

# Medición del consumo de antibióticos en unidades neonatales de tres instituciones de alto nivel de complejidad en Antioquia, Colombia

Laura Milena Rendón<sup>1,2a\*</sup>, Esteban Agudelo<sup>1b</sup>, Adriana Milena Echavarría<sup>3c</sup>, Santiago Atehortúa<sup>4,5d</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Vigilancia Farmacológica, Hospital Universitario de San Vicente Fundación, Medellín, Antioquia, Colombia.

<sup>2</sup>Laboratorio Integrado de Medicina Especializada (LIME), Medellín, Antioquia, Colombia.

<sup>3</sup> Servicio farmacéutico, Hospital General de Medellín Luz Castro de Gutierrez ESE, Medellín, Antioquia, Colombia.

<sup>4</sup> Servicio de epidemiología, Clínica Universitaria Bolivariana, Medellín, Antioquia, Colombia.

<sup>5</sup> Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Antioquia, Colombia.

\* Autor correspondiente

Correos electrónicos:<sup>a</sup> laura.rendon@sanvicentefundacion.com,<sup>a</sup> laura.rendon@udea.edu.co,<sup>b</sup> esteban.agudelo@sanvicentefundacion.com,<sup>c</sup> aechavarria@hgm.gov.co,<sup>d</sup> satehortuam@gmail.com

Recibido: 22 de junio de 2022

Revisado: 31 de julio de 2022

Aceptado: 6 de agosto de 2022

## RESUMEN

**Introducción:** medir consumo de medicamentos es una estrategia para lograr un uso racional, pero implementarlo en pediatría es complejo. **Objetivo:** proponer una herramienta que facilite medir consumo de medicamentos en neonatos. **Materiales y métodos:** se extrajo cada mes del 2018 en neonatos, el consumo de 6 antibióticos para tres instituciones. Se validó y graficó la duración de tratamiento. **Resultados:** se demostró con  $R^2 > 0,8$ ,  $Syx < 15$  y  $R.pearson > 0,8$ , correlación para cada institución, entre cálculo por duración de tratamiento y dosis diaria definida; además con  $P > 0,05$  en pendiente e intercepto, se estableció que una línea predijo el comportamiento de las tres instituciones. **Conclusión:** el consumo de medicamentos por duración de tratamiento en neonatos, es útil para comparar medicamentos y evaluar el impacto de intervenciones clínicas.

*Palabras clave:* Antibacterianos, farmacorresistencia microbiana, pediatría, servicios de salud.

## SUMMARY

### Measurement of the consumption of antibiotics in neonatal units of three institutions of high level of complexity in Antioquia, Colombia

**Introduction:** to measure the consumption of drugs is a strategy to achieve a rational use but implementing it in the pediatric service is difficult. **Aim:** to propose a tool to make easier the measure of the drugs consumption in the neonatology service. **Materials and methods:** every month during 2018 the information of the consumption of six different antibiotics in three healthcare institutions was recorded. The treatment duration was validated and plotted. **Results:** it was demonstrated with  $R^2>0,8$ ,  $Syx<15$  y  $R.\text{pearson}>0,8$ , correlation for each institution between calculation per treatment duration and defined daily dose; besides, with  $P>0,05$  in slope and intercept it was established that a line predicted the behavior of the three institutions. **Conclusion:** the consumption of the drugs per treatment duration in a neonatology service is useful to compare drugs and evaluate the impact of clinical interventions.

*Keywords:* Antibacterial, microbial drug resistance, pediatric, healthcare services.

## RESUMO

### Medição do consumo de antibióticos em unidades neonatais de três instituições de alta complexidade em Antioquia, Colômbia

**Introdução:** mensurar o consumo de medicamentos é uma estratégia para alcançar o uso racional, mas implementá-la no serviço pediátrico é difícil. **Objetivo:** propor uma ferramenta para facilitar a mensuração do consumo de medicamentos no serviço de neonatologia. **Materiais e métodos:** mensalmente durante o ano de 2018 foi registada a informação do consumo de seis antibióticos diferentes em três instituições de saúde. A duração do tratamento foi validada e plotada. **Resultados:** demonstrou-se com  $R^2>0,8$ ,  $Syx<15$  e  $R.\text{pearson}>0,8$ , correlação para cada instituição entre cálculo por duração do tratamento e dose diária definida; além disso, com  $P>0,05$  no declive e no intercepto estabeleceu-se que uma reta predizia o comportamento

das três instituições. **Conclusão:** o consumo de medicamentos por tempo de tratamento em um serviço de neonatologia é útil para comparar medicamentos e avaliar o impacto de intervenções clínicas.

