

Efecto de la pandemia COVID-19 en la dispensación ambulatoria de algunos antibióticos por parte de un gestor farmacéutico en una ciudad de Colombia

Luis Carlos Del Castillo^{1,*}, Lyda Osorio²

Resumen

Introducción: La pandemia de COVID-19 produjo un cambio sin precedentes en los sistemas de salud del mundo, afectando tanto la atención hospitalaria como la ambulatoria, y modificando los patrones de prescripción y dispensación de medicamentos, especialmente de los antibióticos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la pandemia COVID-19 en la dispensación ambulatoria de algunos antibióticos en una ciudad de Colombia entre 2018 y 2022.

Materiales y métodos: estudio ecológico retrospectivo de series de tiempo interrumpida usando registros mensuales de dispensación de antibióticos amoxicilina, amoxicilina/clavulanato, ampicilina, azitromicina, cefalexina, ciprofloxacina, claritromicina, doxiciclina, norfloxacina, sulfadiazina, trimetoprim/sulfametoxazol y vancomicina. Las dosis diarias definidas por 1000 habitantes por día (DHD) se calcularon según la OMS con población mensual asegurada del gestor y se aplicó regresión segmentada para periodos prepandemia, pandemia y postpandemia.

Resultados: Durante la pandemia, la mediana disminuyó 42% de 4,547 a 2,632 DHD. En la postpandemia aumentó a 2,759 DHD, sin alcanzar los niveles prepandemia. Hubo tendencia decreciente prepandemia ($-0,122$; IC95% $-0,153$ a $-0,091$), cambio de nivel al inicio de la pandemia ($-1,268$; IC95% $-1,824$ a $-0,711$) y tendencia ascendente ($0,149$; IC95% $0,107$ – $0,190$) durante la pandemia. Doxiciclina (1,114 DHD) y amoxicilina (0,952 DHD) fueron las más dispensadas, y amoxicilina/clavulanato mostró tendencia ascendente durante y postpandemia.

Discusión: Se sugiere reforzar la vigilancia de la resistencia a antimicrobianos en el ámbito comunitario para comprender el efecto de las variaciones de dispensación por principio activo durante y después de la pandemia.

Palabras clave: COVID-19; antiinfecciosos; medicamentos con supervisión farmacéutica; farmacorresistencia microbiana; análisis de series de tiempo interrumpido; farmacoepidemiología

Effect of the COVID-19 pandemic on the outpatient dispensing of some antibiotics by a pharmaceutical manager in a Colombian city

Abstract

Introduction: The COVID-19 pandemic brought about an unprecedented shift in healthcare systems worldwide, impacting both inpatient and outpatient care and altering prescription and dispensing patterns, particularly for antibiotics. This study aimed to determine the effect of the COVID-19 pandemic on the outpatient dispensing of certain antibiotics in a Colombian city between 2018 and 2022.

Materials and methods: A retrospective ecological interrupted time series study based on monthly outpatient dispensing records for the antibiotics: amoxicillin, amoxicillin/clavulanate, ampicillin, azithromycin, cephalexin, ciprofloxacin, clarithromycin, doxycycline, norfloxacin, sulfadiazine, trimethoprim/sulfamethoxazole, and vancomycin. The defined daily doses per 1,000 inhabitants per day (DHD) were calculated according to World Health Organization guidelines, using the monthly insured population as the denominator. Segmented regression analysis was performed across the pre-pandemic, pandemic, and post-pandemic periods.

Results: During the pandemic, the median dispensing rate decreased by 42%, from 4.547 to 2.632 DHD. In the post-pandemic period, it increased to 2.759 DHD but did not reach pre-pandemic levels. A declining trend in dispensing was observed in the pre-pandemic period (-0.122 ; 95% CI -0.153 to -0.091), with an immediate level change of -1.268 (95% CI -1.824 to -0.711) at the onset of the pandemic, followed by an upward trend during the pandemic (0.149 ; 95% CI 0.107 to 0.190). Doxycycline (1.114 DHD) and amoxicillin (0.952 DHD) were the most frequently dispensed antibiotics. Amoxicillin/clavulanate showed an increasing trend in dispensing during and after the pandemic.

Discussion: Reinforcing surveillance of antimicrobial resistance at the community level is required to understand the effect of differences in dispensing by active ingredient during and after the pandemic.

Keywords: COVID-19; anti-Infective agents; behind-the-counter drugs; drug resistance; microbial; interrupted time series analysis; pharmacoepidemiology

1 Maestría en Epidemiología, Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, Cali, Colombia. <https://orcid.org/0009-0008-8613-8188>

2 Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional (GESP) Escuela de Salud Pública, Universidad del Valle, Cali, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-5121-4741>

* Autor para correspondencia:
Correo electrónico: luis.del@correounivalle.edu.co

Recibido: 16/11/2025; Aceptado: 03/02/2026

Cómo citar este artículo: L.C. Del Castillo, *et al.* Efecto de la pandemia COVID-19 en la dispensación ambulatoria de algunos antibióticos por parte de un gestor farmacéutico en una ciudad de Colombia. *Infectio* 2026; 30(2): 157-166

Introducción

La pandemia de COVID-19 produjo un cambio sin precedentes en los sistemas de salud del mundo, afectando tanto la atención hospitalaria como la ambulatoria, y modificando los patrones de prescripción y dispensación de medicamentos, especialmente de los antibióticos. Durante las primeras fases de la emergencia sanitaria, el uso empírico de antimicrobianos fue frecuente, impulsado por la incertidumbre diagnóstica y la sospecha de coinfecciones bacterianas, a pesar de la escasa evidencia sobre su eficacia frente al virus¹⁻³. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado que la resistencia a los antimicrobianos es una de las 10 principales amenazas de salud pública a las que se enfrenta la humanidad⁴. Esta preocupación se fundamenta en la relación demostrada entre el uso de antibióticos y el desarrollo de resistencia bacteriana⁵. Dentro de las principales razones de uso inapropiado de antibióticos en la comunidad están la indicación en enfermedades de etiología viral, especialmente a nivel respiratorio, así como la ausencia de regulaciones en la venta y la autoprescripción⁵. Por lo anterior, el análisis del consumo de antibióticos mediante indicadores estandarizados, como las dosis diarias definidas (DDD) y las DHD (DDD por 1000 habitantes por día), permite evaluar patrones de uso y generar evidencia para la formulación de políticas públicas orientadas al uso racional de antimicrobianos⁶. En Colombia, el consumo de antimicrobianos (grupos J01, A07AA, P01AB) a nivel nacional, tanto en el sector público como privado y a nivel ambulatorio y hospitalario, ha oscilado entre 19,81 DHD en 2019 y 26,12 DHD en 2021, de los cuales las penicilinas (J01C) y los macrólidos / lincosaminas / estreptograminas (J01F) son los más frecuentes⁷. Desde 2018, Colombia formuló el Plan Nacional de Respuesta a la Resistencia a los Antimicrobianos que incluye, entre otras estrategias, la formulación de lineamientos técnicos para la implementación de programas de optimización de antimicrobianos en el escenario ambulatorio y hospitalario⁸ y el fortalecimiento de la vigilancia del consumo y la resistencia a antibióticos enfocada en el nivel hospitalario.

Estudios realizados en Europa, Asia y América Latina reportaron reducciones temporales en la utilización de antibióticos durante los primeros meses de la pandemia de COVID-19, seguidas por incrementos compensatorios a medida que se restablecieron los servicios de salud⁹⁻¹¹. A pesar de esto, el impacto del COVID-19 en la resistencia a los antimicrobianos (RAM) es incierto y probablemente se distribuirá de manera desigual entre las poblaciones. Las investigaciones han demostrado diferencias en la prescripción de antibióticos en distintos países durante la pandemia de COVID-19; sin embargo, muy poco se aborda el tema frente a la dispensación de estos. En términos de administración, la dispensación de antibióticos es más importante que la prescripción ya que entre el 11% y el 19% de las prescripciones no se dispensan¹² y, por lo tanto, las tasas de dispensación probablemente reflejan más el uso real que las tasas de prescripción, proporcionando una mejor comprensión del uso de antibióticos en

la población¹². Por tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la pandemia COVID-19 en la dispensación ambulatoria de algunos antibióticos por parte de un gestor farmacéutico en una ciudad de Colombia durante los años 2018 a 2022.

