

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA**

Título de la investigación:

Análisis del uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, considerando el tipo de procedimiento, los efectos secundarios reportados y los criterios establecidos en protocolos nacionales e internacionales.

Nombre del estudiante:

Juan de Dios Mora Ramírez

Tutor: Giancarlo Jiménez Alfaro

Sede: Central, San José

Año 2025

I. Agradecimientos

Primeramente, a Dios, porque a base de fe se puede construir la esperanza, y a base de esperanza nace el esfuerzo y las ganas de llegar a ese destino que en un principio se sentía lejano y porque no, hasta inalcanzable, pero ya paso a paso se va logrando. Sin la fuerza, la salud y los dones, simplemente no hubiese sido posible.

A mi esposa; que debido a que también estaba cursando su propia carrera, me acompañaba de una forma más cercana en el proceso, estudiando conmigo y motivándome inalcanzablemente a avanzar, a nunca rendirme y a hacerme ver lo lejos que puedo llegar. Gracias por ser mi compañera a un nivel inimaginable en tantos aspectos de mi vida

A mis padres, y casi que de una forma complementaria a la vida, porque me ha permitido que no me falten, que sigan estando acá para poder hacerlos orgullosos de mi. Gracias por siempre creer en su hijo, por motivarme, por inspirarme, por levantarme todas las veces que tropecé con palabras de aliento y valentía y por todos los esfuerzos que hicieron y siguen haciendo de una u otra forma.

A mi familia general, tíos, sobrinos, cuñadas y hermanos; en especial a José Pablo, que ha asumido tantos roles en mi vida que no tengo palabras para agradecerle tanta confianza depositada en mí y tanto apoyo.

Han sido muchos años, enumerar a tantos compañeros y compañeras a los que les estaré siempre agradecidos es un tanto extendido; pero si quisiera agradecer con sus nombres, a personas en esta universidad que siempre tuvieron un trato excepcional, que de forma desinteresada y con gran humanidad me apoyaron, guiaron, motivaron, inspiraron y en gran parte hasta tomaron el papel de profesores muchas veces transmitiéndome conocimientos; muchas gracias Alejandro Obando, Zoraida, Allison, José Daniel, Melissa Oporto, Javier, Mariela , Catalina.

Doctores y/o docentes, que con su pasión y dedicación a la hora de impartir sus clases sin darse cuenta inspiraron a muchas personas y yo no fui la excepción, muchos y muchas realmente se convirtieron en todo un modelo a seguir por su profesionalismo y amor a las ciencias.

A tantos y tantas, familia de mi esposa, amigos y tanta gente que me acompañó de una u otra forma en este caminar y que sin pensarlo fueron piezas fundamentales en este proceso, de verdad y muy sinceramente, muchísimas gracias.

II. Dedicatoria

El problema hubiese sido que no hubieran existido problemas, ahora que estoy llegando cada vez más cerca de cumplir este sueño lo logro entender. Este largo camino con tantas caídas, tantos miedos, tantos retos, tantas pruebas le está dando un sabor a la vida sinigual, y me ha dado paso a paso el entendimiento de que quizás nunca se pierde, siempre se gana porque solo cayendo es la única forma de levantarse, solo teniendo miedo se puede vencer, y solo teniendo retos y pruebas se puede demostrar de qué estamos hechos.

He dicho lo anterior, porque primeramente quiero dedicarle esto a mi esposa, Melany Varela Navarro, porque dije tantas veces “hasta aquí”, “no voy a seguir más” y en todas y en cada una de ellas, de una u otra forma, hizo que siguiera avanzando, siempre creyó en mí y siempre tuvo fe en mí y en mis capacidades; bueno, tenías razón, aquí estoy muy en gran parte gracias a ti.

Dedico también este trabajo a mis padres, que siempre han estado orgullosos de mí y abonado con su amor, apoyo y confianza, fortalecieron mi gran meta de honrarlos y hacerme merecedor de ese orgullo que sienten por mí, tanta fe que han depositado y no podía defraudar.

A mi hermano, que a su vez es doblemente mi padrino, le dedico este trabajo porque me ha acompañado prácticamente en toda mi formación académica, desde los primeros pasos en escuela y hasta hoy en día, siempre ha estado para mí y ha sido pilar fundamental en todo el proceso.

Dedico de una manera muy especial a las nuevas generaciones, en especial a mis sobrinos Damien, Saul y Sara; quiero ser modelo e inspiración no solo de manera exclusiva en la parte académica; sino, ser un académico de principios y valores para ellos; que aunque los logros dan satisfacción personal y dignifica a la persona, sean puestos al servicio de los demás con entrega y excelencia.

III. Tabla de contenidos

CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN	11
1.1 Introducción	12
1.2 Planteamiento del problema	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación	16
1.5 Antecedentes	19
1.5.1 Antecedentes históricos	19
1.5.2 Antecedentes internacionales	22
1.5.3 Antecedentes nacionales	28
CAPÍTULO II- MARCO REFERENCIAL	30
2.1 Cefazolina y Cefalotina	31
2.1.1 Farmacocinética	33
2.1.2 Espectros donde actúan	34
2.1.3 Mecanismo de acción	35
2.1.4 Reacciones adversas, interacciones y contradicciones	36
2.1.4.1 Reacciones de hipersensibilidad	36
2.1.4.2 Interacciones fármaco-fármaco	38
2.1.2.3 Seguridad y Contraindicaciones	38
2.1.5 Diferencias y similitudes entre Cefazolina y Cefalotina	40
2.2 Concepto de cirugía electiva	41
2.3 Profilaxis quirúrgica	43
2.4 criterios para la aplicación adecuada de la profilaxis antibiótica en cirugía	45
2.4.1 Momento de la dosis inicial	45
2.4.2 Dosificación	46
2.4.3 Vía de administración del fármaco	47
2.5 Eficacia documentada de la profilaxis	48
2.6 Protocolo integral de la profilaxis quirúrgica	51
2.7 Protocolo preoperatorio	51

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	53
3.1 Enfoque de la investigación	54
3.2 Tipo de investigación.....	55
3.3 Fuentes de información.....	55
3.4 Criterios de búsqueda de información	57
3.5 Criterios de inclusión y exclusión	60
3.6. Algoritmo de búsqueda	62
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
4.1 Objetivo 1. Describir las recomendaciones documentadas en la literatura sobre el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías digestivas pediátricas, según el tipo de procedimiento (electivo o de emergencia).	67
4.2 Objetivo 2. Identificar los efectos secundarios asociados al uso de cefazolina y cefalotina en pacientes pediátricos, según estudios clínicos disponibles.	74
4.3 Objetivo 3. Comparar los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las recomendaciones de guías internacionales como las del CDC, la IDSA y guías europeas.	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1 Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
6.1 Referencias bibliográficas.....	95
CAPÍTULO VI. ANEXOS	108

IV. Lista de tablas

Tabla 1. Reacciones de hipersensibilidad ;Error! Marcador no definido.

Tabla 2. Criterios de búsqueda de información ;Error! Marcador no definido.

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión de información ;Error! Marcador no definido.

Tabla 4 Cantidad de artículos según nivel de evidencia ;Error! Marcador no definido.

Tabla 5. Comparativa entre profilaxis antibiótica en cirugía digestiva pediátrica según tipo de procedimiento. ;Error! Marcador no definido.

Tabla 6. Resumen de principales efectos adversos, frecuencia estimada en contexto de profilaxis única y observaciones relevantes ;Error! Marcador no definido.

V. Lista de abreviaturas

- ACAAI: American College of Allergy, Asthma and Immunology
- AAAAI: American Academy of Allergy, Asthma & Immunology
- AHII: Anemia hemolítica inmunitaria inducida por fármacos
- ASHP: American Society of Health-System Pharmacists
- CDC: Centers for Disease Control and Prevention
- CEC: Circulación extracorpórea
- CR: Costa Rica
- DP: Diálisis peritoneal
- IDSA: Infectious Diseases Society of America
- ISQ: Infección del sitio quirúrgico
- ILQ: Infección de localización quirúrgica
- NMTT: N-metil-tiotetrazol
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- PAQ: Profilaxis antimicrobiana quirúrgica
- PBP: Proteínas fijadoras de penicilina
- PROA: Programas de optimización del uso de antimicrobianos (Antimicrobial Stewardship Program)
- PROA-HC: Programas de optimización del uso de antimicrobianos en Hospitales Clínicos
- RAM: Resistencia antimicrobiana

VI. Resumen

La profilaxis antimicrobiana quirúrgica (PAQ) constituye una estrategia esencial para prevenir infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), particularmente en cirugías digestivas pediátricas, donde las características fisiológicas y farmacocinéticas de niños y adolescentes requieren abordajes diferenciados. Cefazolina y cefalotina, ambas cefalosporinas de primera generación, son los antibióticos más empleados en este contexto por su efectividad, bajo costo y espectro adecuado. Sin embargo, en Costa Rica no existen protocolos actualizados y unificados para la población pediátrica, lo que genera variabilidad en la práctica clínica.

La pregunta de investigación de este trabajo final de graduación es la siguiente: ¿Qué evidencia científica respalda el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en cirugías digestivas pediátricas, y cómo se comparan los criterios clínicos nacionales con las guías internacionales? Por su parte, como objetivo general se plantea: Analizar el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, considerando tipos de procedimiento, efectos secundarios y protocolos nacionales e internacionales.

La investigación sigue un enfoque cualitativo basado en revisión documental. Se utilizaron bases de datos científicas y se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar estudios con relevancia clínica y metodológica. La información se clasificó según niveles de evidencia, se empleó un algoritmo de búsqueda sistemático y se compararon las recomendaciones de guías internacionales (CDC, IDSA, ASHP, guías europeas) con las prácticas descritas en Costa Rica. El análisis se organizó por objetivos específicos.

La evidencia demuestra que tanto la cefazolina como la cefalotina son efectivas para prevenir ISQ en cirugías digestivas pediátricas, siendo la cefazolina preferida por su vida media prolongada y mejor relación costo-beneficio. Las reacciones adversas son poco frecuentes y, en su mayoría, leves. Existe coherencia entre guías internacionales respecto al

uso de cefazolina como primera línea; sin embargo, Costa Rica carece de protocolos pediátricos actualizados, lo que genera variabilidad en la selección del antibiótico y las dosis. Estos hallazgos resaltan la necesidad de estandarizar prácticas nacionales, incorporar recomendaciones basadas en evidencia reciente y fortalecer los programas de optimización del uso de antimicrobianos para garantizar seguridad y eficacia en la población pediátrica.