*Palavras-chave:* Antibacteriano, resistência microbiana a drogas, pediatria, serviços de saúde.

## INTRODUCCIÓN

La prescripción de acuerdo a las necesidades clínicas del paciente, en las dosis adecuadas, durante un período de tiempo recomendado y al menor costo posible, denominado como uso racional de medicamentos [1], es una necesidad mundial. En el año 2002, la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que más del 50% de los medicamentos eran utilizados de manera irracional [2] y el *Institute for Healthcare Informatics* en el año 2012, identificó que se podría ahorrar medio trillón de dólares en el gasto global anual en salud mediante el uso responsable de medicamentos [3].

El uso irracional de antibióticos es uno de los principales problemas a resolver, no solo porque su impacto se ha calculado en aproximadamente USD4000 millones anuales solo en los estados unidos [4], sino también por la resistencia. En el año 2014 se indicó que aproximadamente 700.000 muertes en el mundo fueron atribuidas a la resistencia a antibióticos y se espera que para el año 2050 esta cifra ascienda a 10 millones [5].

De acuerdo a las directrices de la OMS, el uso irracional de medicamentos debe ser medido y analizado para comprender las causas de origen [6, 7]. Los métodos basados en datos globales son los más utilizados para medir consumo de medicamentos, siendo dosis diaria definida (DDD) el de mayor aceptación, por su facilidad para la extracción de la información y la interpretación de los resultados [8].

La medición de consumo de antibióticos en la población pediátrica, especialmente en UCI neonatal es de gran importancia, dado que un alto porcentaje de antibióticos se usan de manera empírica y sin confirmación microbiológica que permita el de-escalamiento temprano [9]. Debido a que DDD requiere de una dosis estándar de consumo por día, su uso en población pediátrica no es viable [10].

La medición de consumo de medicamentos por duración de tratamiento (DOT) aunque más compleja que DDD, es la más aceptada para medir consumo de medicamentos en población pediátrica, dado que su cálculo no se ve afectado por variaciones en las dosis de los medicamentos, que es frecuente en esta población pues la prescripción depende del peso de cada paciente. Este cálculo permite conocer el histórico de con-

sumo de la institución, evaluar variaciones en el tiempo y comparar con referentes, facultando tomar medidas de control en caso de ser necesario y evaluando la efectividad de las intervenciones [11, 12].

En Colombia, El Instituto Nacional de Salud (INS), con el fin de tener una referencia local y conocer el perfil de uso de algunos antibióticos, hace monitoreo por DDD en población adulta [13]; sin embargo, hasta la fecha, no se hace monitoreo de medicamentos en población pediátrica.

El objetivo de este trabajo es proponer a las instituciones de salud una herramienta estandarizada y de libre acceso, que facilite el medir consumo de medicamentos en población pediátrica y comparar los resultados entre instituciones.

## METODOLOGÍA

**Instituciones:** Participaron en el estudio 3 instituciones de alto nivel de complejidad de la ciudad de Medellín, con población adulta, pediátrica y neonatal, además, con cuidado básico y crítico.

**Población:** Neonatos hospitalizados en salas generales (hospitalización) o cuidado crítico (UCI) entre enero y diciembre de 2018, en tres instituciones de alto nivel de complejidad. Institución 1: 38 camas en hospitalización y 14 en UCI, institución 2: 23 camas en hospitalización y 15 en UCI e institución 3: 42 camas en hospitalización y 10 en UCI.

**Medicamentos:** Se seleccionaron los 6 antibióticos inyectables de mayor rotación en neonatos (unidades dispensadas) o con inclusión en las guías de práctica clínica del recién nacido (sepsis neonatal temprana publicada en 2013): amikacina, ampicilina, cefepime, meropenem, piperacilina/tazobactam y vancomicina.

**Base de datos:** Se exportó del sistema de información institucional (SAP® para dos de las instituciones y Servinte® para una institución) a Excel® (Microsoft Office, Redmond, Washington, Estados Unidos), la información que contuviera cada administración de cada medicamento de interés. A la hoja llamada datos\_crudos y se adicionaron tres columnas con las funciones requeridas para el cálculo DOT. En la tabla 1 se presenta un ejemplo del uso de las formulas.

