Artículo Original / Original Article

Calidad microbiológica de las fórmulas enterales y las superficies de una unidad de cuidados intensivos

Microbiological quality of enteral formulas and surfaces of an intensive care unit

Cristel Iona Kennedy^{1,2*}. <https://orcid.org/0000-0003-2018-7290>
Gladys Mercedes Estigarribia². <https://orcid.org/0000-0001-8058-9369>
Liz Carolina Ríos¹. <https://orcid.org/0000-0001-6388-7524>
Analía Concepción Ortiz². <https://orcid.org/0000-0002-2757-5715>
Larissa Monserrat Sanabria². <https://orcid.org/0000-0002-3478-278X>

1. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción (UNA), San Lorenzo, Paraguay.
2. Instituto Regional de Investigación en Salud, Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA), Coronel Oviedo, Paraguay.

*Dirigir correspondencia: Cristel Iona Kennedy Cuevas.
Avenida Juan E. O'Leary c/ Ruta 8, CP 3300. Coronel Oviedo, Paraguay.
E-mail: cristelkennedy@gmail.com

Este trabajo fue recibido el 31 de mayo de 2021.
Aceptado con modificaciones: 06 de julio de 2021.
Aceptado para ser publicado: 04 de agosto de 2021.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica de fórmulas enterales y superficies, que pudieran generar contaminación, en una Unidad de Cuidados Intensivos. Se recolectaron 300 muestras (129 fórmulas enterales, 80 superficie ambiental, 66 superficies inertes y 25 superficies vivas). Se utilizaron placas con medios rehidratables y convencionales para inoculación y pruebas bioquímicas (Citrato, LIA, MIO, ONPG, Fenilalanina, SIM, TSI, VP y Ureasa) para identificación. Al valorar recuento bacteriano y presencia de patógenos; las fórmulas enterales fueron 80,6% aceptables y fueron 19,4% inaceptables. El ambiente fue 85% seguro y fue 15% contaminado. Las superficies inertes estuvieron 83,3% limpias y estuvieron 16,7% contaminadas. Las superficies vivas poseían 92% higiene satisfactoria y poseían 8% higiene deficiente. Se aislaron patógenos en los cuatro tipos de muestras y las especies fueron: *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*. En conclusión, aunque la mayoría de las muestras fue de calidad microbiológica favorable, como se constató presencia de patógenos, se aconseja que se apliquen medidas correctivas, como la priorización del uso de fórmulas de sistema cerrado, la correcta capacitación del personal encargado de manipular la nutrición y la estandarización de un protocolo de desinfección de superficies.

Palabras clave: Microbiología; Nutrición enteral; Unidad de cuidados intensivos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the microbiological quality of enteral formulas and surfaces, which could generate contamination, in an Intensive Care Unit. Three hundred samples were collected (129 enteral formulas, 80 environmental surfaces, 66 inert surfaces and 25 from hands of health staff). Plates with rehydratable and conventional media were used for inoculation and biochemical tests (Citrate, LIA, MIO, ONPG, Phenylalanine, SIM, TSI, VP and Urease) for identification. When assessing bacterial count and presence of pathogens; enteral formulas were 80.6% acceptable and 19.4% unacceptable. The environment was 85% safe, 15% polluted. Inert surfaces were 83.3% clean, 16.7% contaminated. The hands of health staff had 92% satisfactory hygiene, 8% had poor hygiene. Pathogens were isolated in the four types of samples and the species were: *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. To conclude, although the majority of the samples were of favorable microbiological quality, as the presence of pathogens was confirmed, it is advisable to apply corrective measures, such as prioritizing the use of closed system formulas, the correct training of the personnel in charge of handling the nutrition and standardization of a surface disinfection protocol.

Keywords: Enteral nutrition; Intensive care units; Microbiology.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la modalidad más utilizada y recomendada de soporte nutricional para pacientes críticos es la nutrición enteral. Indistintamente, al tipo de fórmula enteral que se utilice, la nutrición enteral es considerada una técnica segura y de alto rendimiento, pero no se debe dejar de vigilar la posible asociación con complicaciones infecciosas, vinculadas a la contaminación microbiana de las fórmulas enterales^{1,2,3,4}.

Esta contaminación podría darse por factores relacionados con la manipulación humana y el contacto con superficies contaminadas. Al respecto, existen estudios que reportan hallazgos como: manos del personal manipulador de alimentos de Hospitales Públicos, contaminadas con *Escherichia coli*; manos del personal de enfermería de Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), contaminadas con bacterias Gram (-); lavados y grifos de servicio de medina interna, contaminados con enterobacterias; equipos como licuadoras de servicios del Hospitales en donde se elabora nutrición enteral, contaminados con *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella oxytoca*; y utensilios plásticos de servicios de alimentación hospitalaria, contaminados con coliformes fecales^{5,6,7,8,9,10}.

