos aerobios

Tabla 1. Resultados descriptivos relevantes de los análisis de contaminación microbiológica

		f	%	
Año - Periodo académico	2015-2	5	9,3	
	2016-1	8	14,8	
	2016-2	14	25,9	
	2017-1	7	13,0	
	2017-2	7	13,0	
	2018-1	13	24,1	
Tipo de establecimiento	Restaurante de Almuerzos	25	46,3	
	Charcutería	14	25,9	
	Comidas Rápidas	9	16,7	
	Panadería	3	5,6	
	Pizzería	1	1,9	
	Repostería	1	1,9	
	Supermercado	1	1,9	
Agrupación por sitio de preparación de alimentos	Almuerzos, pizzerías y comidas rápidas	NO	35	64,8
		SI	19	35,2
	Charcuterías, supermercados, panaderías	NO	36	66,7
		SI	18	33,3
Tipo de población a quien va dirigida	Niños	1	1,9	
	Población General	53	98,1	

Continúa

Continuación Tabla 1. Resultados descriptivos relevantes de los análisis de contaminación microbiológica

Sitio de toma de muestra	Ambiente	Mesón de la cocina	54	100,0
		Superficie	Mesón de la cocina	51
	Superficie	Sobre los comedores	1	1,9
		Tabla de picado	2	3,7
		Agua	Agua de bolsa	1
	Agua	Agua de botellón	1	1,9
		Agua de filtro	8	14,8
		Agua de grifo	38	70,4
		Agua de tanque	5	9,3
No hay reporte		1	1,9	
Establecimiento tipo		Local a la intemperie	1	1,9
	Local Cerrado	53	98,1	
Ambientes	Coliformes totales en Agar Chromocult	Ausencia	35	64,8
		Presencia	19	35,2
	Mesófilos aerobios en Agar Plate Count	Ausencia	46	85,2
		Presencia	8	14,8
Superficies	Coliformes Totales en Agar Chromocult	Ausencia	13	24,1
		Presencia	41	75,9
	Coliformes Fecales en Agar Chromocult	Ausencia	38	70,4
		Presencia	9	16,7
		No hay reporte	7	13,0
	<100 UFC/cm ² de Mesófilos aerobios en Agar Plate Count	Ausencia	14	25,9
Presencia		37	68,5	
No hay reporte		3	5,6	
Agua	Coliformes Totales en Agar Chromocult	Ausencia	38	70,4
		Presencia	14	25,9
		No hay reporte	2	3,7
	0-100 UFC/ml de Mesófilos Aerobios en Agar APC	Ausencia	41	75,9
		Presencia	10	18,5
		No hay reporte	3	5,6
Se llevó a cabo capacitación	NO	30	55,6	
	SI	24	44,4	

Fuente: Los autores

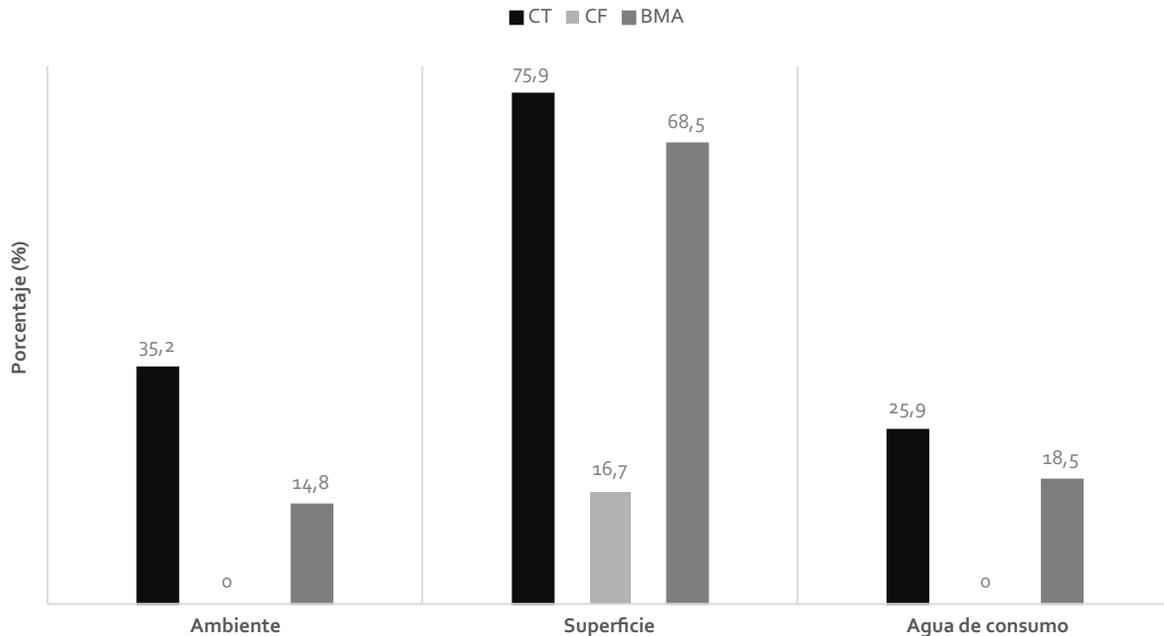
Agua de bolsa y de botellón tienen el 1.9 % (n=1). Tabla 1.