**Cálculo de DOT 1000 pacientes día:** Se realizó de acuerdo a la ecuación 1 para cada mes, medicamento e institución:

$$DOT\ 1000\ pac\ dia = \frac{\sum DOT\ Id\ count\ unique}{dia.\ cama.\ ocupada} \times 1000$$

Ecuación (1)

**Tabla 1.** Ejemplo de datos requeridos para el cálculo de DOT en Excel®.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Id.pac	Fecha de admon	Nombre del med	Sitio de admon	Mes de admon	DOT Id	DOT Id count unique
2	1111	1/01/2018	Amikacina	N hosp	=TEXTO (B2;"MMMYYY")	=CONCATENAR (A2;B2;C2)	=SI(SUMAPRODUCTO ((F\$1:F2=F2)*1)>1;0;1)
3	1111	2/01/2018	Amikacina	N hosp	=TEXTO (B3;"MMMYYY")	=CONCATENAR (A3;B3;C3)	=SI(SUMAPRODUCTO ((F\$1:F3=F3)*1)>1;0;1)
4	2222	1/01/2018	Amikacina	N UCI	=TEXTO (B4;"MMMYYY")	=CONCATENAR (A4;B4;C4)	=SI(SUMAPRODUCTO ((F\$1:F4=F4)*1)>1;0;1)

Id.pac: Identificación del paciente, Fecha de admon: Fecha de administración, Nombre del med: nombre del medicamento, Sitio de admon: lugar (ej sala o puesto) de administración del medicamento, Hosp: hospitalización.

En dos hojas de cálculo en Excel®, llamadas estadística UCI y estadística hosp, se diseñaron las fórmulas para el cálculo de DOT 1000 pacientes día. En la tabla 2 se presenta un ejemplo de cómo realizar el cálculo por medio de funciones para 1 de los antibióticos evaluados. Las columnas A y B deben ser diligenciadas manualmente.

**Tabla 2.** Ejemplo de las funciones de Excel® requeridas para el cálculo de DOT.

	A	B	C	D
1	UCI neonatal			
2	Amikacina			
3	Fecha	día cama ocupada	DOT ID count	DOT por 1000 pac dia
4	ene-18	382	=SUMAR.SI.CONJUNTO(datos_crudos!\$G:\$G; datos_crudos!\$E:\$E;\$A4;datos_crudos!\$C:\$C;C\$2; datos_crudos!\$D:\$D;\$A\$1:\$A\$1)	=(C4/B4)*1000
5	feb-18	336	=SUMAR.SI.CONJUNTO(datos_crudos!\$G:\$G; datos_crudos!\$E:\$E;\$A5;datos_crudos!\$C:\$C;C\$2; datos_crudos!\$D:\$D;\$A\$1:\$A\$1)	=(C5/B5)*1000

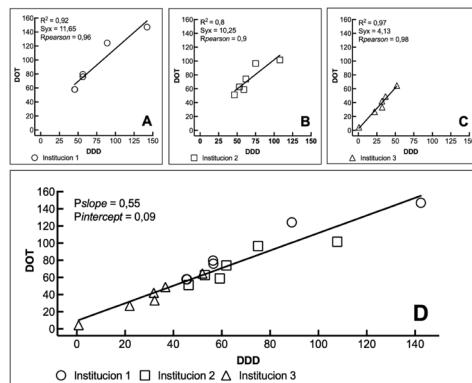
**Validación:** Siendo DDD la medición de mayor relevancia para cálculo de consumo de medicamentos, se seleccionó dentro de las mismas instituciones un grupo de pacientes con características óptimas para el cálculo de DDD (adultos, ubicados en hospitalización general y sin patologías que afectaran la dosis administrada de antibióticos). Se realizó análisis de consumo por DDD y DOT por seis meses consecutivos y se evaluó correlación de las mediciones por institución, para el mismo grupo de pacientes e igual medicamento.