Con esta investigación se espera contribuir con información clave que permita orientar la implementación de estrategias de optimización del uso de antimicrobianos durante crisis sanitarias que mitiguen su efecto en la resistencia bacteriana.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio ecológico retrospectivo de series de tiempo interrumpida basado en registros mensuales de dispensación ambulatoria de antibióticos entre enero de 2018 y diciembre de 2022 realizada por un gestor farmacéutico del régimen contributivo habilitado en una ciudad de Colombia. Se consideraron dos fechas para la interrupción de la serie: marzo 2020 (inicio de la pandemia)¹³ y julio 2022 (fin de pandemia)¹⁴ obteniendo tres periodos de estudio: prepandemia (enero 2018 a febrero 2020 con un total de 26 meses), pandemia (marzo 2020 a junio 2022 con un total 28 meses) y postpandemia (julio a diciembre 2022 con un total de 6 meses). No fue posible obtener datos después de diciembre 2022 por reformas administrativas en el gestor farmacéutico. La unidad de análisis fue la dispensación mensual de los antibióticos: amoxicilina, amoxicilina/clavulanato, ampicilina, azitromicina, cefalexina, ciprofloxacina, claritromicina, doxiciclina, norfloxacina, sulfadiazina, trimetoprim/sulfametoxazol y vancomicina. La selección de los antibióticos se basó en su alta frecuencia de dispensación^{15,16}, su relevancia en la vigilancia de consumo antimicrobiano^{16,17} y su uso para el tratamiento de enfermedades respiratorias¹⁸. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación en Salud (CEIS) de la Universidad del Valle (código E 003-025).

Manejo y control de calidad de los datos

Se obtuvo la base de datos de la dispensación ambulatoria de los antibióticos seleccionados en el total de los 79 Centros de Atención Farmacéutica (CAF) pertenecientes al gestor en la ciudad de estudio. Específicamente, se suministró la información que permitió el cálculo de las dosis diarias definidas (DDD) por mes de cada principio activo incluyendo la fecha de dispensación, código de la clasificación Anatómico-Terapéutica-Química (ATC) de la OMS, nombre comercial, descripción del antibiótico, concentración, unidad de concentración, contenido, unidad de contenido, nombre vía, cantidad entregada, contenido de la cantidad entregada, unidad de contenido de la cantidad entregada. La forma farmacéutica se creó a partir del código genérico y la concentración se obtuvo de la descripción del medicamento. Adicionalmente, se obtuvo el total de población contratada con los aseguradores por mes en la ciudad durante el periodo de estudio. Se excluyeron los siguientes registros: 1) ampicilina polvo liofilizado para reconstituir a solución inyectable 1 g y 500

mg por ser dispensaciones realizadas a nivel hospitalario; 2) antibióticos forma farmacéutica tabletas o cápsulas con cantidad entregada 4 o menos, excepto para azitromicina, por no ser dispensaciones ambulatorias; 3) antibióticos forma farmacéutica polvo y suspensión con cantidad entregada 10 o más por considerarse errores en el registro del dato; 4) azitromicina tableta o tableta recubierta de 250 y 500 mg con cantidad entregada > 60 por considerarse errores en el registro del dato y 5) antibióticos en forma farmacéutica tabletas, cápsulas o tabletas recubiertas con cantidad entregada > 180 por considerarse errores en el registro del dato.

Cálculo de DHD por principio activo y total

Para el cálculo del DHD (DDD/1000 personas/día) de cada principio activo por separado, se obtuvo el total de miligramos dispensados de cada antibiótico multiplicando la cantidad entregada por su concentración. Posteriormente, se calculó DHD dividiendo la cantidad total del principio activo en miligramos dispensado por mes entre su dosis diaria definida (DDD) de referencia OMS (6) por la población contratada por mes, por el número de días del mes correspondiente, todo multiplicado por 1000 (Ecuación 1). Para los antibióticos combinados (trimetoprim/sulfametoxazol) se tomaron valores de DDD de referencia OMS (6) equivalentes a 40ml de trimetoprim 40mg / sulfametoxazol 200mg, 4 tabletas de trimetoprim 80mg/sulfametoxazol 400mg y 2 tabletas de trimetoprim 160mg / sulfametoxazol 800mg. Luego se multiplicaron los DDD por la cantidad dispensada (unidades) según la presentación del medicamento. Finalmente, la suma de los DDD de todas las presentaciones dispensadas por mes se dividió entre la población contratada y el número de días del mes correspondiente, todo el resultado se multiplicó por 1000 (Ecuación 2). Para obtener el DHD total se sumaron los DHD de todos los principios activos.

Ecuación 1.

$$DHD = \frac{\text{Cantidad total del principio activo en mg mes}}{\text{DDD OMS} \times \text{Población} \times \text{Número de días mes}} \times 1000$$

Ecuación 2.

$$DHD = \frac{\text{DDD al mes}}{\text{Población} \times \text{número de días del mes}} \times 1000$$

Análisis estadístico

Se realizó análisis descriptivo de las DHD totales y por principio activo calculando mediana y rango (mínimo y máximo) para el total y por periodo de estudio (pre-pandemia, pandemia y postpandemia), además, se realizaron gráficos de series de tiempo total y por principio activo para identificar visualmente tendencias y el punto de inflexión correspondiente al inicio y fin de la pandemia. La presencia de autocorrelación y estacionalidad se evaluó mediante el correlograma (Autocorrelación y Autocorrelación Parcial) con 12 rezagos y la prueba de Ljung-Box para autocorrelación conjunta. Se realizó la

descomposición de la serie representando gráficamente los componentes de tendencia, estacional y residuos. Una vez se identificó la estructura de autocorrelación de la serie de tiempo, se realizó análisis de regresión segmentada para estimar los coeficientes β , con sus correspondientes intervalos de confianza del 95% (IC95%), que indican cambios en nivel (intercepto) y pendiente (tendencia) de la dispensación de antibióticos antes, durante y después de la pandemia. Todos los modelos de regresión segmentada incluyeron la estructura de autocorrelación de primer orden (lag=1) para ajustar por el patrón de autocorrelación identificado y varianzas de Newey-West. Posteriormente, se realizó la post-estimación del modelo de regresión segmentada con la prueba de Cumby-Huizinga para verificar que el modelo se especificó con la estructura de autocorrelación correcta¹⁹. Se realizó análisis de sensibilidad en el modelo de regresión DHD total considerando el inicio de la pandemia en el mes de abril de 2020 en vez de marzo 2020, pues la emergencia sanitaria en el país comenzó a mitad del mes de marzo del mismo año. Se construyeron modelos de regresión segmentada por separado para amoxicilina/clavulanato, azitromicina y claritromicina, pero solo el modelo de amoxicilina/clavulanato mostró ajuste adecuado a la estructura de autocorrelación de primer orden en la prueba de Cumby-Huizinga mientras los modelos de azitromicina y claritromicina mostraron patrones complejos de autocorrelación que no se continuaron explorando. Un valor de $p < 0,05$ se consideró como estadísticamente significativo. Los análisis se realizaron en STATA 19 (20).