En las UCI de diversos países, se han llevado a cabo estudios que evidencian la contaminación microbiológica de fórmulas enterales y las especies patógenas más aisladas suelen ser: *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*¹¹.

Dependiendo el agente causal y el huésped, las consecuencias de la contaminación microbiológica de las fórmulas enterales, pueden ir desde colonización microbiana del tracto gastrointestinal asintomática o diarreas transitorias, hasta cuadros de septicemia y shock séptico^{3,12}.

Además, en pacientes hospitalizados, la mortalidad asociada a infecciones causadas por *Enterobacter*, *Klebsiella* y/o *Pseudomonas* puede alcanzar cifras del 18% al 26,8%^{13,14,15}.

Por otro lado, para detectar la contaminación microbiológica, es necesario conocer la carga microbiana tolerable y tanto la Food and Drug Administration (FDA)

como la British Dietetic Association (BDA) establecen que las fórmulas enterales con un Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM) superior a 10⁴ UFC/mL y/o con presencia de patógenos, representan un riesgo para la salud y que exceder esta cifra es un indicador de que se deben tomar medidas correctivas¹⁶.

Considerando que para decidir si se deben tomar o no medidas correctivas; se debe primeramente conocer la situación actual de las fórmulas enterales de cada servicio, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica de las fórmulas enterales y de las superficies, que podrían actuar como foco de contaminación de la nutrición enteral, en la UCI del Hospital Regional de Coronel Oviedo Dr. José Ángel Samudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó un estudio observacional descriptivo, de corte transversal. Los datos se recolectaron de la UCI, del Hospital Regional de Coronel Oviedo Dr. José Ángel Samudio, Paraguay.

Se incluyeron en el estudio, las fórmulas enterales administradas a los pacientes de UCI y las superficies (ambientales, inertes y vivas) que pudiesen actuar como foco de contaminación, durante la elaboración y/o administración de las fórmulas enterales.

Se excluyeron, las fórmulas enterales que se prepararon, pero que finalmente no se conectaron al paciente por inestabilidad u óbito; las superficies que no representan un riesgo de contaminación; y los sujetos que no aceptasen participar voluntariamente del hisopado de manos.

El tamaño de la muestra se calculó en base a un estadígrafo de estudios descriptivos, de variables dicotómicas de una población finita (número aproximado de fórmulas administradas en 2 meses) N= 168, con una proporción esperada igual al 50%; un nivel de confianza de 95% (z= 1,96) y una amplitud igual a 0,10. El tamaño mínimo resultante fue de 117 muestras.

El muestreo fue no probabilístico, de casos consecutivos y se efectuó durante los primeros meses del año 2020.

Métodos

La forma de proceder estuvo comprendida en cuatro etapas: recolección, inoculación, incubación e interpretación.

Recolección: las muestras de fórmulas enterales se tomaron de las llaves de 3 vías, en jeringas estériles de 10 mL (antes que la nutrición enteral superara 1 hora de colgado), con una frecuencia diaria.

Cabe destacar, que en la UCI estudiada las fórmulas enterales se administran en fresco y de manera inmediata y las muestras fueron tomadas en un solo momento, ya que las fórmulas enterales no se refrigeran con antelación, sino que se administran inmediatamente luego de que se preparan y/o abren (acorde al tipo de fórmula enteral), respetando siempre los tiempos de colgado máximo de cada presentación.

Todas las superficies que se hisoparon se seleccionaron acorde a los lineamientos del Monitoreo Ambiental de Patógenos (MAP)¹⁷. Las muestras de superficies inertes recolectadas entre semana fueron procedentes del Laboratorio de Nutrición Enteral que está a cargo de la nutricionista del área y se ubica en una habitación dentro de UCI, y las muestras de superficies inertes recolectadas fin de semana fueron procedentes del sector de preparación de nutrición enteral que usa enfermería, ubicado dentro de la sala de UCI, en donde permanecen los pacientes.

Como cada sector posee equipos y utensilios independientes, las superficies inertes que se hisoparon del laboratorio de nutrición enteral fueron: colador, jarra medidora, llave del agua, licuadora, medida dosificadora, mesada y picaporte. Mientras que del sector que usa enfermería se hisoparon: llave del agua, licuadora, medida dosificadora y mesada.

Las muestras de superficies vivas se clasificaron de dos formas. Acorde a si provenían del plantel de enfermería (1 muestra por persona) o de la nutricionista del servicio (1 muestra semanal) y a según en qué momento se efectuaron los hisopados, al preparar o al conectar la nutrición enteral.

También se recolectaron muestras del ambiente, con técnica de agar expuesto (exposición durante 3 horas) y la frecuencia fue diaria, con dos tipos de agar, durante 80 días.

Inoculación: Tanto para las fórmulas enterales como para las superficies inertes y vivas se utilizaron placas re-hidratables (tipo *Petrifilm*) con nutrientes para aerobios mesófilos totales y patógenos.