CAPÍTULO I- INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La profilaxis antimicrobiana quirúrgica (PAQ) es una estrategia fundamental en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), especialmente en procedimientos electivos, donde la anticipación de riesgos permite aplicar intervenciones preventivas eficaces¹. En el contexto pediátrico, y particularmente en pacientes de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, la correcta administración de antibióticos profilácticos adquiere una relevancia aún mayor, debido a las diferencias fisiológicas, inmunológicas y metabólicas que los distinguen de la población adulta².

En Costa Rica, al igual que en muchas otras regiones, la estandarización de los protocolos de PAQ enfrenta desafíos importantes. La presente investigación tiene como objetivo analizar los criterios clínicos utilizados en el país para este fin, evaluando qué tan adecuados, actualizados y unificados son. Este análisis no solo permitirá conocer el estado actual de la práctica, sino también identificar fortalezas y áreas de mejora que podrían posicionar al sistema de salud costarricense como un referente regional.

La cefazolina, una cefalosporina de primera generación ha demostrado ser altamente eficaz en la profilaxis de ISQ en cirugías digestivas, gracias a su actividad contra bacterias grampositivas y algunas gramnegativas, su vida media adecuada y su penetración tisular eficiente³. Por su parte, la cefalotina, también de primera generación, comparte un espectro similar, aunque requiere un régimen más frecuente de administración debido a su menor vida media⁴. Ambas han sido ampliamente estudiadas y recomendadas por guías internacionales como opciones de primera línea en contextos quirúrgicos específicos⁵.

A pesar de la existencia de estas guías, la adherencia a las recomendaciones internacionales en materia de PAQ ha sido históricamente baja en América Latina. En un estudio realizado en seis hospitales del área metropolitana de Monterrey (México), se encontró que la adherencia a las pautas de profilaxis antimicrobiana fue inferior al 10% en varias instituciones⁶. Estos datos reflejan una problemática generalizada que puede también estar presente en Costa Rica, en donde la falta de protocolos actualizados y unificados podría estar afectando negativamente la calidad del abordaje quirúrgico pediátrico.

El uso inadecuado o indiscriminado de antibióticos profilácticos conlleva varios riesgos. El más significativo es el desarrollo de resistencia antimicrobiana, un problema de salud pública que ha crecido de forma alarmante en las últimas décadas⁷. A ello se suman los efectos adversos potenciales de los antibióticos, como reacciones alérgicas, toxicidad renal o hepática y alteraciones del microbiota intestinal, especialmente sensibles en el organismo pediátrico en desarrollo⁸. La profilaxis no debe entenderse como una práctica universal para todo procedimiento quirúrgico, sino como una herramienta que debe aplicarse bajo criterios estrictamente definidos.

Es importante señalar que la cirugía digestiva presenta particularidades que la diferencian de otros tipos de intervenciones, como las ortopédicas o neurológicas. En este tipo de cirugía, el riesgo de contaminación es mayor, sobre todo en casos donde se intervienen segmentos del tracto gastrointestinal colonizados por flora bacteriana abundante. Sin embargo, incluso dentro de esta categoría, existen diferencias sustanciales entre cirugías limpias, limpias-contaminadas, contaminadas o sucias, lo que exige una evaluación individualizada para cada procedimiento⁹.

Asimismo, la población pediátrica no debe considerarse simplemente como una versión pequeña de los adultos. Existen diferencias fundamentales en cuanto a farmacocinética, farmacodinámica, inmunocompetencia, prevalencia de enfermedades y respuesta a la intervención quirúrgica. Dentro de este grupo, el rango de edad de 10 a 18 años abarca una etapa de transición fisiológica (pubertad y adolescencia) que condiciona aún más el abordaje clínico y quirúrgico. Por tanto, focalizar el análisis en este subgrupo etario permite generar conclusiones más específicas y útiles para la práctica médica, planteando, además, la oportunidad de comparar las prácticas locales con las de otros países, identificar oportunidades de mejora, promoviendo y contribuyendo a las buenas prácticas de profilaxis antimicrobiana en la población pediátrica.

1.2 Planteamiento del problema

En el ámbito de la medicina, coexisten dos enfoques fundamentales que, aunque pueden parecer contrapuestos, son esenciales para la práctica clínica: por un lado, el uso prudente y responsable de los antibióticos para evitar la resistencia antimicrobiana y preservar su eficacia; por otro, la implementación de medidas preventivas que optimicen los recursos sanitarios y mejoren los resultados en salud. Esta dualidad se manifiesta de manera particular en la profilaxis antimicrobiana quirúrgica (PAQ), especialmente en la población pediátrica sometida a cirugías digestivas electivas.

La administración adecuada de antibióticos profilácticos en cirugías digestivas pediátricas es crucial para prevenir infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), que representan una causa significativa de morbilidad postoperatoria. Sin embargo, la evidencia específica sobre la eficacia y seguridad de agentes como la cefazolina y la cefalotina en pacientes pediátricos de 10 a 18 años es limitada, y las recomendaciones actuales se basan en gran medida en estudios realizados en adultos o en opiniones de expertos. Por ejemplo, un estudio de Surat et al. sugiere que la cefazolina podría ser adecuada para la profilaxis antibiótica perioperatoria en infecciones intraabdominales sin sepsis, aunque se requieren más investigaciones en poblaciones pediátricas para confirmar estos hallazgos¹⁰.

En Costa Rica, la falta de protocolos actualizados para la PAQ en cirugías digestivas pediátricas plantea desafíos significativos. La variabilidad en la práctica clínica puede conducir a la administración inadecuada de antibióticos, ya sea por uso excesivo o insuficiente, lo que aumenta el riesgo de ISQ y contribuye al desarrollo de resistencia antimicrobiana. Esta situación contrasta con las guías internacionales, como las de la American Society of Health-System Pharmacists (ASHP), que ofrecen recomendaciones claras sobre la selección, dosificación y duración de la PAQ¹¹.

La ausencia de evidencia específica y protocolos nacionales adaptados a la población pediátrica costarricense dificulta la toma de decisiones clínicas informadas y puede comprometer la calidad de la atención. Por lo tanto, es imperativo evaluar la evidencia científica que respalda el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en cirugías digestivas pediátricas, y comparar los criterios clínicos nacionales con las guías internacionales. A raíz de lo anterior, emerge la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué

evidencia científica respalda el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en cirugías digestivas pediátricas, y cómo se comparan los criterios clínicos nacionales con las guías internacionales?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Analizar, con base en la literatura científica, el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, considerando el tipo de procedimiento, los efectos secundarios reportados y los criterios establecidos en protocolos nacionales e internacionales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir las recomendaciones documentadas en la literatura sobre el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías digestivas pediátricas, según el tipo de procedimiento (electivo o de emergencia).
- Identificar los efectos secundarios asociados al uso de cefazolina y cefalotina en pacientes pediátricos, según estudios clínicos disponibles.
- Comparar los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las recomendaciones de guías internacionales como las del CDC, la IDSA y guías europeas.

1.4 Justificación

La prevención de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) constituye una prioridad en los sistemas de salud contemporáneos, dada su implicación directa en la morbilidad, prolongación de estancias hospitalarias y costos asociados al tratamiento postoperatorio. En este contexto, la profilaxis antimicrobiana quirúrgica (PAQ) representa una herramienta indispensable para minimizar estos riesgos. No obstante, el uso óptimo de esta intervención se encuentra condicionado por múltiples factores, entre ellos, la selección adecuada del antibiótico, el momento de administración, la dosis y la duración del tratamiento¹¹⁻¹³. En cirugías digestivas, donde la contaminación bacteriana es significativamente mayor que en otras intervenciones, estos aspectos adquieren una importancia crítica para la prevención eficaz de complicaciones infecciosas.

En el caso específico de los pacientes pediátricos, el diseño de estrategias de PAQ debe considerar las diferencias farmacocinéticas, inmunológicas y metabólicas con respecto a los adultos. La población entre 10 y 18 años se encuentra en una fase de transición fisiológica intensa que implica cambios hormonales, variabilidad en la respuesta inmunitaria y diferencias en la distribución y eliminación de fármacos¹⁴. Estos elementos hacen indispensable adaptar las recomendaciones de PAQ a esta cohorte, en lugar de extrapolar datos obtenidos de estudios en adultos, lo cual puede conducir a subdosificación, toxicidad o ineficacia del tratamiento profiláctico¹⁵.

Estudios recientes han documentado que la administración de cefalosporinas de primera generación como la cefazolina y la cefalotina en niños y adolescentes puede resultar eficaz para reducir la incidencia de ISQ, siempre que se respeten las particularidades farmacológicas de este grupo etario. Una investigación multicéntrica en hospitales pediátricos de Europa demostró que la cefazolina administrada dentro de la primera hora previa a la incisión redujo en más del 40% la aparición de ISQ en cirugías digestivas programadas¹⁶. Sin embargo, estos beneficios no son universales si no se acompaña de un monitoreo adecuado de los niveles plasmáticos, que pueden variar ampliamente en niños con diferente peso, edad o estado nutricional¹⁷.

Por otro lado, la cefalotina, aunque con una vida media más corta que la cefazolina, ha mostrado utilidad en contextos donde se requiere cobertura de corta duración y donde los microorganismos predominantes son sensibles a su espectro de acción. En algunos hospitales latinoamericanos, la cefalotina sigue siendo la elección primaria en procedimientos abdominales pediátricos debido a su bajo costo y disponibilidad, aunque su uso requiere dosis repetidas intraoperatoriamente, lo cual puede resultar logísticamente más complejo¹⁸. Esta situación revela la necesidad de evaluar no solo la eficacia clínica, sino también los factores económicos, operativos y de adherencia al protocolo al momento de elegir el antibiótico profiláctico.

En Costa Rica, la escasa existencia de protocolos nacionales actualizados sobre PAQ en cirugías digestivas pediátricas es un obstáculo considerable. La carencia de lineamientos claros puede fomentar prácticas clínicas empíricas o basadas en costumbres institucionales, lo cual favorece la heterogeneidad terapéutica. Esta situación genera un entorno de incertidumbre en los equipos quirúrgicos y farmacéuticos, que deben tomar decisiones sin un respaldo normativo unificado. La existencia de una guía basada en evidencia, específica para la población pediátrica y adaptada al contexto costarricense, permitiría homogeneizar la práctica clínica, mejorar los desenlaces y reducir el riesgo de resistencia antimicrobiana¹⁹.