Resultados

Comportamiento de la dispensación de antibióticos total y por principio activo

Para todo el periodo de estudio, la mediana de la dispensación fue de 2,930 DHD (rango 1,270 a 6,799). Antes de la pandemia de COVID-19, la mediana fue 4,547 DHD (rango 3,452 - 6,799), mientras que durante la pandemia descendió a 2,632 DHD (rango 1,270 - 3,027), lo que representa una reducción del 42%. En el periodo postpandemia se observó un leve incremento a 2,759 DHD (rango 2,487 - 3,210) con relación al periodo de pandemia, aunque los valores permanecieron por debajo de los registrados en la etapa prepandemia. Por principio activo, la doxiciclina con 1,114 DHD (rango 0,404–1,919) y la amoxicilina con 0,952 DHD (0,372–3,046) fueron los antibióticos con mayor dispensación. En contraste, la sulfadiazina y la vancomicina presentaron valores prácticamente nulos. En la prepandemia, los antibióticos de mayor dispensación fueron la amoxicilina (1,880 DHD; 1,303–3,046) y la doxiciclina (1,410 DHD; 0,404–1,919), mientras que la claritromicina y la azitromicina alcanzaron medianas de 0,128 y 0,057 DHD, respectivamente. Durante la pandemia, se observó la disminución de la amoxicilina (0,671 DHD; 0,372–1,193) y de la cefalexina (0,490 DHD; 0,270–0,629). Por su parte, el uso de amoxicilina/clavulanato mostró un comportamiento ascendente, pasando de 0,020 DHD en la prepandemia a 0,026 DHD durante y a 0,055 DHD en la postpandemia. La claritromicina disminuyó transitoriamente a 0,056 DHD

(0,011–0,148). En el periodo postpandemia, se evidenció incremento en claritromicina con mediana de 0,203 (0,029–0,226), superior incluso a la etapa prepandemia, mientras que amoxicilina y la cefalexina mostraron niveles más bajos que los observados inicialmente. La norfloxacin, aunque con valores bajos, presentó una tendencia decreciente y trimetoprim/sulfametoxazol también disminuyó (Tabla 1).

Cambios de nivel y tendencia en los periodos antes, durante y posterior a la pandemia

El nivel inicial de dispensación de todos los antibióticos fue de 6,578 DHD seguido por una tendencia prepandemia al descenso sostenido de –0,122 DHD. En el inicio de la pandemia en marzo 2020, se observó un salto de nivel a la baja de –1,268 DHD, seguido por una tendencia ascendente de 0,149 DHD. Al finalizar la pandemia en julio 2022, no se identificaron cambios adicionales ni en el nivel ni en la tendencia (Figura 1 y Tabla 2). Los resultados del análisis de sensibilidad fueron similares cuando se incluyó marzo 2020 dentro del periodo prepandemia (Tabla 1s y Figura 1s suplementarias).

En amoxicilina/clavulanato se observó un cambio de nivel al inicio de la pandemia con descenso de –0,015 DHD y una tendencia ascendente durante la pandemia de 0,001 DHD. En la postpandemia el cambio de nivel y la tendencia no tuvieron variaciones. (Figura 2 y Tabla 3).

Discusión

Este estudio evaluó el efecto de la pandemia COVID-19 sobre la dispensación ambulatoria de algunos antibióticos en una ciudad de Colombia. Los hallazgos demuestran que existía una tendencia a la disminución de la dispensación antes de la pandemia, seguida de una reducción inmediata al inicio de la pandemia y un incremento gradual posterior, sin recuperar los niveles previos. Los comportamientos de la dispensación de antibióticos mostraron patrones heterogéneos según el principio activo. Estos resultados son coherentes con estudios internacionales que reportaron una disminución global en la prescripción y dispensación de los antibióticos seleccionados durante las primeras fases de la pandemia de COVID-19^{21–23}.

Tabla 1. Dispensación de antibióticos DHD total y por principio activo antes, durante y después de la pandemia COVID-19

Principio Activo	Pre_pandemia	Pandemia	Post_pandemia	Total
	ene 2018 - feb 2022	mar 2020 - jun 2022	jul-dic 2022	ene2018-feb 2022
	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)
Todos	4,547	2,632	2,759	2,93
	(3,452 - 6,799)	(1,270 - 3,027)	(2,487 - 3,210)	(1,270 - 6,799)
Doxiciclina	1,41	1,077	0,922	1,114
	(0,404 - 1,919)	(0,416 - 1,237)	(0,757 - 1,066)	(0,404 - 1,919)
Amoxicilina	1,88	0,671	0,952	0,952
	(1,303 - 3,046)	(0,372 - 1,193)	(0,725 - 1,025)	(0,372 - 3,046)
Cefalexina	0,882	0,49	0,474	0,588
	(0,694 - 1,300)	(0,270 - 0,629)	(0,384 - 0,543)	(0,270 - 1,300)
Azitromicina	0,057	0,023	0,059	0,453
	(0,044 - 0,096)	(0,008 - 0,065)	(0,052 - 0,065)	(0,008 - 0,096)
Amoxicilina /Clavulanato	0,02	0,026	0,055	0,213
	(0,015 - 0,025)	(0,007 - 0,060)	(0,051 - 0,062)	(0,007 - 0,062)
Ciprofloxacina	0,406	0,177	0,186	0,208
	(0,241 - 0,632)	(0,104 - 0,223)	(0,170 - 0,209)	(0,104 - 0,632)
Claritromicina	0,128	0,056	0,203	0,109
	(0,098 - 0,157)	(0,011 - 0,148)	(0,029 - 0,226)	(0,011 - 0,226)
Norfloxacin	0,051	0,032	0,014	0,037
	(0,031 - 0,088)	(0,008 - 0,045)	(0,012 - 0,016)	(0,008 - 0,088)
Trimetoprim / Sulfametoxazol	0,013	0,006	0,006	0,007
	(0,007 - 0,019)	(0,002 - 0,008)	(0,005 - 0,007)	(0,002 - 0,019)
Ampicilina	0,001	0,0002	0,0002	0,0003
	(0,001 - 0,004)	(0,00004 - 0,00042)	(0,0001 - 0,0003)	(0,00004 - 0,00391)
Sulfadiazina	0	0	0,001	0
	(0 - 0)	(0 - 0,0004)	(0,0002 - 0,0011)	(0 - 0,001)
Vancomicina	0	0	0	0
	(0 - 0,0001)	(0 - 0,0001)	(0 - 0,0001)	(0 - 0,0001)

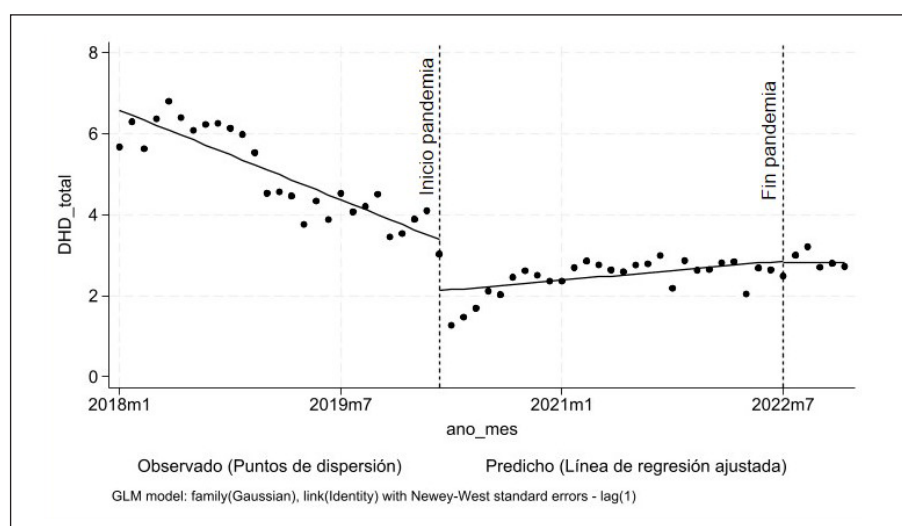


Figura 1. Regresión segmentada para la dispensación mensual de todos los antibióticos (DHD)

Investigaciones realizadas en Inglaterra, informaron descensos del 15,48% en la prescripción de antibióticos, seguidos de incrementos compensatorios²⁴ y en Países Bajos, donde las tasas de prescripción por 100.000 habitantes durante el inicio de COVID-19 disminuyó en promedio a 492.190 en los servicios de atención primaria durante el horario diurno en 379 consultorios médicos generales y 34.210 en 28 servicios por fuera del horario habitual²⁵. Estos resultados contrastan con estudios realizados en Rusia, donde los antibióticos representaron la mayoría de la dispensación durante la pandemia de COVID-19 con un 60,5% y la causa asociada para la entrega de estos medicamentos fue el COVID-19 con un 8,4%²⁶. Al comparar con otros países de bajos y medianos ingresos, los resultados son similares a los reportados en clínicas de atención primaria en Malasia²⁷ y clínicas públicas y privadas en Irán²⁸ donde se observó una tendencia decreciente en el uso de antibióticos antes de la pandemia, un cambio de nivel a la baja en el inicio de la pandemia y una tendencia levemente ascendente durante la pandemia. Por el contrario, en Kenia se reportó que el 91,4% de las farmacias atendieron a clientes sospechosos de tener COVID-19 y todas dispensaron antibióticos²⁹ y en Argentina, Brasil y Chile la media en las tasas de uso de antibióticos aumentó en 4 de 6 establecimientos de salud (cambio porcentual, 6,7% a 35,1%) en la pandemia con relación al periodo previo³⁰.