En relación con los organismos indicadores, tal como lo demuestra la Figura 2, se determinó la presencia de coliformes totales en un 35.2 % (n=19) de las muestras de ambiente, un 75.9 % (n=41) de las muestras de superficies y en un 25.9 % (n=14) de las muestras de agua. Cabe resaltar la presencia de coliformes fecales en el 16.7 % (n=9) de las muestras de superficies. Además, se observó la presencia

de mesófilos aerobios en un 14.8 % (n=8) de las muestras de ambientes, un 68.5 % (n=37) de las muestras de superficies y en un 18.5 % (n=10) de las muestras de agua de consumo.

En cuanto a lo que se refiere a la capacitación del personal que se encontraba laborando en los establecimientos que fueron objeto de estudio, es de resaltar que se logró la capacitación al personal del 44,4 % (n=24) de estos los establecimientos.

Figura 2. Microorganismos encontrados, de acuerdo con el tipo de muestra



Fuente: Los autores

Es de resaltar que el análisis estadístico inferencial permitió establecer el riesgo de presentar contaminación microbiana teniendo en cuenta la agrupación de los establecimientos en restaurantes de almuerzos, pizzerías y comidas rápidas en un primer grupo y en un segundo grupo charcuterías, supermercados, panaderías y repostería.

Riesgo de contaminación microbiana en establecimientos que preparan almuerzos, pizzas y comidas rápidas: tal como se evidencia en la Tabla 2., hay dependencia de la variable presencia de coliformes totales en los ambientes ($p < 0.05$), sin posibilidad de calcular el riesgo debido al tamaño de la muestra. Contrario a lo anterior, para el caso de superficies no se observó dependencia de variables ($p = 0.488$) y el RR estaba en 1.063 (IC95 % 0.7848-1.439) y agua ($p = 0.111$) siendo el RR de 1.737 (IC95 % 0.7186-4.198).

Por otro lado, se encontró que la presencia de coliformes fecales, no depende de la variable análisis de superficies ($p = 0.339$) siendo el RR en 0.5536 (IC95 % 0.129- 2.36), adicionalmente, no se encontró presencia de coliformes fecales en muestras de ambiente y de agua potable.

Además de lo anterior, se logró evidenciar que, la presencia de mesófilos aerobios no depende de la variable muestras de ambiente ($p = 0.286$) y cuyo RR corresponde a 1.842 (IC95 % 0.518-6.55), y de agua de consumo ($p = 0.176$), que en este caso el valor RR es de 1.684 (IC95 % 0.559-5.069). Pero, si se encontró asociación de dependencia ($p = 0.07$) para este tipo de microorganismo indicador de contaminación en las muestras de superficies, estando el RR en 1.364 (IC95 % 1.007-1.846).

En la Tabla 3, se evidencia el análisis de correlación del riesgo que existe en los establecimientos que corresponden a charcuterías, supermercados, panaderías y reposterías.

De manera significativa, se evidenció dependencia a presentar presencia de coliformes totales en las muestras de ambiente, ($p = 0.000$) y un RR de 36.0 (IC95 % 5.213-248.6). No se encontró asociación de dependencia para análisis de muestras de superficies ($p = 0.184$) y el RR de 1.154 (IC95 % 0.864-1.541), ni para agua de consumo ($p = 0.224$) cuyo RR estaba en 1.417 (0.5812-3.45).