Las muestras de superficie ambiental se inocularon en placas Petri convencionales con agares Triptona Soya Agar (TSA) y Agar MacConkey (AM).

Incubación: Las placas re-hidratables fueron incubadas durante los periodos de tiempo y las temperaturas que se citan a continuación:

- Placas para aerobios totales durante 48 horas $\pm$ 3 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Placas para *Escherichia coli* durante 24 horas $\pm$ 2 horas a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Placas para enterobacterias totales durante 24 horas $\pm$ 2 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

- Placas para *Staphylococcus* por 24 horas $\pm$ 2 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ o $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Y las placas con agares AM y TSA fueron incubadas, a una temperatura que oscilaba entre 35 a 37°C , por un periodo de tres días.

Adicionalmente, cuando se observó la presencia de colonias de bacterias patógenas, se efectuó un re-alisamiento, para posteriormente realizar pruebas bioquímicas (Citrato, LIA, MIO, ONPG, Fenilalanina, SIM, TSI, Voges-proskauer y Ureasa) y antibiogramas, con el objeto de identificar a las especies halladas.

Interpretación: Para interpretar los resultados de fórmulas enterales se consideraron los límites establecidos por la FDA y la BDA. Y para superficies, los parámetros de la guía práctica de higiene y medicina preventiva en la industria alimentaria^{16,18}.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron digitados en una planilla electrónica Microsoft Office Excel 2017[®]. El análisis estadístico fue realizado en el software Stata[®] 14.0 (Stata Corporation, College Station, Texas, USA). Todas las variables fueron categorizadas, para analizarlas de manera cualitativa y se expresaron en frecuencias absolutas (n) y en porcentajes (%). Para valorar la asociación de las variables se aplicó la prueba exacta de Fisher y se consideraron significativos los valores de $p \leq 0,05$.

Aspectos éticos

Esta investigación fue autorizada por las autoridades del Hospital Regional de Coronel Oviedo Dr. José Ángel Samudio. El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Químicas, de la Universidad Nacional de Asunción (Código: 472/19).

Respecto a los sujetos que participaron del hisopado de manos, se empleó un documento de consentimiento informado con cada uno de ellos.

En cuanto a la bioética del ambiente, el manejo de los residuos generados durante el procesamiento de muestras, se realizó acorde al Manual de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)¹⁹.

RESULTADOS

Fueron procesadas un total de 129 muestras de fórmulas enterales, de las cuales 87 (67,4%) fueron fórmulas no estériles (en polvo reconstituidas en agua), 30 (23,3%) fueron fórmulas estériles sistema abierto (líquidas en presentación de botellas con tapa a rosca) y 12 (9,3%) eran fórmulas estériles sistema cerrado (líquidas de presentación en botellas con tapa sellada).

La recolección de las muestras de fórmulas enterales se llevó a cabo en 68 ocasiones (52,7%) en los días lunes a jueves y en 61 oportunidades (47,3%) en días de viernes a domingo.

Al valorar la calidad microbiológica de las muestras de fórmulas enterales, 104 fueron de calidad aceptable (80,6%) y 25 fueron de calidad inaceptable (19,4%).

Según el tipo de fórmula enteral, las fórmulas no estériles fueron las que presentaron mayor porcentaje de calidad inaceptable (14,7%), seguidas de las estériles de sistema abierto (3,5%) y las estériles de sistema cerrado fueron las que tuvieron menor porcentaje de calidad inaceptable (1,5%). Al relacionar el tipo de fórmula enteral y su calidad microbiológica, la relación fue considerada no significativa.

Del grupo de muestras de calidad inaceptable, 21 fueron recolectadas fin de semana (17%) y 3 fueron tomadas entre semana (2,4%). Al asociar el tipo de día de recolección de la muestra de fórmulas enteras con su calidad microbiológica, la asociación fue significativa ($p<0,0001$) (Tabla 1).

Al evaluar las muestras de superficie ambiental (ambiente de UCI), se observó que el RAM no era elevado en 100% de los casos. Pero como se detectó presencia de patógenos, se categorizó al ambiente como seguro en 68 oportunidades (85%) y como contaminado en 12 casos (15%) (Tabla 2).

Tabla 2. Calidad microbiológica de la superficie ambiental de UCI.

Variables	n= 80	%
Aerobios mesófilos		
En rango	80	100
Fuera de rango	0	0
Bacterias patógenas		
Ausencia	68	85
Presencia	12	15
Calidad del ambiente		
Ambiente seguro	68	85
Ambiente contaminado	12	15

Tabla 1. Calidad microbiológica de las fórmulas enteras de UCI.