Estas diferencias en el efecto de la pandemia entre los estudios podrían explicarse por varios factores. Primero, las medidas no farmacológicas tales como confinamientos, cierre de escuelas y el uso de mascarillas redujeron las infecciones respiratorias agudas (IRA), disminuyendo la demanda “legítima” de antibióticos y el exceso por indicación viral³¹⁻³³. Segundo, la expectativa de algunos antibióticos como terapia para COVID-19 y la comunicación en redes impulsaron compras y prescripciones de antibióticos en varios países (p. ej., Brasil y Croacia), especialmente fuera del entorno regulado³⁴⁻³⁶. Tercero, las diferencias metodológicas de algunos estudios, los cuales usan ventas (mercado) y otras dispen-

saciones/prescripciones con fórmula médica; por lo que las ventas se ven influenciadas por el autoabastecimiento y los periodos de alta demanda, mientras que las dispensaciones/prescripciones reflejan contactos clínicos y pueden caer si disminuyen las consultas presenciales^{32,33,36,37}.

Al desagregar por principio activo emergen efectos diferenciales de la pandemia en la dispensación de antibióticos. La amoxicilina y doxiciclina lideraron la dispensación en la etapa prepandemia, y ambas, junto con cefalexina y ciprofloxacina mostraron descensos durante la pandemia, que si bien, incrementaron en la postpandemia no alcanzaron los niveles prepandemia. Este es el mismo patrón que se observa con las dispensaciones totales. En contraste, amoxicilina/clavulanato mostró un claro patrón de ascenso durante la pandemia, la azitromicina cayó en su dispensación durante la pandemia, pero se recuperó totalmente en la postpandemia y la claritromicina incrementó en la postpandemia hasta superar su mediana prepandemia. Por su parte, la dispensación de trimetoprim/sulfametoxazol disminuyó al inicio de la pandemia y se mantuvo estable en los mismos niveles durante y en la postpandemia. Tales patrones diferenciales por principio activo podrían reflejar una menor frecuencia de diagnósticos de infecciones respiratorias no COVID en la pandemia que implicó una disminución en el consumo de antibióticos como amoxicilina, doxiciclina y cefalexina. Este patrón, dialoga con reportes internacionales donde, pese a reducciones generales, hubo picos tempranos o desplazamientos hacia amoxicilina/clavulanato en atención primaria durante 2020 y reacomodos posteriores²¹⁻²³. Este comportamiento se asemeja a series europeas en atención primaria (adultos y pediatría), donde se documentó un declive pronunciado de penicilinas y cefalosporinas coincidente con la reducción de infecciones respiratorias y cambios en la demanda asistencial durante 2020-2021^{38,39}. El patrón de la doxiciclina encaja con análisis de atención primaria en el Reino Unido y Europa, donde la doxiciclina tuvo picos tempranos en 2020 seguidos de normalización a medida que se estabilizaron los circuitos

Tabla 2. Modelo de regresión segmentada para DHD total

Parámetro	Coefficiente	IC95%	p
Nivel basal en 2018m1 (β_0)	6,578	6,053 a 7,104	<0,0001
Tendencia mensual pre-pandemia (β_1)	-0,122	-0,153 a -0,091	<0,0001
Cambio inmediato de nivel en inicio pandemia (2020m3) (β_2)	-1,268	-1,824 a -0,711	<0,0001
Cambio de tendencia durante la pandemia (tras 2020m3) (β_3)	0,149	0,107 a 0,190	<0,0001
Cambio inmediato de nivel después de terminar la pandemia (2022m7) (β_4)	-0,041	-0,524 a 0,441	0,865
Cambio de tendencia después de la pandemia (tras 2022m7) (β_5)	-0,024	-0,129 a 0,079	0,638

asistenciales y se restringió su uso empírico^{21,40}. Complementariamente, un estudio transversal reportó los mayores descensos de prescripciones para amoxicilina (25,3%-44,1%), amoxicilina/clavulanato (30,1%-40,0%), azitromicina (31,8%-35,4%), doxiciclina (17,8%-20,7%), cefalexina (10,1%-19,9%) y ciprofloxacina (12,2%-15,3%) reforzando que estos principios activos, utilizados en infecciones respiratorias y de piel/tejidos blandos, lideraron la contracción durante la primera fase pandémica en atención ambulatoria estadounidense⁴¹. Estos resultados son comparables con los observados en el presente estudio, donde los β -lactámicos y tetraciclinas presentaron caídas sostenidas tras el inicio de la pandemia en marzo de 2020, reflejando un cambio de práctica prescriptiva y una posible reducción de las consultas médicas ambulatorias. Por otra parte, el repunte de claritromicina en la postpandemia observado en la serie local difiere de lo reportado en otras regiones. En Europa, informes de farmacovigilancia notificaron disminuciones progresivas en el uso de claritromicina tras el inicio de la pandemia (de 0,75 a 0,69 a 0,40 DDD entre 2018 y 2020), sin evidencia de recuperación posterior⁴². De igual forma, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) no reportó incrementos significativos en 2021 en el agregado ambulatorio de los Estados Unidos⁴³. Por tanto, el aumento observado en este trabajo podría explicarse por

factores contextuales locales, como la reactivación de infecciones respiratorias no COVID-19, la sustitución terapéutica frente a la disminución de azitromicina y el restablecimiento progresivo de la demanda ambulatoria en la red farmacéutica estudiada. Es posible que existan diferencias entre regiones o entre tipos de servicios (hospitalarios versus ambulatorios), y que la reducción en la dispensación también refleje barreras de acceso a los servicios farmacéuticos, fragmentación de la red o problemas en la continuidad del tratamiento antibiótico. Por ello, una lectura integral del hallazgo requiere considerar tanto la política de racionalización como los posibles factores estructurales del sistema de salud.

Los cambios observados en los patrones de dispensación de antibióticos durante y después de la pandemia podrían tener implicaciones relevantes en la dinámica de la RAM. Una menor exposición poblacional a antimicrobianos durante la pandemia pudo reducir temporalmente la presión selectiva bacteriana; sin embargo, la recuperación del consumo tras la reapertura puede favorecer su incremento⁴⁴. Los resultados del presente estudio son útiles para integrar estos antibióticos en tableros uso-resistencia que emparejen consumo farmacéutico ambulatorio (DHD por principio activo) con la resistencia de aislamientos comunitarios en laboratorios centinela. La OPS/OMS insisten en que los sistemas integrados de vigilancia (Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia y el Uso de Antimicrobianos-Resistencia a los Antimicrobianos y Uso de Antimicrobianos (GLASS-AMR/AMU) son esenciales para traducir datos de consumo en acciones de contención de RAM y priorización de guías locales^{4,18}. En Colombia, la vigilancia del uso de antibióticos se encuentra en proceso de fortalecimiento, y los datos generados por gestores farmacéuticos constituyen una fuente valiosa para la toma de decisiones sanitarias. De hecho, durante el periodo prepandemia se evidenció una tendencia descendente en la dispensación ambulatoria de antibióticos. Este comportamiento sugiere que, previo a la pandemia, se estaban consolidando procesos orientados al uso racional de antimicrobianos, posiblemente influenciados por políticas nacionales de vigilancia del consumo de antibióticos y las estrategias del Plan Nacional para la Contención de la Resistencia a los Antimicrobianos im-