Se debe agregar también que no se encontró asociación de dependencia para microorganismos del

Tabla 2. Riesgo relativo de coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos aerobios en establecimientos que preparan almuerzos, pizzas y comidas rápidas

Establecimientos que preparan y/o venden almuerzos, pizzas y comidas rápidas		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%	
Ambientes	SI	19	0	<0,005	-	-	
	NO	0	35				
		Presencia MA	Ausencia MA	0,286	1,842	0,518-6,55	
	SI	4	15				
	NO	4	31				
Superficies		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%	
	SI	15	4				0,488
	NO	26	9				
		Presencia CF	Ausencia CF	0,339	0,5536	0,129-2,36	
	SI	2	14				
		NO	7	24			
		Presencia MA	Ausencia MA	0,070	1,364	1,007-1,846	
	SI	15	2				
	NO	22	12				
Agua		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%	
	SI	7	12				0,111
	NO	7	26				
		Presencia MA	Ausencia MA	0,176	1,684	0,559-5,069	
	SI	5	14				
		NO	5	27			

CT: Coliformes Totales; CF: Coliformes Fecales; MA: Mesófilos Aerobios

Fuente: Los autores

grupo coliformes fecales ($p=0.390$) y el RR estaba en 0.609 (0.143-2.59) en los análisis realizados a las superficies y de igual manera no se detectaron coliformes fecales en muestras de ambiente ni de agua de consumo.

Se hace importante mencionar que no se observó asociación de dependencia para microorganismos del grupo mesófilos aerobios ($p=0.244$), RR de 2.0 (IC95 % 0.560-7.087) en ambientes ni en muestras de agua de consumo ($p=0.139$) RR de 1.83 (IC95 % 0.611-5.49); pero, se encontró asociación de dependencia ($p=0.020$) y RR de 1.491 (IC95 % 1.122-1.982) en las muestras de superficie analizadas.

Finalmente, en lo que respecta a la determinación del riesgo de aparición de coliformes totales entre los diferentes tipos de aguas de consumo, tal como se presenta en la Tabla 4., siendo el riesgo más significativo el obtenido para el agua de tanque ($p=0,003$) con un RR de 3,68 (IC95 % 1,824-7,425). A pesar de presentarse asociación de dependencia con las muestras de agua de grifo ($p=0,023$) y el agua de filtro ($p=0,028$), no se evidencia riesgo en ninguno de estos tipos de agua de consumo, siendo el RR del agua obtenida a partir del grifo en 0,417 (IC95 % 0,176-0,982) y para el agua obtenida a partir del filtro el RR en 0,89 (IC95 % 0,249-3,263).

Tabla 3. Riesgo relativo de coliformes totales, coliformes fecales y mesófilos en los establecimientos que preparan o venden charcutería, supermercados, panaderías y reposterías

		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%	
Charcuterías, Supermercados, Panaderías y Reposterías	Ambientes	SI	18	<0,000	36	5,213-248,6	
		NO	1				35
			Presencia MA	Ausencia MA			
		SI	4	14	0,244	2	0,560-7,087
		NO	4	32			
			Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%
Superficies		SI	15	0,184	1,154	0,864-1,541	
		NO	26				10
			Presencia CF	Ausencia CF			
		SI	2	13	0,390	0,609	0,143-2,59
		NO	7	25			
			Presencia MA	Ausencia MA			
	SI	15	1	0,020	1,491	1,122-1,982	
	NO	22	13				
		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%	
Agua		SI	6	0,224	1,417	0,5812-3,45	
		NO	8				26
			Presencia MA	Ausencia MA			
		SI	5	13	0,139	1,83	0,611-5,49
NO		5	28				

CT: Coliformes Totales; CF: Coliformes Fecales; MA: Mesófilos Aerobios
Fuente: los Autores

Tabla 4. Riesgo Relativo de presencia de coliformes totales y mesófilos aerobios en muestras de agua de diferente procedencia

		Presencia CT	Ausencia CT	<i>p</i>	RR	IC95%
Agua de grifo	SI	7	29	0,023	0,416	0,177-0,982
	NO	7	8			
		Presencia CT	Ausencia CT			
Agua almacenada en tanque	SI	4	1	0,003	3,68	1,824-7,425
	NO	10	36			
		Presencia CT	Ausencia CT			
Agua de filtro	SI	2	6	0,028	0,89	0,249-3,263
	NO	12	31			
		Presencia MA	Ausencia MA	<i>p</i>	RR	IC95%
Agua de grifo	SI	11	29	0,009	0,34	0,176-0,669
	NO	4	1			
		Presencia MA	Ausencia MA			
Agua almacenada en tanque	SI	2	3	0,449	1,54	0,477-4,961
	NO	13	37			