**Análisis estadístico:** Se utilizó el análisis por regresión de la línea recta y correlación de Pearson para validar el cálculo por DOT. Se consideró correlación entre variables, si para cada institución:  $R^2 > 0,8$ ,  $S_{yx} < 15$  y  $R.\text{pearson} > 0,8$ . Se consideró que una sola línea predijo el comportamiento de las 3 instituciones si tanto en la pendiente como en el intercepto el valor  $P > 0,05$ . La comparación entre instituciones se realizó por el método no paramétrico de Kruskal Wallis. Se consideró diferencia estadísticamente significativa un valor de  $P < 0,05$ .

**Gráficas:** Se evaluaron diferentes tipos de gráficas, seleccionando para la comparación, aquella que permitiera visualizar la mayor cantidad de datos posible y determinar con facilidad límites de alerta (valor superior al percentil 90)

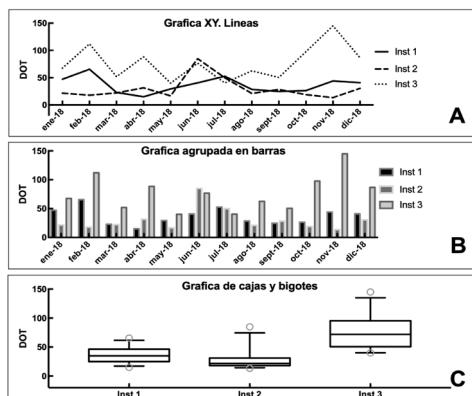
## RESULTADOS

Las gráficas A, B y C de la figura 1 demuestran con  $R^2 > 0,8$ ,  $Syx < 15$  y  $R.\text{pearson} > 0,8$ , la correlación entre el cálculo de consumo de medicamentos por DDD y por DOT para las 3 instituciones. En la gráfica D de la figura 1 se demuestra que una sola línea describe la correlación de las 3 instituciones ( $P > 0,05$  en pendiente e intercepto).



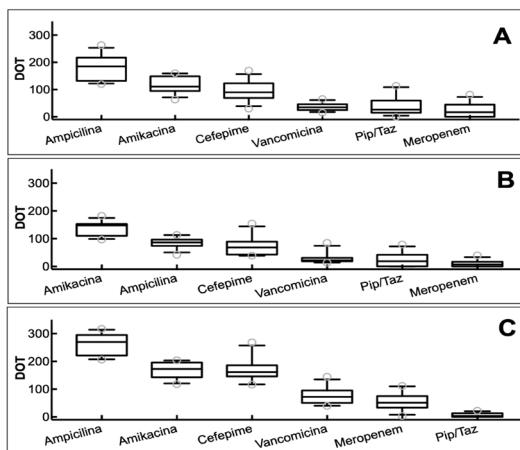
**Figura 1.** Análisis de correlación entre el cálculo de consumo de medicamentos por DDD y DOT. A: institución 1, B: institución 2, C: institución 3, D: comparación de las pendientes y los interceptos para las 3 instituciones

En la figura 2 se presentan 3 formas diferentes de expresar los datos de consumo de medicamentos. La gráfica de cajas y bigotes fue seleccionada por permitir incluir la mayor cantidad de datos, además de seleccionar y visualizar con claridad límites de alerta [14].



**Figura 2.** Diferentes formas de presentación de datos de consumo de medicamentos

Las gráficas A, B y C de la figura 3, presentan el consumo de los medicamentos en UCI neonatal para las 3 instituciones ( $P<0,0001$ ). Los medicamentos de mayor consumo son amikacina y ampicilina y los de menor, piperacilina/tazobactam y meropenem.



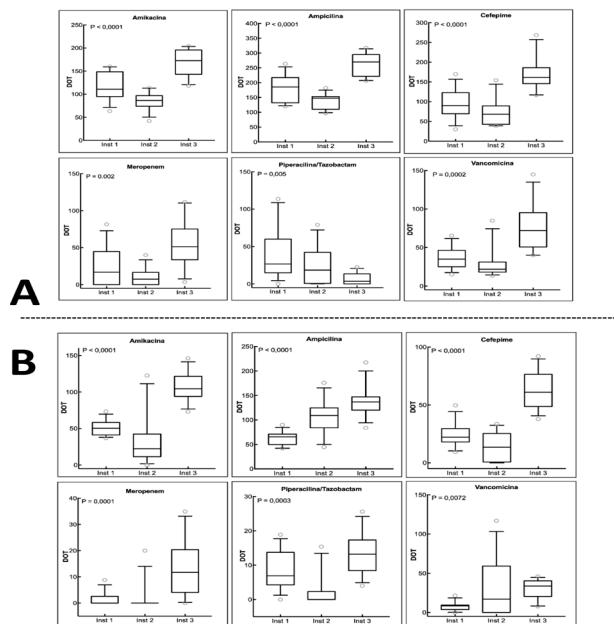
**Figura 3.** Consumo de medicamentos por DOT para la UCI en cada institución. A: institución 1, B: institución 2, C: institución 3.