Además, es relevante mencionar que la implementación efectiva de estrategias de PAQ depende en gran medida de la formación del personal médico y de enfermería, así como del involucramiento de farmacéuticos clínicos. La inclusión de programas de educación continua y auditoría sobre el uso de antimicrobianos aumenta la adherencia a protocolos y disminuye el uso inapropiado de antibióticos²⁰. Esta estrategia cobra especial relevancia en hospitales con población pediátrica, donde la complejidad de la dosificación y la variabilidad fisiológica son retos adicionales a los ya existentes.

La resistencia a los antimicrobianos (RAM) se ha convertido en una de las principales amenazas para la salud global en el siglo XXI. Esta problemática es ya responsable de más de 1,2 millones de muertes anuales y podría provocar 39 millones de muertes directas y 169 millones de muertes indirectas en los próximos 25 años si no se toman medidas urgentes. La situación es especialmente grave en países de bajos y medianos ingresos, donde las tasas de

resistencia son más altas debido al uso inadecuado de antibióticos y la falta de programas de control de infecciones²¹.

En relación con lo anterior, la preocupación creciente a nivel mundial es el aumento de la resistencia bacteriana en entornos hospitalarios pediátricos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha alertado sobre la rápida propagación de bacterias multirresistentes, especialmente en regiones con protocolos inadecuados o con limitada vigilancia epidemiológica²¹. En este sentido, la justificación de una investigación centrada en la cefazolina y la cefalotina no se limita a comparar su eficacia clínica, sino también a proponer lineamientos racionales que promuevan un uso más controlado, evitando la selección de cepas resistentes en un grupo vulnerable como el pediátrico²².

Desde el punto de vista ético, la población pediátrica representa un grupo que requiere especial protección en la investigación biomédica. Los niños no pueden otorgar un consentimiento informado pleno, por lo que cualquier intervención debe estar respaldada por evidencia robusta que garantice una relación beneficio-riesgo favorable. En este contexto, evaluar con detalle la pertinencia del uso de cefazolina y cefalotina en procedimientos quirúrgicos digestivos pediátricos no solo es científicamente necesario, sino también moralmente imperativo²³.

En cuanto al impacto en políticas públicas, los resultados de esta investigación podrían alimentar futuras actualizaciones de protocolos institucionales y nacionales en Costa Rica, alineándose con esfuerzos globales como el “Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos” impulsado por la OMS²⁴. Además, serviría como base para establecer capacitaciones continuas sobre el uso adecuado de antibióticos en hospitales pediátricos, fomentando una cultura de seguridad y prevención basada en la evidencia.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que la elaboración de políticas públicas basadas en evidencia científica permite unificar criterios y reducir la disparidad en el abordaje médico, promoviendo la equidad en el acceso a tratamientos eficaces y seguros para todos los pacientes pediátricos. Además, contar con protocolos oficiales sobre profilaxis antimicrobiana quirúrgica en cirugía digestiva contribuiría a optimizar el uso de antibióticos en los hospitales, evitando tanto la infrautilización como el abuso de estos fármacos. Esta

estrategia se alinea con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que en su Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos subraya la importancia de fortalecer la gobernanza nacional en torno al uso racional de antibióticos²⁵. Implementar una política específica para la población pediátrica basada en la evaluación comparativa entre cefazolina y cefalotina permitiría responder con mayor pertinencia a las particularidades clínicas de este grupo etario, evitando errores de dosificación, reacciones adversas y efectos ineficaces en la prevención de infecciones postoperatorias.

A nivel operativo, los lineamientos derivados de esta investigación podrían contribuir al diseño de guías técnicas en hospitales como el Hospital Nacional de Niños o centros quirúrgicos pediátricos regionales, ofreciendo criterios claros sobre el tipo de antibiótico, momento de administración, dosis y ajustes según características fisiológicas. Este marco normativo tendría implicaciones positivas en la capacitación del personal de salud, al facilitar entrenamientos más específicos sobre el uso racional de antimicrobianos en población infantil. De igual forma, permitiría a las farmacias hospitalarias gestionar mejor el inventario de antibióticos, ajustando compras y almacenamientos a lo requerido por los protocolos oficiales. Esta racionalización del uso también contribuiría al control de costos, permitiendo una asignación más eficiente de los recursos hospitalarios, aspecto crucial en sistemas de salud con limitaciones

Finalmente, esta investigación buscar centrarse específicamente en un subgrupo poco estudiado: adolescentes entre 10 y 18 años sometidos a cirugía digestiva. Este enfoque permitirá no solo caracterizar las prácticas actuales, sino también sugerir intervenciones clínicas viables y culturalmente pertinentes que puedan ser adoptadas a nivel hospitalario y nacional.

1.5 Antecedentes

1.5.1 Antecedentes históricos

En el año 1977, Goldmann et al²⁶. realizaron un estudio en Estados Unidos con el objetivo de evaluar la eficacia de la cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías cardíacas, comparando regímenes de dos y seis días en pacientes sometidos a cirugía valvular cardíaca.

El estudio fue un ensayo clínico prospectivo y doble ciego que incluyó a pacientes adultos. Los resultados mostraron que ambos regímenes de cefalotina fueron efectivos en la prevención de infecciones postoperatorias, sin diferencias significativas entre la duración de los tratamientos.

Este estudio es pionero en establecer la eficacia de la cefalotina en la profilaxis quirúrgica, proporcionando una base para su uso en cirugías cardíacas y sirviendo como referencia para investigaciones posteriores en poblaciones pediátricas.

Posteriormente, en 1984, Parell²⁷, publicó una carta en la revista JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery, destacando los hallazgos de un estudio previo realizado por Becker y él mismo, donde se demostró que la cefazolina reducía significativamente las infecciones en cirugías de cabeza y cuello.

El estudio original fue un ensayo clínico doble ciego que evidenció una disminución en la tasa de infecciones del 87% al 38% en pacientes que recibieron cefazolina como profilaxis.

Estos hallazgos subrayan la eficacia de la cefazolina en la prevención de infecciones en cirugías contaminadas, respaldando su uso en protocolos quirúrgicos y destacando su potencial aplicación en la población pediátrica.

Del mismo modo, en 1977, Myerowitz et al²⁸. llevaron a cabo un estudio en Estados Unidos para comparar la eficacia de la cefalotina y la meticilina como profilaxis en cirugías cardíacas abiertas. El estudio fue un ensayo clínico prospectivo y aleatorizado que incluyó a 261 pacientes adultos.

Los resultados indicaron que la cefalotina fue más efectiva que la meticilina en la prevención de infecciones postoperatorias, incluyendo endocarditis y sepsis.

Este estudio proporciona evidencia sólida sobre la superioridad de la cefalotina en la profilaxis de infecciones en cirugías cardíacas, lo que puede extrapolarse a prácticas quirúrgicas pediátricas.

En 2005, Su et al²⁹. realizaron un estudio en Taiwán con el objetivo de comparar la eficacia de una dosis única de cefazolina frente a un régimen de un día completo en cirugías ginecológicas.

El estudio fue un ensayo clínico prospectivo y aleatorizado que incluyó a pacientes adultas sometidas a cirugía ginecológica. Los resultados mostraron que una dosis única de cefazolina fue tan efectiva como el régimen de un día completo en la prevención de infecciones postoperatorias, además de ser más rentable.

Estos hallazgos sugieren que regímenes de dosis única de cefazolina pueden ser eficaces en la profilaxis quirúrgica, lo que tiene implicaciones importantes para la práctica pediátrica al reducir la exposición a antibióticos y los costos asociados.

Fue en el año 2011, Bratzler et al³⁰. Publicó una revisión de las guías clínicas para la profilaxis antimicrobiana en cirugía, destacando la importancia de la selección adecuada del antibiótico, el momento de administración y la duración del tratamiento.

La revisión incluyó múltiples estudios y ensayos clínicos que respaldan el uso de cefazolina como el antibiótico de elección en muchas cirugías debido a su eficacia, seguridad y bajo costo.

Estas guías proporcionan una base sólida para la implementación de protocolos de profilaxis quirúrgica en la población pediátrica, enfatizando la necesidad de adherirse a prácticas basadas en evidencia para prevenir infecciones postoperatorias.

Del mismo modo en el año 2010, Bratzler et al³¹. Volvió a desarrollar un estudio en Estados Unidos para evaluar las tendencias en el uso de la profilaxis antibiótica en cirugía pediátrica.

El estudio fue un análisis retrospectivo de datos de 22 hospitales pediátricos, que incluyó a 246,316 pacientes menores de 18 años sometidos a procedimientos quirúrgicos comunes. Los resultados revelaron una variabilidad significativa en la administración de profilaxis antibiótica, con un 82% de los pacientes recibiendo antibióticos cuando estaban indicados y un 40% recibéndolos sin indicación.

Este estudio destaca la necesidad de estandarizar las prácticas de profilaxis antibiótica en cirugía pediátrica, asegurando que se administre cuando esté indicada y se evite cuando no lo esté, para prevenir infecciones y reducir la resistencia antimicrobiana.

Por último, en el año 2022, una revisión publicada en la revista *Children*³², abordó la profilaxis antimicrobiana en pacientes pediátricos sometidos a cirugía plástica, utilizando el método de consenso RAND/UCLA.

La revisión analizó múltiples estudios y concluyó que la cefazolina es el antibiótico más utilizado para la profilaxis en cirugías plásticas pediátricas debido a su eficacia, seguridad y duración de acción. Se recomendó una dosis de 30 mg/kg (máximo 2 g) administrada por vía intravenosa dentro de los 30 minutos previos a la cirugía, con una repetición en caso de procedimientos que duren más de 4 horas.

Este consenso proporciona una guía clara para la administración de profilaxis antibiótica en cirugía plástica pediátrica, destacando la importancia de la cefazolina en la prevención de infecciones en este contexto.

1.5.2 Antecedentes internacionales

En 2021, Jaworski et al³³. llevaron a cabo un estudio en Polonia para determinar las concentraciones recomendadas de cefazolina durante la cirugía cardíaca pediátrica con circulación extracorpórea.

El estudio incluyó a 20 pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca con CEC. Se administró cefazolina y se midieron las concentraciones plasmáticas totales en varios puntos durante la cirugía. Los resultados indicaron que las concentraciones de cefazolina disminuyeron significativamente después del inicio de la CEC, y que una dosis adicional de cefazolina en el cebado de la CEC ayudó a mantener niveles terapéuticos adecuados.