Tabla 3. Modelo de regresión segmentada para DHD de amoxicilina/clavulanato

Parámetro	Coefficiente	IC95%	p
Nivel basal en 2018m1 (β_0)	0,019	0,017 a 0,022	<0,0001
Tendencia mensual pre-pandemia (β_1)	0,00001	-0,0001 a 0,0001	0,872
Cambio inmediato de nivel en inicio pandemia (2020m3) (β_2)	-0,015	-0,021 a -0,009	<0,0001
Cambio de tendencia durante la pandemia (tras 2020m3) (β_3)	0,001	0,0013 a 0,0019	<0,0001
Cambio inmediato de nivel después de terminar la pandemia (2022m7) (β_4)	0,0001	-0,004 a 0,005	0,950
Cambio de tendencia después de la pandemia (tras 2022m7) (β_5)	0,0002	-0,0007 a 0,001	0,665

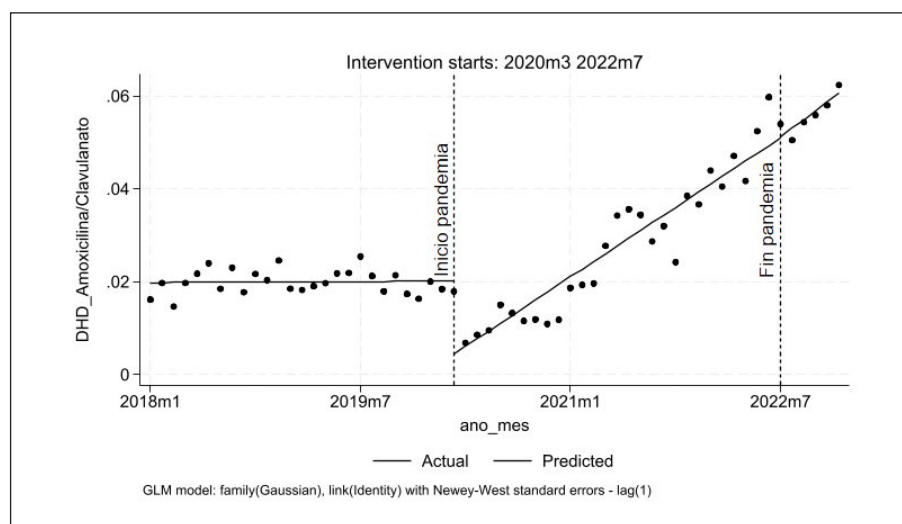


Figura 2. Regresión segmentada para la dispensación mensual de amoxicilina/clavulanato (DHD)

plementado desde 2018 en Colombia⁴⁵. Estos hallazgos son coherentes con los datos reportados por OMS a través del Sistema GLASS, que mostraron para Colombia una reducción en el uso de antimicrobianos de 22,27 a 19,81 DHD entre 2018 y 2019⁴⁶. El comportamiento descendente también fue documentado en el ámbito hospitalario por un estudio multicéntrico en Colombia (2018–2020), donde el consumo de antibióticos en unidades de cuidado intensivo expresados en DDD/100 camas disminuyó entre 2018 y 2019 para ceftriaxona (de 20.456 a 17.584 respectivamente), piperacilina/tazobactam (76.674 a 59.264) y vancomicina (70.380 a 43.755)⁴⁷. El conjunto de la evidencia indica que el país venía disminuyendo la utilización de antibióticos, posiblemente explicado por el fortalecimiento de los programas de uso racional y la difusión de alertas sobre resistencia antimicrobiana⁸.

Entre las debilidades del estudio se identifican la falta de disponibilidad de una serie mensual postpandemia de al menos 12 meses que hubiese permitido una estimación más robusta de la tendencia postpandemia; sin embargo, los resultados permiten evaluar el efecto durante la pandemia y sugerir los posibles comportamientos de la dispensación en el periodo cercano al fin de la pandemia. Se requieren nuevos estudios con mayor periodo de seguimiento postpandemia para establecer el efecto a mediano y largo plazo de la pandemia en la dispensación de antibióticos. No es posible extrapolar los resultados a otros gestores farmacéuticos ni otras ciudades ya que la población está asignada a ciertos regímenes de salud cuyos patrones de prescripción pueden ser diferentes de otros gestores y sujetos a la epidemiología de las infecciones respiratorias en otras ciudades. El control de factores de confusión como: cambios en las medidas regulatorias o políticas de salud pública, campañas de salud pública no relacionadas con COVID-19 que pudieran influir en la prescripción y por ende en la dispensación, variaciones en la oferta de medicamentos, cambios en las incidencias de enfermedades respiratorias

y otras infecciones que requieren tratamiento antibiótico, y características de los CAF no fueron evaluados, pero podrían explorarse en futuros estudios. Además, los datos de dispensación de antibióticos pueden no reflejar el consumo real ni el cumplimiento terapéutico. Entre las fortalezas del estudio se destaca la disponibilidad de una serie de tiempo de cinco años con registros mensuales estandarizados, el uso de métricas validadas (DDD y DHD) y el ajuste estadístico para autocorrelación. En futuras investigaciones se sugiere considerar diagnóstico (como registros CIE-10) con el propósito de analizar la pertinencia clínica de las indicaciones de los antibióticos, estudiar si el efecto de la pandemia fue diferencial por determinantes contextuales y de acceso, como lugar de residencia, asegurador, edad y sexo. Finalmente, conviene desarrollar estudios comparativos entre diferentes ciudades o gestores farmacéuticos, que permitan identificar heterogeneidades geográficas en el efecto de la pandemia en los patrones de uso de antimicrobianos. Estas comparaciones aportarían a la construcción de un panorama nacional más completo y a la formulación de políticas diferenciales según las características epidemiológicas y demográficas de cada territorio.

En conclusión, la pandemia de COVID-19 redujo la dispensación ambulatoria de todos los antibióticos estudiados que, si bien mostraron una tendencia al incremento durante la pandemia, cuando terminó la emergencia sanitaria no recuperaron los niveles de dispensación del periodo prepandemia. Los efectos de la pandemia difirieron por principio activo siendo lo más llamativo, el incremento en la dispensación de amoxicilina/clavulanato durante la pandemia, el repunte en la dispensación de azitromicina retornando a niveles prepandemia, y el incremento de la dispensación de claritromicina en la postpandemia. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de reforzar los programas de optimización de uso de antibióticos e integrarlos a la vigilancia de la resistencia a antimicrobianos en el ámbito comunitario.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. No aplica

Protección de población vulnerable. No aplica

Confidencialidad. No aplica

Privacidad. No aplica

Financiación. Los autores declaran no haber recibido financiación externa para la realización de esta investigación. La participación de LO es financiada por la Universidad del Valle

Conflictos de interés. LC fue empleado del gestor farmacéutico hasta antes de la recolección de datos. El gestor farmacéutico no participó en la elaboración del manuscrito ni en la decisión de publicar. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Agradecimientos. Los autores expresan su agradecimiento al gestor farmacéutico participante por facilitar el acceso a la base de datos de dispensación y al Dr. Luis Fernando Valladales Restrepo por asesoría en el cálculo de DHD.

Declaración sobre uso de inteligencia artificial. En el curso del desarrollo de este trabajo, los autores utilizaron ChatGPT, DeepSeek y Research Rabbit como herramientas de asistencia para la búsqueda de literatura científica y mejorar la redacción de apartados del manuscrito. Tras el uso de estas herramientas, los autores revisaron y modificaron cuidadosamente el contenido y asumen la responsabilidad total de los contenidos de la publicación.

Contribución de los autores. Conceptualización: L.C., L.O.; Metodología: L.C., L.O.; Análisis Formal: L.C., L.O.; Investigación: L.C.; Software: L.C.; Validación L.C., L.O.; Escritura – borrador original: L.C.; Redacción: revisión y edición: L.C., L.O. Todos los autores contribuyeron, leyeron y aprobaron la versión del manuscrito enviado.