En la figura 4 se presenta la comparación en el consumo por DOT para los 6 antibióticos en UCI neonatal y Hospitalización neonatal, respectivamente. Existen diferencias estadísticamente significativas en el consumo de todos los medicamentos evaluados.

## DISCUSIÓN

El *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) propone 7 elementos para enfrentar el uso inadecuado de antibióticos: (1) asignar personal, recursos y tecnología, (2) nombrar un líder encargado de los resultados del programa, (3) asignar un farmacéutico dentro del equipo, (4) implementar al menos una acción procesable, (5) monitorizar el consumo de antibióticos y los patrones de resistencia, (6) presentar informes regulares con información relevante, y (7) educar al personal médico [15]. Muchas de las instituciones de salud están optando por implementar estas directrices, sin embargo, el contar con personal integral, con habilidad clínica, administrativa y de manejo de los software requeridos para la ejecución de los programas continua siendo una limitante [16].

Existen múltiples alternativas para la medición de consumo de medicamentos y ninguna ha demostrado superioridad frente a las demás [8]. Todos los tipos de medición poseen ventajas y desventajas dependiendo de la población objetivo, por lo que se



**Figura 4.** Comparación del consumo por DOT en UCI neonatal (A) y Hospitalización neonatal (B) para tres instituciones de alto nivel de complejidad. Ins: institución.

sugiere identificar las necesidades individuales de las instituciones y seleccionar la alternativa de mayor conveniencia [16].

La medición de consumo de medicamentos por DOT es de gran utilidad para cálculo de consumo en población pediátrica, pero requiere funciones de programación y extracción de información confiable de la historia clínica electrónica [8]. Debido a que la complejidad en el cálculo de DOT es alta, validar el método por medio de la comparación de los resultados entre DDD y DOT en población adulta estándar, permite disminuir la probabilidad de error.

La utilidad de la medición de consumo de medicamentos radica en poder identificar valores de alerta y permitir la comparación entre medicamentos y entre instituciones, que permitan en el tiempo tomar medias de intervención y medir su impacto [11]. Las gráficas de líneas y de columnas aunque ampliamente utilizadas [17] no permiten determinar con facilidad límites de alerta y restringen la cantidad de datos presentados. La gráfica de cajas y bigotes, en cambio, permite tener claridad de límites de alerta, y entre más cantidad de datos más sólido será el resultado [14].

El establecimiento de programas institucionales de administración de antimicrobianos (del inglés *antimicrobial stewardship*) se recomienda como una intervención clave para

reducir el consumo de antibióticos en los hospitales y abordar las altas tasas de bacterias resistentes a múltiples medicamentos (MDR) [18]. Para medir el impacto de estos programas, una de las herramientas más útiles, es la medición de consumo de antibióticos, lo que es complejo sobretodo en unidades pediátricas. En Colombia, las instituciones prestadoras de servicios de salud tienen la obligación de reportar el consumo de algunos antibióticos en DDD para cuidado crítico y hospitalización de adultos; el ministerio de salud procesa dicha información y gestiona acciones que promuevan el uso racional de antibióticos [19]. Existen diferentes estudios que evalúan el consumo de medicamentos en población adulta [20, 21]; sin embargo, la información para población pediátrica y neonatal es bastante limitada. Este trabajo se proyecta como una herramienta para observar diferencias en los patrones de uso de los antibióticos de cada institución, que permita comparar uso de medicamentos con referentes nacionales e internacionales y evaluación de la efectividad de intervenciones realizadas al interior de cada centro.

Existe incertidumbre sobre la veracidad del cálculo por DDD en pacientes adultos con dosis ajustadas de medicamentos, en donde la dosis de mantenimiento fija entregada por la OMS podría no ser adecuada [22]. La medición de consumo por DOT podría ser de utilidad para esta población, tema que amerita ser investigado.