Este estudio resalta la necesidad de adaptar las estrategias de dosificación de antibióticos en la población pediátrica durante procedimientos quirúrgicos específicos. Aunque enfocado en cirugía cardíaca, sus conclusiones son aplicables a cirugías digestivas

pediátricas, enfatizando la importancia de considerar factores como el volumen de cebado en la administración de antibióticos.

En 2022, Sheikh et al³⁴. realizaron un estudio en Pakistán para evaluar las concentraciones de ceftriaxona en suero y tejido adiposo durante cirugías limpias o limpias-contaminadas en pacientes pediátricos.

El estudio incluyó a 50 pacientes pediátricos con una edad media de 6.1 años. Se administró ceftriaxona y se recolectaron muestras de suero y tejido adiposo en diferentes momentos durante la cirugía. Los resultados mostraron que las concentraciones de ceftriaxona en el tejido fueron adecuadas para la profilaxis antimicrobiana, pero también destacaron la variabilidad en la penetración tisular del antibiótico.

Este antecedente subraya la importancia de considerar la farmacocinética y la penetración tisular de los antibióticos en la población pediátrica. Aunque el estudio utilizó ceftriaxona, sus hallazgos son relevantes para la cefazolina y la cefalotina, ya que enfatizan la necesidad de asegurar concentraciones adecuadas en los tejidos quirúrgicos para prevenir infecciones.

En 2017, Abdel Jalil et al³⁵. llevaron a cabo un estudio en Jordania para evaluar la incidencia de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) después de cesáreas y los factores implicados .

Este estudio prospectivo incluyó a 861 pacientes sometidas a cesáreas. Se compararon las tasas de ISQ entre pacientes que recibieron 1 g y 2 g de cefazolina como profilaxis preoperatoria. Los resultados indicaron que una dosis de 2 g de cefazolina se asoció con una menor incidencia de ISQ en comparación con la dosis de 1 g. Este antecedente destaca la importancia de ajustar las dosis de antibióticos profilácticos según el peso y las características del paciente.

Aunque el estudio se centró en pacientes adultas, sus conclusiones son aplicables a la población pediátrica, especialmente en adolescentes con peso corporal significativo, enfatizando la necesidad de dosificaciones adecuadas para prevenir ISQ.

En 2018, Rondon et al³⁶. realizaron un estudio en Estados Unidos para evaluar la dosificación de cefazolina en pacientes sometidos a artroplastia total y su relación con infecciones de la articulación protésica.

Este estudio retrospectivo incluyó a 17,393 pacientes sometidos a artroplastia total. Se analizó la adecuación de la dosis de cefazolina administrada y su asociación con infecciones protésicas.

Los resultados mostraron que los pacientes que recibieron dosis inadecuadas de cefazolina tenían un mayor riesgo de infecciones. Este antecedente resalta la importancia de una dosificación adecuada de antibióticos profilácticos para prevenir infecciones postoperatorias.

En 2024, Gebreyesus et al³⁷. realizaron un estudio en Sudáfrica con el objetivo de optimizar la dosificación de cefazolina en niños sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC).

Este estudio observacional incluyó a 22 niños menores de 25 kg. Se desarrolló un modelo farmacocinético poblacional y simulaciones de Monte Carlo para evaluar la probabilidad de alcanzar concentraciones terapéuticas con diferentes regímenes de dosificación. Los resultados indicaron que la infusión continua de cefazolina, ajustada por peso y función renal, mantenía concentraciones plasmáticas adecuadas durante todo el procedimiento quirúrgico.

Este antecedente destaca la importancia de personalizar la dosificación de antibióticos en la población pediátrica, considerando factores como el peso corporal y la función renal, para garantizar una profilaxis efectiva durante cirugías complejas.

En 2021, Schmitz et al³⁸. realizaron un estudio en Estados Unidos para evaluar la farmacocinética y la selección de dosis óptimas de cefazolina para la profilaxis quirúrgica en pacientes pediátricos.

Este estudio combinó datos de tres estudios previos, incluyendo a niños de 10 a 17 años que recibieron cefazolina como profilaxis quirúrgica. Se desarrolló un modelo

farmacocinético poblacional para evaluar las concentraciones plasmáticas de cefazolina y determinar las dosis óptimas. Los resultados indicaron que las dosis basadas en el peso corporal eran efectivas para mantener concentraciones terapéuticas durante la cirugía.

Este antecedente proporciona una base sólida para la dosificación de cefazolina en la población pediátrica durante procedimientos quirúrgicos. Aunque no se centró exclusivamente en cirugías digestivas, sus hallazgos son aplicables a este contexto, respaldando el uso de dosis basadas en el peso para garantizar una profilaxis efectiva

En 2020, Piantoni et al³⁹. llevaron a cabo un estudio en Argentina para evaluar la eficacia de la profilaxis antibiótica con cefazolina en cirugías de columna de alto riesgo en pacientes pediátricos.

Este estudio retrospectivo incluyó a pacientes pediátricos sometidos a cirugía de columna de alto riesgo. Se analizó la incidencia de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) en relación con el uso de cefazolina como profilaxis. Los resultados mostraron que, aunque la cefazolina era efectiva en muchos casos, en pacientes con factores de riesgo elevados, como cirugías prolongadas o presencia de dispositivos, la profilaxis con cefazolina sola podría no ser suficiente.

Este antecedente destaca la necesidad de considerar factores de riesgo específicos al seleccionar la profilaxis antibiótica en la población pediátrica. Aunque enfocado en cirugía de columna, sus conclusiones son relevantes para cirugías digestivas pediátricas, donde procedimientos complejos pueden requerir estrategias de profilaxis más robustas

En 2022, Suna et al⁴⁰ realizaron un estudio para evaluar la eficacia de la profilaxis perioperatoria con cefazolina en cirugías cardíacas pediátricas, con el objetivo de determinar si las concentraciones séricas alcanzaban niveles terapéuticos durante y después de la cirugía.

Se llevó a cabo un estudio prospectivo en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Se administró cefazolina antes de la incisión y en el cebado de la circulación extracorpórea. Las concentraciones plasmáticas se mantuvieron por

encima de las concentraciones mínimas inhibitorias para patógenos comunes, aunque fueron inadecuadas para ciertos organismos gramnegativos.

Este estudio destaca la importancia de ajustar las dosis de cefazolina en procedimientos quirúrgicos complejos en pacientes pediátricos para asegurar una cobertura antimicrobiana adecuada.

En 2025, McKie et al⁴¹ investigaron el uso de profilaxis antimicrobiana en niños sometidos a colecistectomía no urgente, evaluando la eficacia de cefazolina en comparación con antibióticos de espectro más amplio.

Se analizaron datos de 2,234 pacientes pediátricos, encontrando que la cefazolina fue el antibiótico más utilizado (69.2%). Los resultados indicaron que la profilaxis con cefazolina fue tan efectiva como los antibióticos de espectro más amplio en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico.

Este estudio respalda el uso de cefazolina como profilaxis efectiva en cirugías digestivas pediátricas, evitando el uso innecesario de antibióticos de amplio espectro y contribuyendo a la prevención de la resistencia antimicrobiana.

En 2015, Blumer et al⁴². realizaron un estudio para determinar los puntos de corte adecuados basados en el peso para la dosificación empírica de cefazolina en pacientes pediátricos de 10 a 12 años sometidos a cirugía.

Se trató de un estudio multicéntrico, abierto, que incluyó a pacientes pediátricos programados para procedimientos quirúrgicos que requerían cefazolina como parte de su manejo clínico. Se administraron dosis de 1 o 2 g de cefazolina según el peso corporal, y se realizaron evaluaciones farmacocinéticas y de seguridad posteriores a la dosis.

Los resultados indicaron que un punto de corte de peso de 60 kg proporciona una exposición a la cefazolina consistente con la observada en adultos sanos a las dosis recomendadas para la profilaxis quirúrgica.

En el año 2022, Cies et al⁴³. Realizó un estudio para evaluar la eficacia de la dosificación basada en el peso de cefazolina en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico (ISQ) en pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica limpia.

Se realizó un análisis retrospectivo de casos y controles en un solo centro, incluyendo pacientes pediátricos con una media de edad de 12 años. Los resultados mostraron que una dosis estándar de 1 g de cefazolina en pacientes ≥ 70 kg se asoció con una mayor tasa de ISQ en comparación con una dosis basada en el peso de 20–30 mg/kg.

Este estudio destaca la importancia de ajustar la dosis de cefazolina según el peso corporal en pacientes pediátricos para prevenir eficazmente las ISQ. Aunque se centró en cirugía ortopédica, sus hallazgos son relevantes para procedimientos digestivos electivos en la misma población.

Por su parte, en el año 2022, Karamian et al⁴⁴. El analizaron los factores de riesgo para ISQ en pacientes sometidos a fusiones espinales cervicales o lumbares, enfocándose en la dosificación adecuada de cefazolina.

Se trató de un estudio retrospectivo de cohorte en un solo centro, incluyendo 2,643 pacientes entre 2000 y 2020. Se encontró que la dosificación adecuada de cefazolina (1 g para <60 kg, 2 g para 60–120 kg, y 3 g para >120 kg) se asoció con una menor incidencia de ISQ.

Aunque el estudio se centró en adultos, resalta la importancia de ajustar la dosis de cefazolina según el peso corporal, una consideración crucial también en la población pediátrica sometida a cirugía digestiva electiva.

Por último, en el año 2022 De Cock et al⁴⁵. realizó un estudio para evaluar la farmacocinética de la cefazolina administrada pre e intraoperatoriamente en pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardíaca.

Se encontró que una dosis de 40 mg/kg antes de la incisión y dosis adicionales durante la cirugía mantenían concentraciones séricas efectivas.

Este estudio proporciona información valiosa sobre la dosificación de cefazolina en pediatría, aplicable a cirugías digestivas electivas.

1.5.3 Antecedentes nacionales

Tras una exhaustiva revisión de las bases de datos científicas nacionales, no se han encontrado estudios realizados en Costa Rica que aborden específicamente el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva electiva. Sin embargo, se han identificado algunas publicaciones costarricenses que, aunque no se centran directamente en la población pediátrica ni en cirugías digestivas, podrían ofrecer información relevante sobre la profilaxis antibiótica en contextos quirúrgicos en el país.

En 1998, Cordero A⁴⁶. llevó a cabo un estudio sobre cómo la profilaxis antibiótica administrada de manera apropiada puede reducir el riesgo de infección hasta en un 50%.