Referencias

1. Rawson TM, Moore LSP, Castro-Sanchez E, Charani E, Davies F, Satta G, et al. COVID-19 and the potential long-term impact on antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother.* 2020;75(7):1681-4. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa194>
2. Hsu J. How COVID-19 is accelerating the threat of antimicrobial resistance. *BMJ.* 2020;369: m1983. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1983>
3. Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Westwood D, MacFadden DR, et al. Bacterial co-infection and secondary infection in patients with COVID-19: a living rapid review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect.* 2020;26(12):1622-9. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.07.016>
4. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Geneva:OMS; [citado 24 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
5. Cabrera S. Rational and responsible use of antimicrobials. *Arch Med Interna.* 2009;31(2-3):74-80.
6. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. ATC/DDD Index 2024 [Internet]. Oslo;2024 [citado 6 de julio de 2024]. Disponible en: https://atcddd.fhi.no/atc_ddd_index/
7. World Health Organization. Country, territory or area profiles [Internet]. Geneva:WHO;[citado 5 de enero de 2026]. Disponible en: https://worldhealthorg.shinyapps.io/glass-dashboards/_w_2adc71e405d247f891587628eb644974/#!/cta-profiles
8. Ministerio de Salud y Protección Social. Lineamientos técnicos para la implementación de programas de optimización de antimicrobianos en el escenario hospitalario y ambulatorio [Internet]. Bogotá:Minsalud; [citado 29 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/lineamientos-optimizacion-uso-antimicrobianos.pdf>
9. Högberg LD, Vlahović-Palčevski V, Pereira C, Weist K, Monnet DL, Strauss R, et al. Decrease in community antibiotic consumption during the COVID-19 pandemic, EU/EEA, 2020. *Euro Surveill.* 2021;26(46):2101020. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.46.2101020>
10. Pereira ML, Mothé DA, Pinheiro KS, Gonçalves SS, Santos KV. Antibiotic dispensing during first year of COVID-19 pandemic in Brazilian public hospitals. *Future Microbiol.* 2023;18:639-47. <https://doi.org/10.2217/fmb-2022-0255>
11. Al-Nuaimi S, Alkuwari S, Al-Jubouri AM, Hegazi S, Jolo L, Khalid H, et al. Antibiotics prescriptions pattern among patients visiting primary health care centers (PHCC) before and during COVID-19 pandemic: a cross-sectional population-based study from Qatar. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(8):1228. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12081228>
12. Gardner TL, Dovey SM, Tilyard MW, Gurr E. Differences between prescribed and dispensed medications. *N Z Med J.* 1996;109(1017):69-72.
13. Ministerio de Salud y Protección Social. Presidente Duque declara Emergencia Sanitaria frente a COVID-19 [Internet]. Bogotá:Minsalud; 2020 [citado 8 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Presidente-Duque-declara-Emergencia-Sanitaria-frente-a-COVID-19.aspx>
14. Presidencia de la República de Colombia. Fin a la emergencia sanitaria por covid-19 en Colombia [Internet]. Bogotá:Presidencia; 2022 [citado 8 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://consultorsalud.com/fin-emergencia-sanitaria-covid-19-colombia/>
15. Colonia DRM, Ramírez Patiño D, Higueta-Gutiérrez LF. Knowledge, attitudes, and practices regarding antibiotic sales in pharmacies in Medellín, Colombia 2023. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(9):1456. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12091456>
16. Melo-Burbano LA, Galindes-Casanova DA, Benítez-Escobar EN, Assis-Revez JK, Daza-Arana JE, Oñate-Gutiérrez JM. Frecuencia de prescripción de antibióticos en adultos hospitalizados por SARS-CoV-2 en una institución de alta complejidad en Santiago de Cali, Colombia. *Infectio.* 2023;27(2):94-101. <https://doi.org/10.22354/24223794.1128>
17. Monroe S, Polk R. Antimicrobial use and bacterial resistance. *Curr Opin Microbiol.* 2000;3(5):496-501. [https://doi.org/10.1016/S1369-5274\(00\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S1369-5274(00)00129-6)
18. Instituto Nacional de Salud. Consumo de antibióticos en ámbito hospitalario [Internet]. Bogotá:INS; [citado 26 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/busador-eventos/Informesdeevento/CONSUMO%20DE%20ANTIBI%C3%93TICOS%20EN%20C3%81MBITO%20HOSPITALARIO_2020.pdf. <https://doi.org/10.33610/jifr7658>
19. Linden A. Conducting interrupted time-series analysis for single- and multiple-group comparisons. *Stata J.* 2015;15(2):480-500. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500208>
20. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 19 [Internet]. College Station (TX):StataCorp LLC; 2025 [citado 7 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.stata.com/>
21. Knight BD, Shurgold J, Smith G, MacFadden DR, Schwartz KL, Daneman N, et al. The impact of COVID-19 on community antibiotic use in Canada: an ecological study. *Clin Microbiol Infect.* 2022;28(3):426-32. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.10.013>
22. King LM, Lovegrove MC, Shehab N, Tsay S, Budnitz DS, Geller AI, et al. Trends in U.S. outpatient antibiotic prescriptions during the COVID-19 pandemic. *Clin Infect Dis.* 2020;ciaa1896. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1896>
23. Alzueta N, Echeverría A, García P, Sanz L, Gil-Setas A, Beristain X, et al. Impact of COVID-19 pandemic in antibiotic consumption in Navarre (Spain): an interrupted time series analysis. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(2):318. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020318>