Calidad	Tipo de fórmula						Tipo de día						
	No estéril		Estéril		Estéril		Entre semana		Fin de semana		n	%	
	(reconstituida)		(sistema abierto)		(sistema cerrado)								
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%			
Aerobios mesófilos													
Aceptable	84	65,1	30	23,3	12	9,3	68	52,7	58	45	126	97,7	
Inaceptable	3	2,3	0	0	0	0	0	0	3	2,3	3	2,3	
Enterobacteriales													
Aceptable	69	53,5	26	20,1	10	7,8	65	50,4	40	31	105	81,4	
Inaceptable	18	14	4	3,1	2	1,5	3	2,3	21	16,3	24	18,6	
Coliformes fecales													
Aceptable	87	67,4	30	23,3	12	9,3	68	52,7	61	47,3	129	100	
Inaceptable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
*Staphylococcus													
Aceptable	83	64,3	29	22,5	12	9,3	68	52,7	56	43,4	124	96,1	
Inaceptable	4	3,1	1	0,8	0	0	0	0	5	3,9	5	3,9	
RAM y RP													
Aceptable	68	52,7	26	20,2	10	7,8	65	50,4	40	31	104	80,6	
Inaceptable	19	14,7	4	3,1	2	1,5	3	2,3	21	16,3	25	19,4	
TOTAL	87	67,4	30	23,3	12	9,3	68	52,7	61	47,3	129	100	
p valor	0,446						0,000						

*De 5 *Staphylococcus*, 4 fueron *Staphylococcus* spp. y 1 fue *Staphylococcus aureus*.
RAM: Recuento de aerobios mesófilos RP: Recuento de patógenos.

Respecto a las superficies inertes, se procesaron un total de 66 muestras (6 repeticiones por cada superficie), 42 de las muestras provenían del laboratorio de nutrición enteral (63,6%) y 24 de ellas pertenecían al sector que utiliza el personal de fin de semana (36,4%).

Las superficies inertes del laboratorio de nutrición enteral, alcanzaron parámetros equivalentes con una superficie limpia en 41 de los hisopados (97,6%) y obtuvo la categoría de superficie contaminada en 1 de los hisopados (2,4%). La superficie contaminada correspondió a la llave del agua.

Las superficies inertes del sector de preparación de fin de semana, cumplieron con parámetros compatibles con una superficie limpia en 14 de los hisopados (58,4%) y fueron categorizadas como superficie contaminada

en 10 de los hisopados (41,6%). De las superficies contaminadas, 4 provinieron de la licuadora (16,7%), 2 de la llave del agua (8,3%), 2 de la medida dosificadora (8,3%) y 2 de la mesada de preparación (8,3%).

Al relacionar los distintos tipos de superficies inertes hisopadas, con su calidad microbiológica, se encontró que la relación fue significativa ($p < 0,02$) (Tabla 3).

En lo que concierne a superficies vivas, se analizaron 25 muestras de hisopado de manos/guantes. De estas muestras individuales, 20 pertenecieron al plantel de enfermería de la UCI (80%). La totalidad de las muestras de dicho plantel se encontraban con RAM compatibles con una higiene de manos satisfactoria, pero se constató presencia de enterobacteriales en 2 muestras (8%), de las cuales 1 (4%) correspondía a coliformes de índole fecal.

Tabla 3. Calidad microbiológica de las superficies inertes de UCI.

Variables	Equipos y utensilios del laboratorio de nutrición enteral								p valor 0,016	
	Aerobios mesófilos				Enterobacteriales					
	En rango		Fuera de rango		Ausencia		Presencia		n	%
Equipos y utensilios del laboratorio de nutrición enteral										
Colador	6	14,3	0	0	6	14,3	0	0	6	14,3
Jarra medidora	6	14,3	0	0	6	14,3	0	0	6	14,3
Llave del agua	5	11,9	1	2,4	6	14,3	0	0	6	14,3
Licuadora	6	14,3	0	0	6	14,3	0	0	6	14,3
Med. dosificadora	6	14,2	0	0	6	14,2	0	0	6	14,2
Mesada	6	14,3	0	0	6	14,3	0	0	6	14,3
Picaporte	6	14,3	0	0	6	14,3	0	0	6	14,3
TOTAL	41	97,6	1	2,4	42	100	0	0	42	100
Calidad de las superficies										
	n				%					
Superficies limpias	41				97,6					
Superficies contaminadas	1				2,4					
Equipos y utensilios del sector de preparación de fines de semana										
	En rango		Fuera de rango		Ausencia		Presencia		n	%
Llave del agua	4	16,7	2	8,3	3	12,5	3	12,5	6	25
Licuadora	2	8,3	4	16,7	3	12,5	3	12,5	6	25
Med. dosificadora	4	16,7	2	8,3	6	25	0	0	6	25
Mesada	4	16,7	2	8,3	6	25	0	0	6	25
TOTAL	14	58,4	10	41,6	18	75	6	25	24	100
Calidad de las superficies										
	n				%					
Superficies limpias	14				58,4					
Superficies contaminadas	10				41,6					
TOTAL	55	83,3	11	16,7	60	90,9	6	9,1	66	100

Las otras 5 muestras de hisopados de manos/guantes (20%), pertenecieron a la nutricionista del área (5 repeticiones del único personal de nutrición). Dichas muestras tenían RAM equivalentes con higiene de manos satisfactoria y ausencia de patógenos.