CT: Coliformes Totales; CF: Coliformes Fecales; MA: Mesófilos Aerobios
Fuente: Los autores

Discusión

El presente artículo permitió establecer algunos aspectos importantes a tener en cuenta en los establecimientos de preparación y venta de alimentos que, de ser bien manejados, puede disminuir el riesgo de adquisición de enfermedades infecciosas relacionadas a un mal procedimiento de limpieza y desinfección de ambientes, superficies y sitios de almacenamiento del agua de consumo.

Entre los aspectos más relevantes se encuentra que los restaurantes donde se preparan almuerzos son los que presentan una mayor frecuencia, seguido de las charcuterías; en comparación con Pérez-Silva García et al (1998) quienes llevan a cabo un estudio de inspección sanitaria en comedores colectivos de alto riesgo; a su vez, Suescún-Carrero y Ávila-Panche (2017), realizaron un estudio en comedores de Instituciones Educativas en Boyacá-Colombia, mientras que Escobedo et al. (2016) determinaron si las superficies inertes que están en contacto con la preparación de alimentos en las cafeterías de una universidad pública tienen una calidad sanitaria aceptable

En el estudio realizado, los espacios de los establecimientos donde predominantemente se tomaron las muestras corresponden a mesones de cocina para ambientes y superficies. En otros estudios se tomó la muestra en la tabla de picar y utensilios de cocina (Suescún-Carrero y Ávila-Panche, 2017) en mesas, barras, trapos, cuchillos, pinzas para pan, jarras para jugo, rodillos de madera y escurridor para trastes (Escobedo et al., 2016; Mendes et al., 2010; Caro-Hernandez. y Tobar, 2020; Alonzo-Salomon et al., 2006).

En el caso de la muestra de agua, predominó el agua de grifo como la procedencia seleccionada, seguida de agua de filtro y la almacenada previamente en tanque, mientras que, Martínez et al. (2015), realizaron un estudio a 40 restaurantes pertenecientes a diferentes estratos de la ciudad, donde se llevó a cabo un análisis visual de los tanques de almacenamiento de agua y se realizaron tres muestreos en el tanque de almacenamiento. Semerjian et al. (2020), realizaron un estudio transversal en 40 muestras de agua recolectadas de dispensadores de agua embotellada públicos y privados en el emirato de Dubai y Sharjah. Así mismo, en Nigeria se realizó un estudio

en el que el 59 % de los restaurantes obtenían agua de pozos privados mientras que el 41 % dependía del suministro de agua de la ciudad para cubrir sus necesidades (Onyeneho & Hedberg, 2013).

En este estudio, el 90,7 % de los representantes legales de los establecimientos a quienes se les solicitó autorización, aprobó por escrito que se llevara a cabo el análisis. En el estudio realizado en Nigeria por Onyeneho & Hedberg (2013) se distribuyeron doscientos cuestionarios de encuestas y formularios de consentimientos a los gerentes, quienes a su vez devolvieron 145 (73 %) consentimientos informados.

En el análisis de las muestras de ambiente de este estudio, la presencia de mesófilos aerobios fue del 14,8 %, mucho menor a la observada en un estudio en tres restaurantes comerciales en Viçosa, Minas Gerais Stateen (Mendes et al., 2010; Caro-Hernandez y Tobar, 2020) la cual se observó contaminación en el 100 % de las muestras de aire por bacterias aeróbicas mesófilas, excediendo los límites propuestos por la APHA [American Public Health Association].

En el análisis de las muestras de superficies de este estudio, la presencia de mesófilos aerobios fue del 68.5 %. En la ciudad de Cali, Caro-Hernandez y Tobar (2020), realizaron un estudio en el cual se tomó muestras de superficies en restaurantes cerca del campus universitario de veintitrés puntos muestreados y de éstos, el 81 % presentó recuentos por encima del límite permitido, según la norma establecida en Colombia. Mientras que, en una guardería de Yucatán, México, se detectó contaminación de este grupo bacteriano en el 50,8 % superficies como mesas, utensilios como platos vasos, biberones y cucharas (Mendes et al., 2010; Caro-Hernandez y Tobar, 2020). Un estudio realizado en Cartagena, Bolívar por Franco et al. (2016) llevó a cabo un análisis de superficies que al ser evaluadas presentaron recuentos elevados de mesófilos aerobios antes de los procedimientos de limpieza y desinfección y no fueron reducidos eficazmente después de repetir estos procedimientos, inclusive utilizando productos como hipoclorito de sodio a 260 ppm, Biquat a 200 ppm y Bactydán.