24. Armitage R, Nellums LB. Antibiotic prescribing in general practice during COVID-19. *Lancet Infect Dis*. 2021;21(6):e144. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30917-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30917-8)
25. Hek K, Ramerman L, Weesie YM, Lambooi AC, Lambert M, Heins MJ, et al. Antibiotic prescribing in dutch daytime and out-of-hours general practice during the COVID-19 pandemic: a retrospective database study. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(3):309. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030309>
26. Rachina S, Kozlov R, Kurkova A, Portnyagina U, Palyutin S, Khokhlov A, et al. Antimicrobial dispensing practice in community pharmacies in Russia during the COVID-19 pandemic. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(5):586. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050586>
27. Lim AH, Ab Rahman N, Hashim H, Kamal M, Velvanathan T, Chok MCF, et al. Impact of COVID-19 pandemic on antibiotic utilisation in malaysian primary care clinics: an interrupted time series analysis. *Antibiotics (Basel)*. 2023;12(4):659. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040659>
28. Rezaei S, Bazyar M, Ahmadi S, Khodamoradi A. From Routine to Crisis: The impact of COVID-19 pandemic on antibiotic consumption in Iran. *Health Sci Rep*. 2024;7(11):e70161. <https://doi.org/10.1002/hsr.2.70161>
29. Gacheri J, Hamilton KA, Munywoki P, Wakahiu S, Kiambi K, Fèvre EM, et al. Antibiotic prescribing practices in community and clinical settings during the COVID-19 pandemic in Nairobi, Kenya. *PLOS Glob Public Health*. 2024;4(4): e0003046. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003046>
30. Patel TS, McGovern OL, Mahon G, Osuka H, Boszczowski I, Munita JM, et al. Trends in inpatient antibiotic use among adults hospitalized during the coronavirus disease 2019 pandemic in Argentina, Brasil, and Chile, 2018-2021. *Clin Infect Dis*. 2023;77(Suppl 1):S4-11. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad261>
31. Rezel-Potts E, L'Esperance V, Gulliford MC. Antimicrobial stewardship in the UK during the COVID-19 pandemic: a population-based cohort study and interrupted time-series analysis. *Br J Gen Pract*. 2021;71(706):e331-8. <https://doi.org/10.3399/BJGP.2020.1051>
32. Hamilton A, Poleon S, Cherian J, Cosgrove S, Laxminarayan R, Klein E. COVID-19 and outpatient antibiotic prescriptions in the United States: a county-level analysis. *Open Forum Infect Dis*. 2023;10(3):ofad096. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofad096>
33. Center for Infectious Disease Research and Policy. US outpatient antibiotic prescribing returning to pre-COVID levels [Internet]. 2024 [citado 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.cidrap.umn.edu/antimicrobial-stewardship/us-outpatient-antibiotic-prescribing-returning-pre-covid-levels>
34. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 impacts on antibiotic use. Atlanta: CDC; 2020.
35. Bogdanić N, Močibob L, Vidović T, Soldo A, Begovać J. Azithromycin consumption during the COVID-19 pandemic in Croatia, 2020. *PLoS One*. 2022;17(2):e0263437. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263437>
36. Del Fiol F de S, Bergamaschi C de C, De Andrade IP, Lopes LC, Silva MT, Barberato-Filho S. Consumption trends of antibiotics in Brazil during the COVID-19 pandemic. *Front Pharmacol*. 2022;13:844818. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.844818>
37. Ruiz-Garbajosa P, Cantón R. COVID-19: Impact on prescribing and antimicrobial resistance. *Rev Esp Quimioter*. 2021;34(Suppl 1):63-8. <https://doi.org/10.37201/req/s01.19.2021>
38. Wasag DR, Cannings-John R, Hughes K, Ahmed H. Antibiotic dispensing during the COVID-19 pandemic: analysis of Welsh primary care dispensing data. *Fam Pract*. 2022;39(3):420-5. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab141>
39. Clavería A, Delgado-Martín MV, Goicoechea-Castaño A, Iglesias-Moreno JM, García-Cendón C, Martín-Miguel MV, et al. Interrupted time series analysis of pediatric infectious diseases and the consumption of antibiotics in an Atlantic european region during the SARS-CoV-2 pandemic. *Antibiotics (Basel)*. 2022;11(2):264. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020264>
40. Al Balushi H, Kurdi A, Almutairi N, Baker KI, Amen KM, Karwi H, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on the utilisation and quality of antibiotic use in the Scottish primary care setting: a population-based segmented interrupted time-series analysis. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2024;22(10):895-905. <https://doi.org/10.1080/14787210.2024.2363485>
41. Buehrle DJ, Wagener MM, Nguyen MH, Clancy CJ. Trends in outpatient antibiotic prescriptions in the United States during the COVID-19 pandemic in 2020. *JAMA Netw Open*. 2021;4(9):e2126114. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.26114>
42. Silva TM, Estrela M, Gomes ER, Piñeiro-Lamas M, Figueiras A, Roque F, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on antibiotic prescribing trends in outpatient care: a nationwide, quasi-experimental approach. *Antibiotics (Basel)*. 2021;10(9):1040. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10091040>
43. Centers for Disease Control and Prevention. Antibiotic use in the United States, 2021 update: progress and opportunities [Internet]. Atlanta: CDC; 2022 [citado 10 de octubre de 2025]. Disponible en: https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/antibiotic-use/stewardship-report/2021.html
44. Murray AK. The Novel coronavirus COVID-19 outbreak: global implications for antimicrobial resistance. *Front Microbiol*. 2020;11:1020. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01020>
45. Ministerio de Salud y Protección Social. Plan nacional de respuesta a la resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Bogotá: Minsalud; 2018 [citado 5 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC197861/>
46. World Health Organization. Global AMU data [Internet]. Geneva: WHO; 2025 [citado 1 de octubre de 2025]. Disponible en: https://worldhealthorg.shinyapps.io/glass-dashboard/_w_c19bce939df430d90dbef9ce2de33ec/#/amu
47. Sánchez-Duque JA, Gaviria-Mendoza A, Moreno-Gutiérrez PA, Gómez-González JF, Pantoja-Meneses S, Thahir-Silva S, et al. Tendencias del consumo de antibióticos en Unidades de Cuidada Intensivo de Colombia, 2010- 2017. *Infectio*. 2024;28(1):19-26. <https://doi.org/10.22354/24223794.1163>
48. Rawson TM, Moore LSP, Castro-Sanchez E, Charani E, Davies F, Satta G, et al. COVID-19 and the potential long-term impact on antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother*. 2020;75(7):1681-4. <https://doi.org/10.1093/jac/dkaa194>
49. Hsu J. How COVID-19 is accelerating the threat of antimicrobial resistance. *BMJ*. 2020;369: m1983 <https://doi.org/10.1136/bmj.m1983>
50. Langford BJ, So M, Raybardhan S, Leung V, Westwood D, MacFadden DR, et al. Bacterial co-infection and secondary infection in patients with COVID-19: a living rapid review and meta-analysis. *Clin Microbiol Infect*. 2020;26(12):1622- 9. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.07.016>
51. Organización Mundial de la Salud. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Geneva: OMS; [citado 24 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
52. Cabrera S. Rational and responsible use of antimicrobials. *Arch Med Interna*. 2009;31(2-3):74-80.
53. WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology. ATC/DDD Index 2024 [Internet]. Oslo; 2024 [citado 6 de julio de 2024]. Disponible en: https://atcddd.fhi.no/atc_ddd_index/
54. World Health Organization. Country, territory or area profiles [Internet]. Geneva: WHO; [citado 5 de enero de 2026]. Disponible en: https://worldhealthorg.shinyapps.io/glass-dashboard/_w_2adc71e405d247f891587628eb644974/#/cta-profiles
55. Ministerio de Salud y Protección Social. Lineamientos técnicos para la implementación de programas de optimización de antimicrobianos en el escenario hospitalario y ambulatorio [Internet]. Bogotá: Minsalud; [citado 29 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/lineamientos-optimizacion-uso-antimicrobianos.pdf>
56. Högberg LD, Vlahović-Palčevski V, Pereira C, Weist K, Monnet DL, Strauss R, et al. Decrease in community antibiotic consumption during the COVID-19 pandemic, EU/EEA, 2020. *Euro Surveill*. 2021;26(46):2101020. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2021.26.46.2101020>
57. Pereira ML, Mothé DA, Pinheiro KS, Gonçalves SS, Santos KV. Antibiotic dispensing during first year of COVID-19 pandemic in brazilian public hospitals. *Future Microbiol*. 2023;18:639-47. <https://doi.org/10.2217/fmb-2022-0255>
58. Al-Nuaimi S, Alkuwari S, Al-Jubouri AM, Hegazi S, Jolo L, Khalid H, et al. Antibiotics prescriptions pattern among patients visiting primary health care centers (PHCC) before and during COVID-19 pandemic: a cross-sectional population-based study from Qatar. *Antibiotics (Basel)*. 2023;12(8):1228. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12081228>
59. Gardner TL, Dovey SM, Tilyard MW, Gurr E. Differences between prescribed and dispensed medications. *N Z Med J*. 1996;109(1017):69-72.
60. Ministerio de Salud y Protección Social. Presidente Duque declara Emergencia Sanitaria frente a COVID-19 [Internet]. Bogotá: Minsalud; 2020