Al vincular al tipo de profesional con la calidad microbiológica del hisopado de manos/guantes, el resultado fue considerado no significativo.

Acorde al momento de la recolección de las muestras (preparación o conexión), 15 de las muestras provenían del personal que preparó la nutrición enteral (60%) y 10 de las muestras procedían del personal que conectó la nutrición enteral (40%). Todos los sujetos hisopados al momento de preparar la nutrición enteral cumplieron con una higiene de manos satisfactoria y de los sujetos hisopados al momento de conectar la nutrición enteral, tuvieron una higiene de manos satisfactoria 8 (32%) y 2 tenían higiene de manos deficiente (8%).

Al buscar asociación entre el momento de recolección de la muestra de hisopado de manos/guantes y su calidad microbiológica, no se encontró asociación significativa.

Del total de personal de blanco hisopado, 23 de los individuos obtuvieron una calidad de higiene de manos satisfactoria (92%) y 2 de ellos tuvieron una calidad de higiene de manos deficiente (8%) (Tabla 4).

Para finalizar, se identificaron las bacterias con potencial patógeno de todas las muestras. En las fórmulas enterales se observó presencia de *Klebsiella pneumoniae* (12,4%), *Klebsiella aerogenes* (6,2%) y *Staphylococcus aureus* (0,8%), en la superficie ambiental se detectó a *Klebsiella pneumoniae* (7,5%), *Acinetobacter baumannii* (5%) y *Pseudomonas aeruginosa* (2,5%), en las superficies inertes se halló *Enterobacter cloacae* (3%), *Klebsiella aerogenes* (3%) y *Klebsiella pneumoniae* (3%) y en las superficies vivas se aislaron *Escherichia coli* (4%) y *Klebsiella pneumoniae* (4%) (Figura 1).

Tabla 4. Calidad de higiene de manos del personal de blanco de UCI.

Variables	Tipo de profesional				Zona de recolección				n= 25	%
	Nutricionista del área n= 5		Plantel de enfermería n= 20		Zona 1 (preparación) n= 15		Zona 2 (conexión) n= 10			
Aerobios mesófilos										
Rango satisfactorio	5	20	20	80	15	60	10	40	25	100
Rango deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterobacteriales										
Ausencia	5	20	18	72	15	60	8	32	23	92
Presencia	0	0	2	8	0	0	2	8	2	8
Coliformes fecales										
Ausencia	5	20	19	76	15	60	9	36	24	96
Presencia	0	0	1	4	0	0	1	4	1	4
Calidad de higiene de manos										
Satisfactoria	5	20	18	72	15	60	8	32	23	92
Deficiente	0	0	2	8	0	0	2	8	2	8
p valor	1,000				1,000

Figura 1: Especies patógenas aisladas en fórmulas enterales y superficies.

DISCUSIÓN

Una correcta evaluación de la calidad microbiológica de las fórmulas enterales es un proceso complejo, ya que conlleva no solo la obtención de resultados de análisis bacteriológicos, sino también la interpretación del porqué de cada resultado.

En cuanto al tipo de fórmula enteral contaminada, en este estudio, la mayoría de las fórmulas enterales contaminadas fueron las no estériles (en polvo reconstituidas) y la minoría fueron las estériles de sistema cerrado (líquidas de tapa sellada), lo cual coincide con los trabajos de Kehr et al.^{3,20}, que demostraron que las fórmulas enterales de sistema cerrado, tienen inferior grado de contaminación microbiológica que las fórmulas enterales reconstituidas, debido a su menor manipulación.

Respecto a la calidad microbiológica de las fórmulas enterales, en esta investigación la mayor parte de las fórmulas eran de calidad aceptable y la causa más frecuente de calidad inaceptable fue la presencia de enterobacteriales.

Estos resultados, son comparables con estudios realizados en otros países. Como en Brasil, donde se analizaron las fórmulas enterales de un Hospital Público donde hallaron que el 75% eran de calidad aceptable según su RAM, pero 58,8% eran de calidad inaceptable acorde al contenido de coliformes. En Costa Rica se procesaron muestras de fórmulas enterales de un hospital periférico y encontraron que más del 50% de la nutrición enteral elaborada con fórmulas enterales comerciales eran de calidad aceptable, pero que el 46% de las mismas eran de calidad inaceptable, debido a la presencia de coliformes fecales^{5,10}.