El estudio consistió en revisar la clasificación de herida quirúrgica, los determinantes de infección de esta y la fisiopatología de la profilaxis antibiótica. Estos factores sirven de base para ofrecer recomendaciones de una adecuada profilaxis antibiótica e indicar las situaciones en que se debe usar la misma.

Dicho estudio concluyó que la utilización correcta de la profilaxis antibiótica previene la infección y evita consecuentemente trastornos físicos y psicológicos en el paciente. Además, de disminuir los altos costos hospitalarios.

Este artículo revisa los principios fundamentales de la profilaxis antibiótica en cirugía, incluyendo la clasificación de heridas quirúrgicas, determinantes de infección y recomendaciones para una adecuada profilaxis antibiótica. Aunque no se enfoca específicamente en pacientes pediátricos ni en cirugías digestivas, proporciona una base teórica útil para la implementación de protocolos de profilaxis antibiótica en el ámbito quirúrgico costarricense.

Por otra parte, un estudio más reciente realizado en el año 2021, por Diaz M⁴⁷. Buscó analizar el impacto del PROA-HC en la selección adecuada de profilaxis antibiótica en el parto por cesárea, la utilización de ceftriaxona y cefazolina y la seguridad de los pacientes.

Este análisis fue de tipo retrospectivo de seis meses antes (pre-PROA) y seis meses después (post-PROA) del impacto de la intervención del PROA-HCB en la selección óptima de profilaxis antibiótica (selección, posología, duración) en cesárea, consumo de ceftriaxona y cefazolina en el año de la intervención y reacciones adversas a medicamentos e infecciones del sitio quirúrgico de los pacientes incluidos en el estudio.

Concluyendo que las iniciativas del PROA se asociaron con una mejora observada en la selección óptima de profilaxis antibiótica en el parto por cesárea, reducción en la utilización de ceftriaxona, aumento de la utilización de cefazolina y sin provocar efectos negativos para las pacientes.

CAPÍTULO II- MARCO REFERENCIAL

El uso de antibióticos profilácticos en cirugía digestiva pediátrica constituye una estrategia esencial para prevenir infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), una de las complicaciones más frecuentes en el ámbito hospitalario.

A nivel nacional e internacional, existen protocolos clínicos que establecen criterios claros para la selección, dosificación y duración de la profilaxis antibiótica, los cuales buscan garantizar un uso racional de estos medicamentos y minimizar la aparición de efectos adversos o resistencia bacteriana.

Asimismo, se ha documentado una variabilidad en la respuesta clínica y en los eventos secundarios reportados en pacientes pediátricos, lo que resalta la necesidad de revisar críticamente la evidencia disponible. Este marco teórico tiene como propósito fundamentar el análisis comparativo del uso de cefazolina y cefalotina en el contexto quirúrgico digestivo pediátrico, integrando aspectos farmacológicos, clínicos y normativos clave.

2.1 Cefazolina y Cefalotina

Las cefalosporinas son antimicrobianas β -lactámicos utilizados para controlar diversas infecciones causadas por bacterias grampositivas y gramnegativas. Las cefalosporinas se clasifican en 5 generaciones según su espectro de cobertura contra bacterias grampositivas y gramnegativas y su descubrimiento temporal⁴⁸.

Este tipo de antibióticos son semisintéticos de primera generación, con acción bactericida. Al igual que otros antibióticos betalactámicos, inhibe las transpeptidasas, lo que impide la biosíntesis del peptidoglucano que, con red de enlaces cruzados, da consistencia y rigidez a la pared bacteriana. La inhibición de la formación del componente rígido hace que la pared celular bacteriana pierda su capacidad para resistir la presión interior, se rompa y se produzca la muerte de los microorganismos susceptibles⁴⁸.

Se dice que este tipo de medicamentos son eficaces contra diversos microorganismos grampositivos, como neumococos, estafilococos y *Streptococcus beta, viridans* y *bovis*.

También es activa contra algunos microorganismos gramnegativos, como *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Salmonella sp.*, y *Shigella sp.* Es necesario señalar que la cefalotina es una de las cefalosporinas más resistentes a la acción de las lactamasas beta. No se absorben satisfactoriamente después de administración oral, por lo que se requiere aplicación parenteral⁴⁹.

Por otra parte, se absorben bien de los depósitos intramusculares y alcanza concentraciones terapéuticas en casi todos los tejidos y líquidos orgánicos. Logran una concentración plasmática máxima por vía intramuscular en 30 min y por vía intravenosa en 15 a 30 min. La vida media plasmática, con función renal normal, es de 30 min a 1 h; con función renal alterada, de 3 a 18 h. En recién nacidos, de menos de una semana, es de 1.5 a 2 h. Su fijación a las proteínas plasmáticas es de moderada a elevada⁴⁹.

En cuanto a su biotransformación, hepática y renal convierte 20 a 35% del medicamento en metabolitos O-desacetilados, con actividad antimicrobiana débil. Alrededor de 60 a 70% de la dosis administrada se excreta por el riñón sin alteración metabólica. El probenecid bloquea la secreción tubular activa de las cefalosporinas. La cefalotina, como casi todas las cefalosporinas, también se excreta por la leche materna en bajas concentraciones⁴⁹.

Es relevante mencionar que las cefalosporinas de primera generación se emplean de forma segura y efectiva en la profilaxis de intervenciones quirúrgicas, ya sea durante o después de la cirugía. Una dosis única de cefazolina justo antes de la cirugía es la profilaxis recomendada para procedimientos en los cuales la flora de la piel son los probables patógenos implicados. Dependiendo de su vida media y la duración de la operación se empleará uno u otro fármaco⁵⁰.

Por tanto, los que poseen una corta vida media cefapirina, cefalotina se eliminan de los tejidos en aproximadamente dos horas y aquellos que tienen una vida media más larga cefazolina se eliminan como en seis horas. Es recomendable que la primera dosis sea administrada más o menos 30 minutos antes de la incisión de la piel. Si la intervención dura más de dos horas, se debe administrar una segunda dosis, si la cefalosporina que se usó es de acción corta se administrará una tercera dosis 4 a 6 horas después⁵⁰.

Por último, es necesario mencionar que cefalosporinas, con o sin la adición de un aminoglicósido, son consideradas como los agentes terapéuticos en infecciones severas causadas por *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Serratia* y especies de *Haemophilus*. Las de primera generación deben ser empleadas para el tratamiento o la prevención de infecciones por microorganismos gram-positivos y particularmente como profilácticos en intervenciones quirúrgicas de colocación de prótesis óseas y osteo-articulares. Asimismo, ha sido reportado que el uso de cefazolina es de gran utilidad en emergencias ginecológicas (cesárea)⁵⁰.

2.1.1 Farmacocinética

En cuanto a su farmacocinética, todas las cefalosporinas a excepción de la cefalexina, cefadroxilo, cefradina, locararbef, cefaclor, cefuroxime axetil, cefprozil, cefixime, cefpodoxima proxetil, ceftibuten y cefdinir, deben ser administradas parenteralmente porque tienen una pobre absorción oral y no alcanzan concentraciones sistémicas y urinarias adecuadas para el tratamiento. Estos antibióticos difunden bien a la mayor parte de los tejidos y líquidos corporales, incluso líquido pleural, ascítico y tejido prostático; también atraviesan la placenta y pasan a la leche materna⁵¹.

Dichos antibióticos alcanzan altas concentraciones en líquido pericárdico y sinovial; la penetración en humor vítreo es pobre, pero en humor acuoso se obtienen buenas concentraciones después de una administración sistémica de cefalosporinas de tercera generación. Cefapirina y cefamandol alcanzan niveles elevados en tejido óseo. Las concentraciones en bilis son usualmente altas; las máximas son las obtenidas después de la administración del cefoperazone y el cefpiramide⁵¹.

Tomando en cuenta que la biotransformación de las cefalosporinas por el huésped no es clínicamente importante y su eliminación ocurre a través de la vía renal por secreción tubular y/o filtración glomerular y puede alcanzar valores de 200 a 2000 mg/ml, y se recupera entre un 55 – 90% de las dosis administradas en las primeras horas. En caso de insuficiencia renal debe ajustarse la dosis o espaciar los intervalos de dosificación⁵⁰.

Sin embargo, los agentes bloqueadores de los túbulos (por ejemplo, probenecid) pueden aumentar sustancialmente los valores séricos, porque retardan la secreción tubular de la mayoría de las cefalosporinas, pero no del moxalactam. Cefoperazone y cefpiramide que son las excepciones porque éstas se excretan por la bilis en las heces y es por eso por lo que son frecuentemente utilizadas en pacientes con insuficiencia renal⁵⁰.

En lo que respecta a la hiperbilirrubinemia esta induce un incremento en la excreción urinaria, lo cual conlleva a una reducción en la excreción biliar. Aquellas cefalosporinas que contienen grupos acetilo en la posición R (cefalotina, cefapirina y cefotaxime) son desacetiladas en el hígado y sus metabolitos son biológicamente menos activos que los compuestos madre. Los metabolitos desacetilados son también excretados por vía renal⁵⁰.

2.1.2 Espectros donde actúan

Cefalotina: útil en infecciones serias causadas por microorganismos susceptibles, en especial las producidas por bacterias grampositivas, y ha demostrado ser efectiva en tratamientos contra infecciones de vías urinarias, ginecológicas, cardiacas, gastrointestinales y otras. Sin embargo, no es activa contra la mayoría de las bacterias gramnegativas⁵².

También, es importante mencionar que está indicada en infecciones de huesos y articulaciones causadas por estafilococos; infecciones gastrointestinales, en especial las causadas por Salmonella y Shigella susceptibles; meningitis; infecciones del tracto respiratorio causadas por estreptococos, estafilococos, cepas de Klebsiella y Haemophilus susceptibles; infecciones de la piel y tejidos blandos por las bacterias mencionadas, así como por E. coli y Proteus sensibles; se ha usado en profilaxis para intervenciones cardiovasculares, gastrointestinales, ginecológicas, ortopédicas, torácicas y vasculares; infecciones de vías urinarias⁵².

Por su parte, la Cefazolina es ampliamente utilizada para la profilaxis quirúrgica en diversas especialidades quirúrgicas. Debido a su perfil de seguridad superior, bajo costo y actividad dirigida contra los microorganismos típicamente encontrados durante las

operaciones quirúrgicas, continúa siendo el antibiótico de elección para la profilaxis en muchos procedimientos. La cefazolina ha sido recomendada con éxito en la profilaxis quirúrgica, aunque las cefalosporinas de amplio espectro, como la ceftriaxona, generalmente no se recomiendan⁵³.