Este estudio posee limitaciones que podrían sesgar el resultado obtenido. Las prescripciones de medicamentos por fuera del sistema electrónico no fueron analizadas, así mismo los potenciales errores de prescripción de los medicamentos dentro del sistema electrónico.

En este estudio se concluye que el análisis de consumo de medicamentos por DOT en población pediátrica, es una herramienta útil para calcular el consumo de antibióticos y permite comparar los resultados obtenidos entre medicamentos e instituciones

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Juan David Posada, químico farmacéutico de la clínica bolivariana y a Wilson Builes Galvis, Regente de farmacia del Hospital General de Medellín, Luz Castro de Gutiérrez E.S.E, por la colaboración en la extracción de datos; además a Naira Y. Valencia, Coordinadora de Vigilancia Farmacológica del Hospital Universitario de San Vicente fundación por facilitar el desarrollo de la investigación.

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Rendón y Atehortúa diseñaron y estructuraron la propuesta de investigación. Rendón redactó la versión inicial del manuscrito. Todos los autores participaron en la

adquisición o análisis de los datos y todos revisaron y aprobaron la última versión del manuscrito

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Agudelo, Atehortúa y Echavarría no tienen conflicto de intereses que declarar. Rendón ha recibido honorarios por conferencias independientes o fue invitada a eventos patrocinados por Allergan, Amgen y Dr Reddys. Ninguna de estas compañías o cualquier otra farmacéutica estuvieron involucradas en la financiación, diseño, análisis, ejecución, o la publicación de este estudio.

## REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (OMS), *Conferencia de Expertos sobre Uso Racional de Medicamentos*, 1985, URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/200411>. Consultado abril 20, 2019.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS), *Promoción del uso racional de medicamentos: Componentes centrales*, Perspectivas políticas sobre Medicamentos de la OMS. 2002; 1: 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ics.2007.02.023>.
3. M. Aitken, L. Gorokhovich, Advancing the responsible use of medicines: Applying levers for change. The case for better use of medicines (September 17, 2012), URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2222541](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2222541). Consultado enero 23, 2019.
4. G. Ramos, G. Olivares, S.d. Campo, *Uso racional de medicamentos: una tarea de todos*, Subsecretaría de Salud Pública, Ministerio de Salud de Chile, 2010, URL: <https://www.minsal.cl/portal/url/item/8da19e5eac7b8164e04001011e012993.pdf>. Consultado abril 20, 2019.
5. S. Allcock, E.H. Young, M. Holmes, D. Gurdasani, G. Dougan, M.S. Sandhu, L. Solomon, M. E. Török, Antimicrobial resistance in human populations: challenges and opportunities, *Glob. Health Epidemiol. Genom.*, 2, e4 (2017). DOI: 10.1017/gheg.2017.4 (2) e4 1-7
6. K. Holloway, T. Green, Instrumentos para investigar el uso de medicamentos, en: *Comités de Farmacoterapia*, Guía Práctica OMS, 2003. URL: <https://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Js8121s/8.html>.