El 75,9 % de las superficies analizadas presentaron crecimiento de coliformes totales, lo cual contrasta con lo encontrado por Suescún-Carrero y

Ávila-Panche (2017), en un estudio realizado en el año 2013 en los comedores de las instituciones educativas del departamento de Boyacá en el que predominó la presencia de coliformes totales en 59,6 % en superficies vivas y 44,3 % en superficies inertes. Así mismo, Escobedo et al. (2016) determinó que el 21 % de las mesas y barras donde se realizó el muestreo presentó contaminación por este grupo de microorganismos. En el estudio realizado por Caro-Hernandez y Tobar (2020) se diferenció la presencia de coliformes totales en dos periodos diferentes de tiempo, una en el mes de marzo del 2016, cuyo resultado evidencia la presencia de coliformes totales en el 71 % de los puntos muestreados, y después de la capacitación evidenció la presencia de este mismo grupo de microorganismos en un 38 %.

En el caso de las muestras de agua, el 25,9 % de las muestras evidenció presencia de coliformes totales y el 18,5 % de mesófilos aerobios, siendo un riesgo alto de aparición de coliformes totales cuando el agua proviene de un tanque de almacenamiento. El estudio realizado por Martínez et al. (2015) evidenció que, de 40 restaurantes de diferentes estratos de la ciudad de Cúcuta, el 40% de los sitios incumplen con la normativa 2115 del 2007.

En el estudio de Silva et al. (2004), se evidenció que en dos marcas de agua embotellada el 93% del recuento eran mayores a 10 UFC/ml para mesófilos aerobios y al comparar dos marcas (A y B) había presencia del 53 % para coliformes totales en la marca B y el 100 % de recuentos mayores a 10 UFC/ml para mesófilos aerobios, 87 % para coliformes totales en la marca A. Cabe resaltar que dicho estudio fue realizado utilizando la técnica de recuento petrifilm para mesófilos aerobios y siembra en placa de profundidad para detección de coliformes totales.

Para el grupo microbiano correspondiente a los coliformes totales, en el estudio se detectó la presencia en el 35 % de los ambientes estudiados, y al realizar la evaluación del riesgo en las variables agrupadas para establecimientos de producción y venta de alimentos, se observó riesgo de presencia de coliformes totales en las muestras de ambiente en el caso de charcuterías, supermercados, panaderías y reposterías. Así mismo, la variable presencia de coliformes totales es dependiente de la variable almuerzos, pizzerías y comidas rápidas. Pero debido a que

la muestra para este tipo de establecimiento es muy pequeña, no se pudo establecer el riesgo relativo. Lo anterior permite plantear este estudio como un estudio piloto que, a su vez, puede generar preguntas de investigación relacionadas con la pregunta acerca de qué tipos de establecimientos se deben dirigir estudios futuros en este campo de la microbiología ambiental en esta región del oriente colombiano.

En el caso de las muestras de superficies, no sólo se evidenció dependencia de las variables en los dos grupos de establecimientos de producción y venta de alimentos, sino que, además de ello, se presenta un riesgo relativo alto de encontrarse presencia de mesófilos aerobios.

Con el advenimiento de enfermedades emergentes, como el SARS-CoV-2 o COVID 19, esta situación genera incertidumbre, al evidenciar una clara necesidad de proyectar los procesos de limpieza y desinfección de áreas, dirigidos a prevenir la acumulación de microorganismos del grupo de mesófilos aerobios. Siendo éstos últimos unos de los principales responsables de la aparición de biopelículas o “biofilm”, las cuales son una asociación de microorganismos por medio de enlaces irreversibles con la superficie en la que se encuentran, que está asociada a la matriz de una sustancia extracelular polimérica y que hoy en día plantea unos desafíos importantes en las industrias de alimentos. En especial, cuando se ha detectado resistencia de estas biopelículas a los desinfectantes. Es importante conocer los factores de desarrollo y crecimiento, como la superficie de unión, los componentes de la matriz, los géneros bacterianos implicados y las condiciones ambientales que favorecen su formación (Carrascosa et al., 2021; Yuan et al., 2020).