Por último, hallazgos de la década de 1990 muestran que la cefazolina, una cefalosporina de primera generación, es tan eficaz como las cefalosporinas de segunda generación, como cefamandol o cefuroxima, en la prevención de infecciones del sitio quirúrgico. Actualmente se ha establecido cefazolina como el nuevo antibiótico profiláctico estándar en lugar de la cefuroxima de segunda generación⁵³.

2.1.3 Mecanismo de acción

Por lo general, las bacterias sintetizan una pared celular reforzada mediante la reticulación de unidades de peptidoglicano a través de las proteínas transportadoras de penicilina (PBP, peptidoglicano transpeptidasa). Las cefalosporinas, derivadas inicialmente del hongo *Cephalosporium* sp., constituyen un amplio grupo de antimicrobianos bactericidas que actúan mediante sus anillos β -lactámicos. Estos anillos se unen a la proteína transportadora de penicilina e inhiben su actividad normal. Si las bacterias no pueden sintetizar una pared celular, mueren. Esta incapacidad para sintetizar una pared celular finalmente conduce a la muerte celular bacteriana⁴⁸.

Es importante recalcar que *S. aureus*, susceptible a las cefalosporinas, puede desarrollar resistencia modificando la estructura de las proteínas transportadoras de penicilina. *S. aureus* logra esto mediante un gen que codifica una proteína transportadora de penicilina modificada; esto impide que los anillos β -lactámicos de la cefalosporina inactiven la proteína. La bacteria que desarrolla este mecanismo de resistencia es el SARM⁴⁸.

Como se mencionó anteriormente, de las cinco generaciones de cefalosporinas, solo la quinta generación de ceftarolina tiene cobertura contra el SARM. Otro mecanismo de resistencia crucial es la producción de la enzima β -lactamasa, que escinde el anillo β -lactámico,

impidiendo que se una a las proteínas transportadoras de penicilina, por ejemplo, el peptidoglicano transpeptidasa. Los inhibidores de β -lactamasa se pueden coformular con cefalosporinas para aumentar su espectro de actividad, por ejemplo, ceftazidima/avibactam y ceftolozano/tazobactam⁴⁸.

2.1.4 Reacciones adversas, interacciones y contradicciones

En general se ha identificado que el uso de las cefalosporinas presenta baja toxicidad y, en general, son seguras. Por tanto, las reacciones adversas más comunes son náuseas, vómitos, falta de apetito y dolor abdominal. En relación con lo anterior se presentan las reacciones adversas más importantes, seguido de las interacciones y por último las contracciones.

2.1.4.1 Reacciones de hipersensibilidad

La reacción de hipersensibilidad a las cefalosporinas es poco frecuente y más común en las de primera y segunda generación. Las reacciones alérgicas comunes a las cefalosporinas incluyen erupción cutánea, urticaria e hinchazón. La reacción de hipersensibilidad rara vez provoca anafilaxia. Los pacientes alérgicos a la penicilina también pueden presentar una reacción de hipersensibilidad a las cefalosporinas. Esta reactividad cruzada es más común en las cefalosporinas de primera y segunda generación debido a que presentan grupos R más similares a la penicilina G. Las cefalosporinas de tercera generación y posteriores presentan una reactividad cruzada mínima⁵³.

Tabla 1. Reacciones de hipersensibilidad

Anemia hemolítica inmunitaria inducida por fármacos	El mecanismo de acción propuesto para la anemia hemolítica inmunitaria inducida por fármacos (AHII) es que el fármaco se une a
---	--

	<p>la membrana del glóbulo rojo; esto no causa daño ni al glóbulo rojo ni al paciente. Sin embargo, si el paciente comienza a producir anticuerpos IgG contra el fármaco, estos se unen a los glóbulos rojos. El sistema inmunitario reacciona con los glóbulos rojos anormales, lo que provoca hemólisis. El cefotetán y la ceftriaxona son las dos cefalosporinas con mayor probabilidad de causar AHIII⁵³.</p>
Reacciones similares al disulfiram	<p>Las cefalosporinas que contienen una cadena lateral de metiltetrazolol pueden inhibir la enzima aldehído deshidrogenasa, lo que resulta en la acumulación de acetaldehído. El cefamandol, la cefoperazona y la moxalactama son las cefalosporinas que presentan esta reacción con mayor frecuencia⁵³.</p>
Deficiencia de vitamina K	<p>Ciertas cefalosporinas pueden inhibir la epóxido reductasa de vitamina K, impidiendo la producción de la vitamina K reducida (activa). Por lo tanto, puede producirse una disminución de la síntesis de factores de coagulación y el paciente está predispuesto a la hipoprotrombinemia⁵³.</p>
Colitis pseudomembranosa	<p>La colitis pseudomembranosa suele asociarse con clindamicina y ampicilina. El uso de cefalosporinas, especialmente las de</p>

	tercera generación, también es una causa frecuente de colitis pseudomembranosa ⁵³ .
--	--

Fuente: elaboración propia con base a la referencia bibliográfica⁵³

2.1.4.2 Interacciones fármaco-fármaco

Warfarina. Las cefalosporinas que contienen una cadena lateral de N -metil-tiotetrazol (NMTT) se encuentran predominantemente en cefotetán, cefamandol, cefmetazol, cefoperazona y moxalactama. Las cefalosporinas NMTT inducen anomalías hemostáticas, como hemorragia, prolongación del tiempo de protrombina e hipoprotrombinemia, debido a que la estructura química del NMTT interfiere con el metabolismo de la vitamina K. Estas cefalosporinas pueden interactuar con la warfarina, lo que potencia el riesgo de hipoprotrombinemia y aumenta la probabilidad de hemorragias. Esto sugiere precaución al usar cefalosporinas en pacientes con tratamiento crónico con warfarina⁵³.

En cuanto a la furosemida su uso concomitante de cefalosporinas y furosemida puede aumentar el riesgo de nefrotoxicidad.

Por último, con relación a los aminoglucósidos los casos notificados de nefrotoxicidad inducida por fármacos se deben a la combinación de cefalosporina y aminoglucósidos, pero otros factores suelen empañar la evidencia. Por lo tanto, la nefrotoxicidad sinérgica de la cefalosporina y los aminoglucósidos no se comprende completamente. El uso concomitante de cefepima con otros antibióticos aminoglucósidos aumenta el riesgo de nefrotoxicidad⁵³.

2.1.2.3 Seguridad y Contraindicaciones

Ahora bien, con respecto a las contraindicaciones. Una de las contraindicaciones de las cefalosporinas es la alergia a ellas o la reacción anafiláctica a la penicilina u otros antimicrobianos β -lactámicos. Se cree que la reactividad cruzada se debe a cadenas laterales

similares, no al anillo β -lactámico. Sin embargo, es importante comprender las contraindicaciones según las directrices más recientes. Las directrices de la Academia Estadounidense de Alergia, Asma e Inmunología (AAAAI) y el Colegio Estadounidense de Alergia, Asma e Inmunología (ACAAI) ofrecen recomendaciones para el manejo de pacientes con antecedentes de alergia a las cefalosporinas o la penicilina⁵⁴.

Precauciones: en pacientes con daño renal o hepático, antecedentes de enfermedad gastrointestinal o alergias a las penicilinas⁵³.

Embarazo: categoría B. No se han asociado efectos teratogénicos. Las cefalosporinas cruzan la placenta y están presentes en líquido amniótico, suero y orina fetal. Existe poca información sobre el uso de cefalosporina de tercera generación durante el embarazo, por lo que se recomienda usarlas cuando no existan disponibles otros antibióticos más seguros⁵³.

Lactancia: se excretan en leche en bajas concentraciones. Puede afectar la flora normal intestinal de neonato, producir efectos directos o interferir en la interpretación de cultivos bacterianos. La Academia Americana de Pediatría las señala compatibles con la lactancia materna⁵³.

- En casos de pacientes con antecedentes de alergia no anafiláctica a las cefalosporinas, las directrices de la AAAAI y la ACAAI sugieren realizar pruebas directas a cefalosporinas con cadenas laterales diferentes. Estas directrices no recomiendan realizar pruebas cutáneas antes de la prueba directa⁵⁴.
- Las pautas recomiendan confirmar una prueba cutánea de cefalosporina negativa en pacientes con antecedentes de anafilaxia a una cefalosporina antes de administrar una cefalosporina parenteral con una cadena lateral R1 no idéntica⁵⁴.
- En casos de pacientes con antecedentes de anafilaxia a la penicilina, las directrices sugieren administrar una cefalosporina de cadena lateral R1 estructuralmente diferente sin necesidad de realizar pruebas ni tomar precauciones adicionales. Si tiene alguna duda sobre las pruebas de alergia, se recomienda consultar con un inmunólogo. Las directrices ofrecen una explicación detallada⁵⁴.
- Por último, la ceftriaxona está contraindicada en neonatos con hiperbilirrubinemia debido a informes que indican que la ceftriaxona desplaza la bilirrubina de la

albúmina, lo que aumenta las concentraciones de bilirrubina libre y el riesgo de ictericia en neonatos. La ceftriaxona reacciona con una solución que contiene calcio, y los cristales de ceftriaxona-calcio pueden precipitarse en los pulmones y riñones de los bebés menores de 28 días, lo que podría poner en peligro la vida. Por lo tanto, la ceftriaxona también está contraindicada en bebés menores de 28 días si se espera que reciban productos que contienen calcio⁵⁴.

2.1.5 Diferencias y similitudes entre Cefazolina y Cefalotina

Es de gran importancia entender y evidenciar que tanto la cefazolina y la cefalotina son cefalosporinas de primera generación, estos antibióticos con espectro similar se consideran efectivos para combatir bacterias grampositivas y algunas gramnegativas. Sin embargo, la cefazolina se diferencia por su mayor vida media, lo que permite por consiguiente dosis menos frecuentes, y su menor costo. Ambas son efectivas en infecciones de piel, tejidos blandos, y pueden usarse profilácticamente antes de cirugías.