En lo que concierne a los días en que se recogieron las muestras de fórmulas enterales contaminadas, las fórmulas recolectadas los fines de semana, cuya preparación y administración estaba a cargo de profesionales de enfermería; tuvieron significativamente mayor contaminación, que las fórmulas enterales que fueron recolectadas entre semana, cuya preparación estaba a cargo del profesional de nutrición y administración a cargo enfermería. Esta diferencia, podría

atribuirse, principalmente a dos factores. El primer factor, es el nivel de conocimiento sobre nutrición enteral, por parte del personal que se encarga de las fórmulas enterales entre semana (nutricionista) y fines de semana (enfermería). Dado a que una investigación hecha por González et al.²¹, que aplicó un test acerca del nivel de conocimiento de nutrición clínica, al plantel de enfermería de dos instituciones, describió que el 66,7% del personal estudiado obtuvo respuestas incorrectas y concluyó que los sujetos tenían un escaso conocimiento sobre el tema.

El segundo factor, es la carga horaria; puesto que independientemente al tipo de profesional, por lo general, los licenciados (tanto enfermeros/as como nutricionistas) que trabajan de lunes a viernes, trabajan entre 5 a 8 horas seguidas, mientras que el personal que trabaja fines de semana (sábados y domingos) tienen una jornada laboral de 12 horas seguidas o en ocasiones hasta 18 horas continuas. Esta diferencia de carga horaria, podría influir, ya que según un estudio realizado por De la Vega et al.²², la fatiga laboral no se modifica según el día que se trabaje, pero si se altera a medida que las horas de trabajo aumentan y en consecuencia la productividad de los trabajadores se ve afectada. También porque, acorde a un estudio efectuado por G. Calabrese et al.²³, en un plantel de enfermería de UCI, existe un riesgo significativo de deteriorar la calidad del sueño y la salud (deterioro que impacta negativamente en una labor eficiente) en el personal que alcanza 50 a 70 horas laborales por semana, situación que muchas veces se da en el personal de fines de semana, puesto que es usual que los licenciados posean un vínculo de 30 horas en una institución en días de entre semana y otro vínculo de 24 horas en los días que corresponden a fines de semana en otro recinto, lo cual totaliza 54 horas semanales de trabajo.

Referente a la identificación de las especies aisladas en las fórmulas enterales de este estudio, se observaron semejanzas con otros trabajos, como el de M. Lalueza et al.¹¹ que aislaron *Klebsiella pneumoniae* en fórmulas enterales de una UCI y el de L. Borges et al.⁵ que aislaron *Staphylococcus aureus* en fórmulas enterales de Hospitales Públicos (2,5%).

Al evaluar el ambiente, en esta investigación se halló que si se tiene en cuenta únicamente el RAM, el ambiente interno de la UCI estudiada sería 100% seguro, pero que a raíz de la presencia de bacterias patógenas la cifra descende a 85% y que las bacterias aisladas fueron Gram (-) en todos los casos (*Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*). Este último resultado, difiere con el estudio de Cartín et al.²⁴ en donde aislaron tanto bacterias Gram (+) como Gram (-), al analizar dos centros hospitalarios (*Corynebacterium*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pantoea agglomerans* y *Escherichia coli*), pero coincide con el trabajo de Bustos et al.⁶, en donde aislaron *Klebsiella pneumoniae* en la habitación de pacientes de UCI.

En cuanto al análisis de las superficies inertes, el

principal hallazgo, sería que el tipo de superficie estaría significativamente asociada a su calidad microbiológica, siendo más probable la contaminación en: la licuadora, la llave del agua, la medida dosificadora y la mesada. Además, las superficies contaminadas y las especies bacterianas encontradas, son similares a otras investigaciones, como la de Rojas et al.⁹ que hallaron enterobacteriales (*Enterobacter*) en lavados y grifos de un servicio de medicina interna y como la de Pinto et al.⁸, que aislaron enterobacteriales (*Klebsiella*) en licuadora y utensilios, de un servicio que elabora la nutrición enteral en un Hospital.

Al evaluar las superficies vivas, en este trabajo se evidencia que la higiene de manos es satisfactoria en casi todos los sujetos, pero llama la atención como la contaminación una vez más tuvo que ver con patógenos y no con la cantidad total de aerobios mesófilos. Estos resultados son cotejables con estudios como el de Guenther et al.⁷, que hallaron bacilos Gram (-) en 44% de las manos del personal de enfermería de una UCI y como el de Borges et al., que evaluaron dos recintos hospitalarios y en ambos aislaron *Escherichia coli* en manos^{5,7}.

Otro hallazgo interesante, fue el momento de la recolección de los hisopados de manos con presencia de patógenos, dado que no fue cuando el personal preparaba la nutrición enteral, sino que fue cuando el personal conectaba el contenedor de la nutrición enteral a la vía del paciente. En cierta forma, este hallazgo se contrapone a otros estudios, en donde sugieren que las fórmulas enterales se contaminan al momento de su preparación^{3,20}. La razón por la cual se hallaron patógenos al momento de la administración y no de la preparación, podría tener que ver con que el tipo de profesional que se encarga de administrar la nutrición enteral. Ya que se trata de personal de enfermería y dicho personal ejecuta varias tareas durante el día, en donde podría contaminar sus manos, como higienizar al paciente (en donde podría contaminarse manipulando heces), o como recolectar muestras de secreciones (en donde podría contaminarse con bacterias patógenas de pacientes infectados), entre otras.