- [citado 8 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Presidente-Duque-declara-Emergencia-Sanitaria-frente-a-COVID-19.aspx>
61. Presidencia de la República de Colombia. Fin a la emergencia sanitaria por covid-19 en Colombia [Internet]. Bogotá:Presidencia; 2022 [citado 8 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://consultorsalud.com/fin-emergencia-sanitaria-covid-19-colombia/>
 62. Colonia DRM, Ramírez Patiño D, Higuaita-Gutiérrez LF. Knowledge, attitudes, and practices regarding antibiotic sales in pharmacies in Medellín, Colombia 2023. *Antibiotics* (Basel). 2023;12(9):1456. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12091456>
 63. Melo-Burbano LA, Galindes-Casanova DA, Benitez-Escobar EN, Assis-Reveiz JK, Daza-Arana JE, Oñate-Gutiérrez JM. Frecuencia de prescripción de antibióticos en adultos hospitalizados por SARS-CoV-2 en una institución de alta complejidad en Santiago de Cali, Colombia. *Infectio*. 2023;27(2):94-101. <https://doi.org/10.22354/24223794.1128>
 64. Monroe S, Polk R. Antimicrobial use and bacterial resistance. *Curr Opin Microbiol*. 2000;3(5):496-501. [https://doi.org/10.1016/S1369-5274\(00\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S1369-5274(00)00129-6)
 65. Instituto Nacional de Salud. Consumo de antibióticos en ámbito hospitalario [Internet]. Bogotá:INS; [citado 26 de diciembre de 2024]. Disponible en: https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/CONSUMO%20DE%20ANTIBIOTICOS%20EN%20C3%81MBITO%20HOSPITALARIO_2020.pdf
 66. Linden A. Conducting interrupted time-series analysis for single-and multiple-group comparisons. *Stata J*. 2015;15(2):480-500. <https://doi.org/10.1177/1536867X1501500208>
 67. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 19 [Internet]. College Station (TX):StataCorp LLC; 2025 [citado 7 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.stata.com/>
 68. Knight BD, Shurgold J, Smith G, MacFadden DR, Schwartz KL, Daneman N, et al. The impact of COVID-19 on community antibiotic use in Canada: an ecological study. *Clin Microbiol Infect*. 2022;28(3):426-32. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.10.013>
 69. King LM, Lovegrove MC, Shehab N, Tsay S, Budnitz DS, Geller AI, et al. Trends in U.S. outpatient antibiotic prescriptions during the COVID-19 pandemic. *Clin Infect Dis*. 2020;ciaa1896.
 70. Alzueta N, Echeverría A, García P, Sanz L, Gil-Setas A, Beristain X, et al. Impact of COVID-19 pandemic in antibiotic consumption in Navarre (Spain): an interrupted time series analysis. *Antibiotics* (Basel). 2023;12(2):318. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020318>
 71. Armitage R, Nellums LB. Antibiotic prescribing in general practice during COVID-19. *Lancet Infect Dis*. 2021;21(6):e144. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30917-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30917-8)
 72. Hek K, Ramerman L, Weesie YM, Lambooi AC, Lambert M, Heins MJ, et al. Antibiotic prescribing in dutch daytime and out-of-hours general practice during the COVID-19 pandemic: a retrospective database study. *Antibiotics* (Basel). 2022;11(3):309. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030309>
 73. Rachina S, Kozlov R, Kurkova A, Portnyagina U, Palyutin S, Khokhlov A, et al. Antimicrobial dispensing practice in community pharmacies in Russia during the COVID-19 pandemic. *Antibiotics* (Basel). 2022;11(5):586. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050586>
 74. Lim AH, Ab Rahman N, Hashim H, Kamal M, Velvanathan T, Chok MCF, et al. Impact of COVID-19 pandemic on antibiotic utilisation in Malaysian primary care clinics: an interrupted time series analysis. *Antibiotics* (Basel). 2023;12(4):659. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040659>
 75. Rezaei S, Bazayr M, Ahmadi S, Khodamoradi A. From Routine to Crisis: The impact of COVID-19 pandemic on antibiotic consumption in Iran. *Health Sci Rep*. 2024;7(11):e70161. <https://doi.org/10.1002/hsr.2.70161>
 76. Gacheri J, Hamilton KA, Munywoki P, Wakahiu S, Kiambi K, Fèvre EM, et al. Antibiotic prescribing practices in community and clinical settings during the COVID-19 pandemic in Nairobi, Kenya. *PLOS Glob Public Health*. 2024;4(4): e0003046. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003046>
 77. Patel TS, McGovern OL, Mahon G, Osuka H, Boszczowski I, Munita JM, et al. Trends in inpatient antibiotic use among adults hospitalized during the coronavirus disease 2019 pandemic in Argentina, Brasil, and Chile, 2018-2021. *Clin Infect Dis*. 2023;77(Suppl 1):S4-11. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad261>
 78. Rezel-Potts E, L'Esperance V, Gulliford MC. Antimicrobial stewardship in the UK during the COVID-19 pandemic: a population-based cohort study and interrupted time-series analysis. *Br J Gen Pract*. 2021;71(706):e331-8. <https://doi.org/10.3399/BJGP.2020.1051>
 79. Hamilton A, Poleon S, Cherian J, Cosgrove S, Laxminarayan R, Klein E. COVID-19 and outpatient antibiotic prescriptions in the United States: a county-level analysis. *Open Forum Infect Dis*. 2023;10(3):ofad096. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofad096>
 80. Center for Infectious Disease Research and Policy. US outpatient antibiotic prescribing returning to pre-COVID levels [Internet]. 2024 [citado 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.cidrap.umn.edu/antimicrobial-stewardship/us-outpatient-antibiotic-prescribing-returning-pre-covid-levels>
 81. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 impacts on antibiotic use. Atlanta: CDC; 2020.
 82. Bogdanić N, Močibob L, Vidović T, Soldo A, Begovać J. Azithromycin consumption during the COVID-19 pandemic in Croatia, 2020. *PLoS One*. 2022;17(2):e0263437. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263437>
 83. Del Fiol F de S, Bergamaschi C de C, De Andrade IP, Lopes LC, Silva MT, Barberato-Filho S. Consumption trends of antibiotics in Brazil during the COVID-19 pandemic. *Front Pharmacol*. 2022;13:844818. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.844818>
 84. Ruiz-Garbajosa P, Cantón R. COVID-19: Impact on prescribing and antimicrobial resistance. *Rev Esp Quimioter*. 2021;34(Suppl 1):63-8. <https://doi.org/10.37201/req/s01.19.2021>
 85. Wasag DR, Cannings-John R, Hughes K, Ahmed H. Antibiotic dispensing during the COVID-19 pandemic: analysis of Welsh primary care dispensing data. *Fam Pract*. 2022;39(3):420-5. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab141>
 86. Clavería A, Delgado-Martín MV, Goicoechea-Castaño A, Iglesias-Moreno JM, García-Cendón C, Martín-Miguel MV, et al. Interrupted time series analysis of pediatric infectious diseases and the consumption of antibiotics in an Atlantic European region during the SARS-CoV-2 pandemic. *Antibiotics* (Basel). 2022;11(2):264. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020264>
 87. Al Balushi H, Kurdi A, Almutairi N, Baker KI, Amen KM, Karwi H, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on the utilisation and quality of antibiotic use in the Scottish primary care setting: a population-based segmented interrupted time-series analysis. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2024;22(10):895-905. <https://doi.org/10.1080/14787210.2024.2363485>
 88. Buehrle DJ, Wagener MM, Nguyen MH, Clancy CJ. Trends in outpatient antibiotic prescriptions in the United States during the COVID-19 pandemic in 2020. *JAMA Netw Open*. 2021;4(9):e2126114. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.26114>
 89. Silva TM, Estrela M, Gomes ER, Piñeiro-Lamas M, Figueiras A, Roque F, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on antibiotic prescribing trends in outpatient care: a nationwide, quasi-experimental approach. *Antibiotics* (Basel). 2021;10(9):1040. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10091040>
 90. Centers for Disease Control and Prevention. Antibiotic use in the United States, 2021 update: progress and opportunities [Internet]. Atlanta: CDC; 2022 [citado 10 de octubre de 2025]. Disponible en: https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/antibiotic-use/stewardship-report/2021.html
 91. Murray AK. The Novel coronavirus COVID-19 outbreak: global implications for antimicrobial resistance. *Front Microbiol*. 2020;11:1020. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01020>
 92. Ministerio de Salud y Protección Social. Plan nacional de respuesta a la resistencia a los antimicrobianos [Internet]. Bogotá:Minsalud; 2018 [citado 5 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC197861/>
 93. World Health Organization. Global AMU data [Internet]. Geneva:WHO; 2025 [citado 1 de octubre de 2025]. Disponible en: https://worldhealthorg.shinyapps.io/glass-dashboard/_w_c19bcec939df430d90dbef9ce2de33ec/#/amu
 94. Sánchez-Duque JA, Gaviria-Mendoza A, Moreno-Gutiérrez PA, Gómez-González JF, Pantoja-Meneses S, Thahir-Silva S, et al. Tendencias del consumo de antibióticos en Unidades de Cuidado Intensivo de Colombia, 2010- 2017. *Infectio*. 2024;28(1):19-26. <https://doi.org/10.22354/24223794.1163>