2.1.5.1 Similitudes:

- Espectro de acción: Ambas cefalosporinas cubren principalmente bacterias grampositivas como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pyogenes*, y algunas gramnegativas como *E. coli* y *Klebsiella*⁵⁵.
- Mecanismo de acción: Actúan inhibiendo la síntesis de la pared celular bacteriana, lo que lleva a la lisis y muerte de la bacteria⁵⁵.
- Formas de administración: Ambas se administran por vía intravenosa o intramuscular, no son de administración oral⁵⁵.
- Usos: Se utilizan en infecciones de piel y tejidos blandos, infecciones urinarias, y como profilaxis pre-quirúrgica^{5g}.

2.1.5.2 Diferencias:

- Vida media: La cefazolina tiene una vida media más larga que la cefalotina, lo que permite administrarla con menos frecuencia⁵⁵.
- Dosificación: Debido a su mayor vida media, la cefazolina puede requerir menos dosis diarias en comparación con la cefalotina⁵⁵.
- Costo: La cefazolina suele ser más económica que la cefalotina⁵⁵.
- Reacciones adversas: Aunque similares, las reacciones adversas pueden variar ligeramente. La cefazolina se ha asociado con menos dolor en el sitio de inyección que la cefalotina, según algunos estudios⁵⁵.
- Susceptibilidad a betalactamasas: cefazolina muestra mayor sensibilidad a las betalactamasas estafilocócicas⁵⁵.

2.1.5.3 Consideraciones clínicas:

- La elección entre cefazolina y cefalotina puede depender de la gravedad de la infección, la frecuencia de administración deseada, y el costo⁵⁵.
- En algunos casos, la cefazolina puede ser preferible debido a su mayor vida media y menor costo, pero la selección final debe ser realizada por un profesional de la salud⁵⁵.
- La cefazolina es un fármaco de elección en muchas situaciones clínicas, como en el tratamiento de la peritonitis por diálisis peritoneal (DP)⁵⁵.
- Ambas cefalosporinas son útiles en la profilaxis quirúrgica, especialmente en cirugías limpias y limpias-contaminadas⁵⁵.

2.2 Concepto de cirugía electiva

Actualmente la cirugía es el término utilizado tradicionalmente para describir los procedimientos (llamados procedimientos quirúrgicos, cirugías u operaciones) que implican el tratamiento de una enfermedad, lesión u otra afección médica mediante la realización de un corte (incisión) en el tejido. Una vez realizada la incisión, se examinan, tratan, reparan o

extirpan los órganos o las partes del sistema musculoesquelético. Las técnicas quirúrgicas han avanzado con el tiempo y, en la práctica actual, se puede practicar una incisión con un bisturí, un láser u otras técnicas. La incisión se puede cerrar con suturas, grapas, pegamento u otros métodos⁵⁶.

En lo que respecta a la atención médica moderna, se realizan otros procedimientos para diagnosticar o tratar enfermedades que no se consideran cirugías y no siempre es fácil distinguir entre un procedimiento quirúrgico y uno médico. Sin embargo, hacer esta distinción no es tan importante como el hecho de que el médico que realice el procedimiento tenga experiencia y una buena formación⁵⁶.

La cirugía es un área de cuidados extensa que incluye muchas técnicas diferentes. En algunos procedimientos quirúrgicos se extirpa tejido, como por ejemplo un absceso o un tumor; en otros procedimientos, se abren o desbloquean las obstrucciones. Aún existen otros procedimientos en los que se conectan arterias y venas a nuevas posiciones para proporcionar un aporte de sangre adicional a zonas que no recibían suficiente⁵⁶.

Es necesario mencionar que en ocasiones la cirugía se utiliza para ayudar a establecer un diagnóstico. Una biopsia, en la que se extrae un fragmento de tejido para su examen al microscopio, se puede realizar como un procedimiento quirúrgico o en un entorno dedicado a la cirugía, dependiendo del tejido y el tamaño del área a la que se realiza la biopsia. En algunas urgencias, en las que no hay tiempo para pruebas diagnósticas, la cirugía se utiliza tanto para el diagnóstico como para el tratamiento. Tal es el caso de la cirugía que puede ser necesaria para identificar y reparar rápidamente órganos con hemorragias debidas a heridas causadas por armas de fuego o por un accidente de tráfico⁵⁷.

La urgencia de la cirugía a menudo se describe en 3 categorías:

- Emergencia
- Urgente
- Electiva

La cirugía de emergencia, como la que se requiere para detener una abundante hemorragia interna, es la que se realiza en cuanto sea posible, porque unos minutos pueden marcar la diferencia⁵⁷.

La cirugía urgente, como la extirpación de un apéndice inflamado, debe realizarse en unas horas⁵⁷.

La cirugía electiva o programada, como en caso de la sustitución de una articulación de rodilla, puede retrasarse durante un tiempo, hasta que se haya llevado a cabo todo lo necesario para optimizar las posibilidades de éxito durante y después del procedimiento quirúrgico⁵⁷.

2.3 Profilaxis quirúrgica

La elección de un buen fármaco para la profilaxis antibiótica en cirugía debe de contemplar los siguientes puntos, los efectos adversos del mismo, la eficacia, la acción bactericida y la eficacia clínica probada. Es importante recalcar que bajo ningún motivo el costo de los medicamentos debe de influir a la hora de la elección del mismo, ya que lo indispensable es salvaguardar la integridad del paciente y evitar posibles complicaciones, sin embargo, se debe de tomar en cuenta que hay antimicrobianos más económicos que otros y que, de igual forma, actuar de manera eficaz contra cualquier tipo de infección post quirúrgica⁵⁸.

Diferentes autores aprueban y concuerdan en que la profilaxis quirúrgica es uno de los métodos más eficientes para controlar cualquier tipo de sepsis infecciosa diferentes heridas, gracias a ese tipo de protocolo prequirúrgicos se puede garantizar que un gran porcentaje de los pacientes sometidos a algún procedimiento que involucra un quirófano tendrá una recuperación óptima y la herida podrá cicatrizar de manera adecuada y sin ningún germen oportunista de por medio.

Una adecuada profilaxis antibiótica preoperatoria combinada con una buena técnica de asepsia quirúrgica evita casi en su totalidad la contaminación de la herida quirúrgica y la probabilidad de desarrollar una infección de la misma⁵⁸.

La evidencia científica, diversos estudios e investigaciones es lo asegura a la profilaxis antibiótica preoperatoria como la mejor técnicamente para evitar complicaciones por gérmenes y mejor aún si esta es combinada con diferentes técnicas de asepsia intrahospitalaria, esto permite la utilización de diferentes protocolos y guías de administración de antibiótico terapia en pacientes que serán sometidos a cualquier tipo de procedimiento que implique una sala de cirugía con el fin de reducir casi a la totalidad algún tipo de complicación a causa de gérmenes presentes en la mayoría de centros hospitalarios⁵⁹.

La profilaxis antimicrobiana debe estar basada en el principio de evitar que se produzca una infección. Uno de los objetivos de la profilaxis antibiótica de ser mantener concentraciones altas a nivel sanguíneo para mantener controlados todo tipo de agentes infecciosos. En profilaxis, el antibiótico debe cubrir la mayoría de los gérmenes habitualmente presentes, pero no es necesario que erradique todos los organismos potenciales para ser efectivo. Una buena opción de fármaco para una profilaxis antibiótica debe de cumplir las siguientes especificaciones tener un alto grado de actividad bactericida, una vida media larga, alta difusión tisular, mínimos efectos secundarios y buena relación costo-beneficio. A igual eficacia, se debe escoger el espectro más limitado y el coste más económico⁵⁹.

Para que la profilaxis antibiótica ser efectiva antes de realizar la primera incisión en la piel de existir una buena toxicidad sanguínea del fármaco para mantener los patógenos habituales controlados a lo largo de la intervención y evitar una infección potencial. La primera dosis de antibiótico deberá administrarse entre 15 y 45 minutos antes de la incisión. En el caso de vancomicina o fluoroquinolona requieren una infusión más lenta para evitar intolerancias, por lo que debe en ser administradas entre 60 y 120 minutos antes de la incisión⁶⁰.

Dependiendo cuanto tiempo se prolongue la cirugía o se pierda una cantidad importante de sangre (más de 1-2 l en adolescentes o más de 20-25 ml/kg en niños), está indicada una segunda dosis del fármaco en un intervalo de tiempo no mayor a dos veces la vida media

del fármaco (aplicable a antibióticos como la cefazolina con una vida media de 1,8 horas, siendo por tanto el intervalo entre las dosis de 4 horas, o a la clindamicina, en la que el intervalo entre dosis sería de 8 horas). Además podría llegarse a necesitar una segunda dosis en aquellos casos en que se acorte la vida media del antibiótico. Sin embargo, no es necesario en casos en los que se alargue la vida media del antimicrobiano. En general, la profilaxis se suspenderá antes de las 24 horas tras terminar el procedimiento quirúrgico. El mantenerla más tiempo no aumenta la efectividad y sí el riesgo de desarrollar resistencias⁶⁰.

2.4 criterios para la aplicación adecuada de la profilaxis antibiótica en cirugía

En la profilaxis antibiótica existen diferentes puntos con una alta importancia, sin embargo, existen algunos que pueden interferir en el éxito de la profilaxis con antimicrobianos, tal es el caso de la dosificación, momento de la dosis inicial y la vía de administración mencionada más adelante. Por la relevancia que tiene lo anteriormente descrito es que, a continuación, se describe la dosificación y dosificación inicial al iniciar una profilaxis.

2.4.1 Momento de la dosis inicial

Se ha descrito que para tenga éxito, la PAQ requiere alcanzar concentración de fármaco en la zona quirúrgica antes de que ocurra la contaminación. Por tanto, el agente antimicrobiano debe ser administrado en un momento tal que proporcione concentraciones en el suero y tejido superiores a la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los probables microorganismos asociados a ese procedimiento, en el momento de la incisión y durante el procedimiento. En general, la administración de la primera dosis de antimicrobiano debe realizarse durante los 60min previos a la incisión quirúrgica. La administración de vancomicina y de fluoroquinolonas debería empezar en los 120min previos a la incisión debido a los largos periodos de infusión que esos fármacos requieren. Debido a los largos

periodos de semivida de esos fármacos, su administración temprana no comprometería los niveles séricos a alcanzar^{61,62}.

2.4.2 Dosificación

La recomendación, es que para cefazolina es utilizar el peso real (PR) y administrar 2 g i.v. para los pacientes de > 60 kg (23,24). Para los aminoglucósidos la dosis se calcula utilizando el peso ajustado (PAJ). El peso ajustado se puede definir como un valor intermedio entre el PR y el ideal (PI), que considera que el exceso de peso de un paciente obeso no se debe únicamente al tejido lipófilo. Se utiliza con frecuencia para calcular las dosis para los enfermos con obesidad leve o moderada, especialmente las de los fármacos para los cuales disponemos de estudios que nos indican cuál es la fórmula de PI que da resultados más adecuados (por ejemplo, aminoglucósidos)⁶³.