Factores como el aumento de la humedad relativa, aumento de la temperatura, pH extremo, aumento de la luz solar, y el aumento en la velocidad del viento, favorecen la disminución de la prevalencia de COVID 19 (Eslami & Jalili, 2020; Biryukov et al., 2020). Por eso es importante tener en cuenta, para la implementación de condiciones ambientales apropiadas que, además de no favorecer la presencia coliformes totales y fecales, mesófilos y aerobios, tampoco lo hace con el virus SARS-CoV-2.

Procedimientos de inactivación por procesos de desinfección de superficies con Etanol al 62-71 %,

peróxido de hidrógeno al 0.5 %, hipoclorito de sodio al 0,1 % vinagre al 6,25 % o al 50 %, ácido paracético a 80 ppm en un minuto, son altamente efectivos (Kampf et al., 2020; Koseki et al., 2004; Nascimento et al., 2003) para ser utilizados en los sitios donde la presencia de microorganismos es inminente.

En el caso de las muestras de agua estudiadas, no se evidenció riesgo de presencia de coliformes totales, fecales ni mesófilos aerobios cuando el agua fue obtenida a partir del servicio de acueducto del municipio. Sin embargo, se puso en evidencia la necesidad de generar conocimiento en procesos de limpieza de los tanques de almacenamiento de agua para evitar la proliferación de microorganismos contaminantes y, por ende, de enfermedades gastrointestinales asociadas. Cabe resaltar que el tratamiento de potabilización de agua por parte de la empresa prestadora del servicio es favorable; siendo el proceso de potabilización de agua supremamente importante al permitir la reducción considerable de aparición de enfermedades asociadas al consumo de agua como EDA, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos; entre estas, amebiasis, giardiasis, criptosporidiosis y helmintiasis (Briñez et al., 2012).

Conclusión

Para la preparación y manipulación de alimentos es importante mantener el adecuado manejo de hábitos de higiene en los sitios de preparación, teniendo en cuenta los procesos de limpieza y desinfección de superficies inertes con el fin de evitar posibles focos de contaminación.

Contar con servicio de agua apto para el consumo influye considerablemente en la calidad microbiológica de los alimentos ofrecidos al público, pero se hace necesario implementar estrategias de capacitación en limpieza de tanques, a la comunidad que utiliza esta estrategia de obtención de agua para la preparación de alimentos.

Así mismo, los proyectos de aula juegan un papel importante en la formación de los estudiantes de pregrado, ya que les permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su proceso de formación. Y, al mismo tiempo, proyectar a la comunidad el conocimiento adquirido para la prevención

de enfermedades, sean estas infecciosas o no, que se encuentren asociadas a la afectación del ambiente y/o al desconocimiento por desinformación.

Agradecimientos

Los autores se permiten agradecer a los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander de la ciudad de Cúcuta, Colombia, que participaron en la toma y procesamiento de las muestras microbiológicas, en los diferentes establecimientos de la ciudad.

Bibliografía

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Principios Generales de Higiene de los Alimentos CXC 1-1969*. Codex Alimentarius. 1-39. Disponible en: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf
- Organización Mundial de la Salud. *Inocuidad de los alimentos*. (acceso 5 de julio del 2021) Disponible de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Pérez-Silva, M., Belmonte, S. y Martínez, J., 1998. Estudio microbiológico de los alimentos elaborados en comedores colectivos de alto riesgo [Microbiological study of foods prepared in high-risk collective dining rooms]. *Rev Esp Salud Publican* [Internet]. ene-feb (acceso 5 de julio del 2021);72(1):67-75. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57271998000100008
- National Qualification Authority NQA, ISO 22000:2018 *Guías de Implantación de Sistemas de Gestión de la Seguridad Alimentaria*. 2018, 1-34. <https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Libra12ry/PDFs/Spanish%20QRFS%20and%20PDFs/NQA-ISO-22000-Guia-de-implantacion.pdf> (acceso 5 de julio del 2021)
- Organización Panamericana de la Salud. República Dominicana., 2013. Ministerio de Salud Pública, *Guía Rápida para la Vigilancia Sanitaria del Agua*. Acciones Para Garantizar Agua Segura a la Población. p. 1-125. https://www.paho.org/dor/dmdocuments/Guia_vigilancia_agua.pdf (acceso 5 de julio del 2021)
- Larrea-Murrell, J.A., Rojas-Badía, M.M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N.M. y Heydrich-Pérez, M. 2013. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión

- de la literatura. Revista CENIC. Ciencias Biológicas [Internet]. (acceso 5 de julio de 2021);44(3):24-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>
- Navarro M O. Coliformes totales y *Escherichia coli* por el método de filtración por membrana en agar chromocult. Determinación de *Escherichia coli* y coliformes totales en agua por el método de filtración por membrana en agar chromocult. 30 de agosto de 2007. 1-17. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
- Camacho A., Giles M., Ortegón A., Palao M. y Serrano B., (eds). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número Más Probable o NMP). 29 ed. 2009. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf. (acceso 6 de julio 2021)
- Jay, J., Loessner, M. & Golden, D., 2005, *Modern Food Microbiology*. Seventh Edition. New York: Springer.
- Suihko M. & Stackebrandt E., 2003. Identification of aerobic mesophilic bacilli isolated from board and paper products containing recycled fibres. *J Appl Microbiol*. 94(1):25-34. doi: 10.1046/j.1365-2672.2003.01803.x. PMID: 12492920.
- Ministerio de la Protección Social-Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. *Resolución 2115 del 22 de junio del 2007*, 22 de junio de 2007. 1-23. https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf (acceso 6 de julio de 2021)
- González-Lizardo A., 2008. Interdisciplinary Research for Engineering Skills Development. *Acta Universitaria* [Internet]. (acceso 6 de julio de 2021); 18 (3). doi: 10.15174/au.2008.121. Disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/121>
- Escobedo, A., Meneses, M. y Castro, A., 2016. Estudio microbiológico (cualitativo y cuantitativo) de superficies inertes que están en contacto con la preparación de alimentos en cafeterías de una universidad pública. *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de investigación en Iberoamérica*. [Internet] (acceso 6 de julio de 2021);3 (6)2448-6280, p. 29, 2016. Disponible en: <https://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/112>
- Quevedo, R., 2011. La prueba de ji-cuadrado. *Medwave*. Dic [Internet];11(12) (acceso 23 de julio de 2021). doi: 10.5867/medwave.2011.12.5266. Disponible en: <https://www.medwave.cl/medios/medwave/Diciembre2011/2/10.5867medwave.2011.12.5266.pdf>
- Cerda J., Vera C. y Rada G., 2013. Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Rev. Med. Chile* [Internet]. 2013 Oct [citado 2021 Ago. 05] ; 141(10): 1329-1335. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013001000014&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013001000014>.
- Suescún-Carrero S. y Ávila-Panche S., 2017. Evaluación microbiológica en programas de alimentación escolar en instituciones educativas en el Departamento de Boyacá - Colombia. *Nova* [Internet]. Dec [citado 2021 Agosto 06] ; 15(28): 93-98. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702017000200093&lng=en.
- Mendes, A., Rodrigues, R., Laureano, J., Cordeiro, R. y Campos, A. 2010. Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies em restaurantes comerciais. *Ciência & Saúde Coletiva* [Internet]. v. 15, suppl 1 [Citado 11 Agosto 2021], pp. 1597-1606. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000700071>. Epub 08 Jul 2010. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232010000700071>.
- Caro-Hernández P. A y Tobar, J., 2020. Análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos. *Entramado* [Internet]. June [citado 2021 Agosto 06] ; 16(1): 240-249. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032020000100240&lng=en. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6126>.
- Alonzo-Salomón J., Heredia-Navarrete M. y García-Roque O., 2006 Coliformes fecales y mesofílicos aerobios en alimentos, superficies y manos del personal y niños de una guardería. *Rev Biomed*. [Internet] [citado 2021 agosto 06];17(2):86-95. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=13830>
- Martínez, K., Caballero R., Díaz E., Perez K. y Suarez S., 2015. Evaluación de la calidad del agua en restaurantes de la ciudad de San José de Cúcuta, de diferentes estratos, para contribuir con la seguridad alimentaria. *@Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*. [Internet] [citado 2021 agosto 06]; 13(1). http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceministerio/index.php/ALIMEN/article/view/1651.