Por otro lado, al contemplar las coincidencias entre las especies aisladas en los distintos tipos de muestras, se obtuvieron concordancias en dos de las especies identificadas, la especie *Klebsiella aerogenes* se aisló en las superficies inertes y en las fórmulas enterales, hecho que podría significar que la nutrición enteral se contaminó, debido a que se elaboró dentro de un equipo contaminado (licuadora). La especie *Klebsiella pneumoniae* se encontró en las fórmulas enterales y en los tres tipos de superficies analizadas (ambiental, inerte y viva). Hallazgo que da lugar a la conjetura de que el ambiente de la UCI estudiada, esta colonizado por esta especie bacteriana. Dicho hallazgo, es similar al de otros estudios, como el de Pinto et al.⁸ que analizaron muestras provenientes del servicio de alimentación de un Hospital Público y aislaron *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella oxytoca* en el ambiente, en los equipos y en los utensilios; y como el de Bustos et al.⁶ que procesaron cultivos de UCI y encontraron

Klebsiella pneumoniae en la habitación de pacientes, en el lavado del servicio y en las secreciones de pacientes.

Un aspecto interesante para ahondar en los datos de este estudio, sería realizar un análisis de biología molecular entre los aislamientos de la misma especie, para determinar si existe relación filogénica entre las cepas aisladas en las fórmulas enterales y las cepas aisladas en las superficies analizadas; y consecuentemente saber si la contaminación microbiológica está realmente vinculada.

Finalmente, se destaca que los resultados de esta investigación lograron: valorar la calidad microbiológica de fórmulas enterales, detectar cuales son las superficies que podrían actuar como foco de contaminación y aún más importante; generar recomendaciones para la aplicación de medidas correctivas, por parte de la institución involucrada.

CONCLUSIONES

La mayoría de las muestras analizadas fueron de una calidad microbiológica favorable (fórmulas enterales aceptables, superficies inertes limpias, superficies vivas con higiene satisfactoria y superficie ambiental segura).

La causa más frecuente del deterioro de la calidad microbiológica, no estuvo relacionada con recuentos bacterianos elevados, sino que se debió a la presencia de bacterias patógenas.

De entre las superficies inertes y vivas analizadas, las que demostraron tener significativamente mayor potencial como foco de contaminación fueron: la licuadora, la llave del agua y las manos del personal de fines de semana. Las especies patógenas identificadas en las muestras fueron: *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

El aislamiento de *Klebsiella pneumoniae*, en las muestras de fórmulas enterales y de los tres tipos de superficies, sugiere una colonización por parte de dicho germen.

Recomendaciones

En base a que las fórmulas enterales reconstituidas fueron las más frecuentemente contaminadas. Se recomienda que en lo posible se empleen solo fórmulas enterales de sistema cerrado en la UCI y se utilicen las fórmulas enterales reconstituidas y de sistema abierto, en las demás áreas de internación.

Debido a que no se hallaron enterobacteriales en las superficies inertes del laboratorio de nutrición enteral y en dicho laboratorio se desinfectan las superficies con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, se aconseja que el sector de fin de semana utilice la misma técnica para desinfectar sus superficies. Y puesto que la llave del agua fue la única superficie inerte que estuvo sucia en ambos lugares de preparación, se sugiere aumentar el énfasis en la higiene de esta superficie.

Como se obtuvieron hisopados de manos con higiene deficiente y utensilios contaminados con patógenos, se recomienda llevar a cabo capacitaciones y charlas sobre:

correcto lavado de manos, buenas prácticas de manufactura, importancia de nutrición enteral y repercusiones de la contaminación de las fórmulas enterales; con la finalidad de optimizar el desempeño del staff de la UCI.

Por último, dado a que los resultados sugieren que la UCI está colonizada por una especie bacteriana patógena, se aconseja reevaluar las técnicas de desinfección implementadas en la sala de UCI y estandarizar un nuevo protocolo de desinfección que mejore la situación.

Agradecimientos. A la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA), por haber cedido espacio de trabajo en su laboratorio, para procesar las muestras; a los directivos del Hospital y servicio involucrado Dr. Catalino Fabio y Dr. Fernando Florentín, por haber otorgado consentimiento y colaboración, para realizar el estudio y a las especialistas Mg. Damiana Florentín y Dra. Lizza Sarquis por haber contribuido con su asesoramiento incondicional.