7. A.R. Araujo da Silva, D.C. Albernaz de Almeida Dias, A.F. Marques, C. Biscaia di Biase, I.K. Murni, A. Dramowski, M. Sharland, J. Huebner, W. Zingg, Role of antimicrobial stewardship programmes in children: a systematic review, *J. Hosp. Infect.*, **99**(2), 117-123 (2018). DOI: 10.1016/j.jhin.2017.08.003.
8. M. Beganovic, K.L. LaPlante, Communicating with facility leadership; metrics for successful antimicrobial stewardship programs (asp) in acute care and long-term care facilities, *R. I. Med. J.* (2013), **101**(5), 45-49 (2018).
9. N. Tripathi, C.M. Cotten, P.B. Smith, Antibiotic use and misuse in the neonatal intensive care unit, *Clin. Perinatol.*, **39**(1), 61-68 (2012). DOI:10.1016/j.clp.2011.12.003.
10. Organización Mundial de la Salud (OMS), *Definition and general considerations*, 2 de julio de 2018, URL: [https://www.who.int/ddd/definition\\_and\\_general\\_considerations/](https://www.who.int/ddd/definition_and_general_considerations/). Consultado abril 17, 2019.
11. B.R. Dalton, S.J. MacTavish, L.C. Bresee, N. Rajapakse, O. Vanderkooi, J. Vayalumkal, J. Conly, Antimicrobial use over a four-year period using days of therapy measurement at a Canadian pediatric acute care hospital, *Can. J. Infect. Dis. Med. Microbiol.*, **26**(5), 253-258 (2015). DOI:10.1155/2015/835209.
12. N.I. Nzegwu, M.R. Rychalsky, L.A. Nallu, X. Song, Y. Deng, A.M. Natusch, R.S. Baltimore, G.R. Paci, M.J. Bizzarro, Implementation of an antimicrobial stewardship program in a neonatal intensive care unit, *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, **38**(10), 1137-1143 (2017). DOI:10.1017/ice.2017.151.
13. M.L. Ospina-Martínez, M.E. Martínez-Duran, O.E. Pacheco-García, H. Quijada-Bonilla, L.I. Barrero-Garzón, S.M. Rivera-Vargas, A.P. Villalobos-Rodríguez, A.L. Gomez-Rubio, *Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Consumo de antibióticos en el ámbito hospitalario*. Instituto Nacional de Salud, 2016, 1(PRO-R02.047), pp. 1-24. URL: <http://cruevalle.org/files/PRO-Consumo-antibiotico-intra-hosp.pdf>. Consultado febrero 20, 2019.
14. M. Krzywinski, N. Altman, Visualizing samples with box plots, *Nat. Methods*, **11**(2), 119-120 (2014). DOI:10.1038/nmeth.2813.
15. Centers for Disease Control and Prevention NC for E and ZID, Core Elements of Hospital Antibiotic Stewardship Programs, Mayo 7, 2015. URL: <https://www.cdc.gov/antibiotic-use/healthcare/implementation/core-elements.html>. Consultado abril 25, 2019.

16. T.F. Barlam, S.E. Cosgrove, L.M. Abbo, C. MacDougall, A.N. Schuetz, E.J. Septimus, *et al.*, Executive summary: Implementing an antibiotic stewardship program: Guidelines by the infectious diseases society of America and the society for healthcare epidemiology of America, *Clin. Infect. Dis.*, **62**(10), 1197-1202 (2016). DOI:10.1093/cid/ciw217.
17. H. Honda, S. Murakami, Y. Tagashira, Y. Uenoyama, K. Goto, A. Takamatsu, S. Hasegawa, Y. Tokuda, Efficacy of a postprescription review of broad-spectrum antimicrobial agents with feedback: A 4-year experience of antimicrobial stewardship at a tertiary care center, *Open Forum Infect. Dis.*, **5**(12), ofy314 (2018). DOI:10.1093/ofid/ofy314.
18. S. Doron, L.E. Davidson, Antimicrobial stewardship, *Mayo Clin. Proc.*, **86**(11), 1113-1123 (2011). DOI:10.4065/mcp.2011.0358.
19. H.H. Balkhy, A. El-Saed, A. El-Metwally, Y.M. Arabi, S.M. Aljohany, M. Al Zaibag, S. Baharoon, A.F. Alothman, Antimicrobial consumption in five adult intensive care units: A 33-month surveillance study, *Antimicrob. Resist. Infect. Control*, **7**, 156 (2018). DOI:10.1186/s13756-018-0451-9.
20. M.L. Ospina-Ramírez, Instituto Nacional de Salud, Notificación Infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) y consumo de antibióticos, 27 de enero, 2016, URL: [https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/sivigila/Documents/Circular%20externa\\_0006.pdf](https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/sivigila/Documents/Circular%20externa_0006.pdf).
21. C. Guzmán-Terán, V. Rodríguez-Rodríguez, A. Calderón-Rangel, Análisis de usos y resistencia a antibióticos en una UCI de Montería, Colombia, *Revista Médica de Risaralda*, **24**(2), 75-80 (2018).
22. J. Castro-Espinosa, E.M. Pinzón-Gómez, Vigilancia del consumo de antimicrobianos en 10 instituciones de salud entre 2013 y 2020 en Colombia, *Revista Chilena de Infectología*, **39**(1), 7-13 (2022).

## CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

L.M. Rendón, E. Agudelo, A.M. Echavarría, S. Atehortúa, Medición del consumo de antibióticos en unidades neonatales de tres instituciones de alto nivel de complejidad en Antioquia, Colombia, *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.*, **52**(1), 78-90 (2023). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v52n1.109363>