- Semerjian, L., Ibrahim, M. y Alkhateri B., 2020. A comparative study of microbial contamination between public institutional and private residential bottled water dispensers. *Environ Monit Assess*. [Internet] [citado 2021 agosto 06] Apr 2;192(4):259. doi: 10.1007/s10661-020-8231-4. PMID: 32240379. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-020-8231-4>.
- Onyeneho, S. & Hedberg C., 2013. An Assessment of Food Safety Needs of Restaurants in Owerri, Imo State, Nigeria. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health. [Internet] [citado 2021 agosto 06]; 10(8):3296-3309. <https://doi.org/10.3390/ijerph10083296> [Internet] 2013; 10(8). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/10/8/3296>.
- Franco P., Castilla, Y., Guerrero, C., Jiménez, A. y Orozco-Ugarriza M., 2016. Evaluación microbiológica del programa de limpieza y desinfección de una planta procesadora de productos alimenticios avícolas de Cartagena-Bolívar, Colombia. *Rev. Investig. Agropecu. Desarro. Sosten.* [Internet]. 27 de diciembre de 2016 [citado 11 de agosto de 2021];1(1):10-22. Disponible en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/riads/article/view/704>
- Silva, J., Ramírez, L., Alfieri, A., Rivas, G. y Sánchez, M., 2004. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* [Internet]. Ene [citado 2021 Ago 11]; 24(1-2): 46-49. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562004000100008&lng=es.
- Carrascosa, C., Raheem, D., Ramos, F., Saraiva, A. & Raposo, A., 2021. Microbial Biofilms in the Food Industry-A Comprehensive Review. *Int J Environ Res Public Health.* [Internet] [citado 13 agosto 2021] Feb 19;18(4):2014. doi: 10.3390/ijerph18042014. PMID: 33669645; PMCID: PMC7922197. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33669645/>
- Yuan, L., Hansen, M., Roder, H., Wang, N., Burmelle, M. & He, G., 2020. Mixed-species biofilms in the food industry: Current knowledge and novel control strategies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* [Internet] [citado 14 agosto 2021];60(13):2277-2293. doi: 10.1080/10408398.2019.1632790. Epub 2019 Jul 1. PMID: 31257907. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31257907/>
- Eslami, H. & Jalili, M., 2020. The role of environmental factors to transmission of SARS-CoV-2 (COVID-19). *AMB Express.* [Internet]. May [citado 11 agosto 2021] 15;10(1):92. doi: 10.1186/s13568-020-01028-0. PMID: 32415548; PMCID: PMC7226715. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32415548/>
- Biryukov, J., Boydston, J., Dunning, R., Yeager, J., Wood, S., Reese, A., Ferris, A., Miller, D., Weaver, W., Zeitouni, N., Phillips, A., Freeburger, D., Hooper, I., Ratnesar-Shumate, S., Yolitz, J., Krause, M., Williams, G., Dawson, D., Herzog, A., Dabisch, P., Wahl, V., Hevey, M. & Altamura, L., 2020. Increasing Temperature and Relative Humidity Accelerates Inactivation of SARS-CoV-2 on Surfaces. *mSphere.* [Internet] [citado 11 agosto 2021] Jul 1;5(4): e00441-20. doi: 10.1128/mSphere.00441-20. PMID: 32611701; PMCID: PMC7333574. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32611701/>
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S. & Steinmann, E., 2020. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* [Internet] [citado 11 agosto 2021] Mar;104(3):246-251. doi: 10.1016/j.jhin.2020.01.022. Epub 2020 Feb 6. Erratum in: *J Hosp Infect.* 2020 Jun 17: PMID: 32035997; PMCID: PMC7132493. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32035997/>.
- Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S. & Itoh, K., 2004 Efficacy of acidic electrolyzed water for microbial decontamination of cucumbers and strawberries. *J Food Prot.* [Internet] [citado 11 agosto 2021] Jun;67(6):1247-51. doi: 10.4315/0362-028x-67.6.1247. PMID: 15222559. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15222559/>
- Nascimento, M., Silva, N., Catanozi, M. & Silva, K., 2003. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *J Food Prot.* [Internet] [citado 2021 Ago 11] Sep;66(9):1697-700. doi: 10.4315/0362-028x-66.9.1697. PMID: 14503728. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14503728/>
- Bríñez, A., Guarnizo, G., Arias, V. y Samuel, A., 2012. Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* [Internet]. Aug [citado 2021 Agosto 11] ; 30(2): 175-182. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2012000200006&lng=e