Financiamiento. Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de agencias de financiamiento de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

REFERENCIAS

1. Barrita R, Villar A, Bordalejo A, Nadal M. Enteral nutrition in the critical patient: How much is really administered? *Rev Argent Ter Intensiva*. 2019; 36: 11-18.
2. Bermejo S, De la Calle L, Arias J, Giner M, Blesa A. Monitoring of enteral nutrition as a clinical indicator for quality assessment in intensive care units. *Nutr Hosp*. 2018; 35: 6-10.
3. Kehr J, Castillo L, Morales B, Ridemann K, Campano M, Aranda W. Microbial contamination of enteral formulas for hospital use. *Rev Chil Pediatr*. 2002; 73: 248-256.
4. Welch T. Nutrition options in critical care unit patients. *Crit Care Nurs Clin N Am*. 2017; 30: 13-27.
5. Borges L, Hidalgo M, Borges M, Serafini A. Microbiological quality and phenotypic characterization of microorganisms isolated from enteral feeding, food handlers and environments of two public Brazilian hospitals. *J Food Safety*. 2010; 31: 125-131.
6. Bustos G, Montero D, Perea J, Gualtero S, Ortiz J, Novoa A et al. Factors related to the successful control of an outbreak by *Klebsiella pneumoniae* producing KPC-2 in an intensive care unit in Bogotá, Colombia. *Infectio*. 2016; 20: 25-32.
7. Guenther S, Owen J, Wenzel R. Gram negative bacilli as nontransient flora on the hands of hospital personnel. *J Clin Microbiol*. 1987; 25: 488-490.
8. Pinto U, Cardoso R, Vanetti M. Detection of *Listeria*, *Salmonella* and *Klebsiella* in hospital food service. *Rev Nutr*. 2004; 17: 319-326.
9. Rojas L, Salazar T, Salazar A. Prevalence of Enterobacteriaceae in taps and sinks in the internal medicine service of Hospital Obrero N°1. *SCcientific*. 2009; 7: 33-36.
10. Ravery A, Coto R, Arias M. Microbiological quality of enteral diets distributed in a peripheral hospital in Costa Rica. *Rev Med UCR*. 2017; 10: 1-7.
11. Lalueza M, Rodríguez V, Robles A, Fontán C. Contamination of enteral nutrition in critical patients. Validation of the

- handling process. *Farm Hosp.* 1999; 23: 95-102.
12. Casewell M, Cooper J, Webster H. Enteral feeds contaminated with *Enterobacter cloacae* as a cause of septicaemia. *Br Med J.* 1981; 282: 973.
13. Moreno L, Tamayo M, Amariles N, Garrido E. Health care associated infections due to resistant *Enterobacter* and *Enterococcus* in Hispanic America 2002-2017. *Medicina & Laboratorio.* 2020; 24: 221-232.
14. Rojo V, Vázquez P, Reyes S, Puente Fuertes L, Cervero M. Risk factors and clinical evolution of carbapenemase producing *Klebsiella pneumoniae* infections in a university hospital in Spain. Case-control study. *Rev Esp Quimioter.* 2018; 31: 427-434.
15. Cataño D, William J, Martínez M, López J, Marín D, Orozco J, et al. Risk factors for mortality caused by *Pseudomonas aeruginosa* infection in hospitalized patients with oncologic diagnosis in three cities of Colombia. *MedUNAB* 2017; 20: 39-47.
16. Moazen M, Rahmdel S, Abdollahzadeh S, Ranjbar M, Mazloomi S. Microbiological quality of commercial enteral feedings used in two public hospitals in Shiraz, Iran. *J Health Sci Surveillance Sys.* 2014; 2: 49-53.
17. Almond Board of California. Pathogens environmental monitoring program, Manual. 2010. URL: www.almonds.com/sites/default/files/pem_book.pdf
18. Hars E. Practical guide to hygiene and preventive medicine in the food industry. Microbiological quality parameter guide, Barcelona, 1976.
19. General Directorate of Environmental Health. Manual of procedures for the comprehensive management of waste generated in health and related establishments, Manual. 2011. <https://docplayer.es/1681565-Manual-de-procedimientos.html>
20. Kehr J, Morales B, Contreras P, Castillo P, Aranda W. Microbiological quality of a ready-to-use enteral formula. *Rev Chil Infect.* 2004; 21: 312-316.
21. González M. State of knowledge of the nursing staff on clinical nutrition issues. *Rev Cubana Aliment Nutr.* 2013; 23: 44-64.
22. De la Vega E, Orrantia D. Quantitative effects of the 12-hour work shift. In International Congress of Ergonomics. Mexico: Society of ergonomists of Mexico; 2004. p. 64-77.
23. Calabrese G. Labor implications for the anesthesiologist. *Rev Col Anest.* 2005; 33: 187-194.
24. Cartín V, Caballero M, Alfaro M. Air quality in two hospitals and eight veterinary clinics in Costa Rica. *Rev Costarric Public Health.* 2007; 16: 17-26.