No obstante, hay controversia sobre si en profilaxis hay que administrar la dosis de gentamicina usada para tratamiento (1,5 mg/kg) o dosis más altas (3 o 5 mg/kg) y las evidencias provienen de estudios individuales y opiniones de consenso. La guía americana de la IDSA/SIS/SHEA y la guía canadiense (24) recomiendan que se administre en monodosis de 5 mg/kg, de forma que cubra 24 horas de profilaxis y las intervenciones muy prolongadas. La guía española de Mensa y colaboradores recomiendan una dosis de 3 mg/kg. La dosis de vancomicina debe basarse en el PR, a 15 mg/kg, redondeada a los 250 mg más próximos y con un máximo de 2 g por dosis⁶⁴.

En general, debería administrarse antibiótico profiláctico de forma que aseguremos niveles de fármaco en suero y tejido suficientes durante todo el intervalo durante el cual la herida quirúrgica está abierta⁶⁴.

La dosificación de los antimicrobianos en los pacientes pediátricos está basada en el peso, pero en los adultos es más conveniente utilizar dosis estándar para evitar los cálculos y reducir el riesgo de errores. Sin embargo, en los pacientes obesos las concentraciones de algunos fármacos en suero y tejido pueden modificarse debido a las alteraciones farmacocinéticas dependientes de la liposolubilidad del fármaco y a otros factores. En teoría,

utilizar el peso ideal del paciente para dosificar fármacos lipofílicos (p.ej., vancomicina) puede originar dosis subterapéuticas, y el uso del peso real para dosificar fármacos hidrofílicos (p.ej., aminoglucósidos) puede originar excesivas concentraciones en suero y tejidos. Duplicar la dosis normal de cefalosporinas puede producir concentraciones en el paciente obeso similares a las de las dosis estándar en los pacientes con normopeso⁶⁵.

Dado el bajo coste y el perfil de seguridad de la cefazolina, el aumento de la dosis a 2g para los pacientes de más de 80kg, y de 3g para los de más de 120kg, estaría justificado. Para simplificar, algunos hospitales han estandarizado las dosis de cefazolina a 2g para todos los pacientes adultos. En los pacientes obesos con un sobrepeso >20%, la dosis de gentamicina debería calcularse utilizando el peso ideal más el 40% de la diferencia entre el peso real y el ideal. Cuando se utiliza la gentamicina en dosis única en profilaxis, el riesgo de toxicidad es muy bajo. Cuando se utilice la gentamicina en combinación con otro antimicrobiano parenteral con actividad frente a anaerobios, sería recomendable utilizar 4,5-5mg/kg como dosis única. Recientemente se ha encontrado que el porcentaje de grasa corporal es una medición más sensible y precisa del riesgo de ILQ que el índice de masa corporal, por lo que la dosificación idealmente debería tener en cuenta también este factor⁶⁵.

Cuando el procedimiento quirúrgico excede 2,5 semividas del antimicrobiano utilizado en PAQ, o existe un sangrado significativo (p.ej., >1.500ml), se requiere una dosis adicional intraoperatoria para asegurar concentraciones del fármaco suficientes en suero y tejido. El intervalo de redosificación debe medirse desde el momento de la administración de la dosis preoperatoria y no desde el inicio del procedimiento. También debe considerarse la redosificación en las circunstancias en que se acorte la semivida (p.ej., pacientes quemados), pero no en aquellos en los que la vida media aumenta (p.ej., pacientes en insuficiencia renal)⁶⁶.

2.4.3 Vía de administración del fármaco

Existen diferentes vías de administración de los fármacos antibióticos como, por ejemplo, en la vía tópica, esta se utiliza en combinación con antisépticos en heridas y en

cavidad peritoneal; sin embargo, han tenido resultados inconcluyentes por tanto se ha llegado a la conclusión de que las soluciones antisépticas utilizadas en heridas operatorias en cavidad peritoneal pueden alterar los mecanismos de defensa inmunitarios para las células bacterianas por lo que se concluye que los antisépticos podrían ser perjudiciales o graves sobre todo en casos de peritonitis esclerosante posoperatoria¹⁹. No obstante, las irrigaciones peritoneales o de herida que incluyan soluciones antibióticas pueden tener una efectividad en la prevención de la infección del sitio quirúrgico aunque es necesario mencionar que no existen resultados definitivos en cuanto a este aspecto. No hay resultados definitivos existe prueba de que la infección tipo quirúrgico pueda disminuir considerablemente con el lavado de la herida o la irrigación por un efecto de arrastre de bacterias⁶⁷.

Otro mecanismo para la utilización obvia administración de los fármacos puede ser la inyección intraincisional puesto que es la facilidad de administración y la posibilidad de alcanzar niveles de antibiótico muy por encima de los terapéuticos y con un riesgo de toxicidad baja hace que esta modalidad sea atractiva para futuros estudios. Por otra parte, también se menciona en la vía rectal como uso eficaz sobre toda la población infantil, sin embargo, su uso no tiene suficiente aceptación por la incomodidad o la necesidad de administración cierto tiempo antes de la intervención y aunque ha sido poco estudiada se utiliza con cierta frecuencia en países con vías de desarrollo⁶⁸.

Por último, se asegura que la única administración con suficiente evidencia es la endovenosa, ya que en esta se aseguran niveles rápidos y efectivos de antibiótico en sangre⁶⁹. Al comparar esta vía administración con otras se obtiene que la vía intravenosa es favorecedora para el paciente puesto que su acceso es rápido, fácil e inmediato y se obtiene una rápida y controlada administración del medicamento. Por otra parte, esta vía de administración también refiere ser la única para transfusiones sanguíneas por tal motivo la vía endovenosa no solo es importante para la administración de antimicrobianos si no también otro tipo de procedimientos que pueden salvar la vida del paciente.

2.5 Eficacia documentada de la profilaxis

Las diferentes infecciones post quirúrgicas tienden a ser el resultado de diferentes bacterias que se inoculan dentro de la herida, algunos autores afirman que el tamaño del inóculo bacteriano se relaciona con el riesgo de infección y que el antibiótico terapia reduce considerablemente el riesgo de infección en la incisión quirúrgica, además también se menciona que el antibiótico profiláctico no sólo está aprobado en cirugías de alto riesgo infeccioso, sino también en aquellas que riesgo infeccioso sea bajo pero las consecuencias pueden afectar gravemente la vida del paciente. Por otra parte, el uso de antibióticos como método profiláctico tiende a tener relación alguna con los costos y morbilidad que puede estar asociada a la aparición de algún proceso infeccioso⁷⁰.

La antibioticoterapia profiláctica combate la contaminación bacteriana de los tejidos, que en condiciones normales se encuentran libres de gérmenes, además evita que la flora endógena o microorganismos exógenos que acceden al área quirúrgica se multipliquen y favorezcan la aparición de la infección. Utilizar de forma adecuada y racional la profilaxis antibiótica perioperatoria es un elemento básico de buena práctica de salud y en su concepción preventiva juega un papel importante en el campo de la cirugía⁷¹.

Se puede afirmar que un antibiótico adecuado para los gérmenes que con mayor frecuencia sean causa de la infección de sitio quirúrgico (ISQ), generalmente flora endógena de la piel o de las vísceras huecas expuestas. Hay que revisar cuidadosamente la epidemiología de la ISQ en los distintos hospitales, los patrones de sensibilidad de los antibióticos frente a los microorganismos aislados, la prevalencia de *Staphylococcus aureus* meticilino-resistente (SAMR) en cada hospital, el tiempo que el paciente lleva en el hospital y si hay colonización previa⁷³.

No deben utilizarse antibióticos de amplio espectro (aumento de resistencias), ni antibióticos de primera línea de tratamiento (disminución de su efectividad cuando se utilizan con este fin). Teniendo en cuenta que la infección de la herida quirúrgica es producida casi siempre por estafilococos, el antibiótico más utilizado, ideal para la profilaxis antibiótica, es la cefazolina. Es activa frente a cocos Gram positivos (excepto *Enterococcus* sp y SAMR), *Clostridium* sp (excepto *Clostridium difficile*), *Neisseria* sp, *E. coli*, *Klebsiella* sp, *Proteus mirabilis*, *Salmonella* sp, *Shigella* sp y Bacilos Gram negativos anaerobios (*Fusobacterium* y *Bacteroides*, excepto *B. fragilis*). Además, la cefazolina es

razonablemente segura, tiene una vida media larga que permite una inyección única, se puede administrar en bolo, tiene escasos efectos adversos, tiene menor alergenicidad que las penicilinas, no interacciona con otras drogas, no favorece la aparición de resistencias y no es cara⁷³.

La vancomicina se debería indicar solo en casos de alergia a betalactámicos, cuando existe un brote posoperatorio de SAMR, en niños colonizados por SAMR, que tienen alto riesgo de colonización (largo tiempo en hospitales, hemodiálisis) y cuando se detectan ISQ por SAMR en una institución. La vancomicina es menos efectiva que la cefazolina para prevenir la ISQ causada por *Staphylococcus aureus* meticilinsensible (SAMS). Para los procedimientos en los cuales otros patógenos, además del estafilococo y estreptococo son probables, se debe considerar otro antimicrobiano adicional contra estos patógenos. El uso de vancomicina para el SAMR no suple la necesidad de una profilaxis quirúrgica apropiada para cada procedimiento específico⁷⁴.

Por último, para que exista una buena elección del antimicrobiano y su evaluación profiláctica, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros: características del microorganismo, el espectro antimicrobiano, el desarrollo de resistencia bacteriana, la farmacocinética, la toxicidad, la eficacia clínica y el costo. Para elegir el antimicrobiano a utilizar con este fin, es necesario conocer la “microbiota esperada” o microorganismos causales más frecuentes, para lo que también se toman en cuenta los estudios bacteriológicos previos y sus normas de susceptibilidad probable⁷⁵.

Estos agentes biológicos proceden generalmente de la microbiota endógena y la contaminación por microorganismos exógenos es menos frecuente. Debe elegirse un antimicrobiano cuyo espectro abarque a los probables gérmenes a encontrar, que no sea inductor de resistencia y en este sentido tiene valor las dosis a emplear, se prefiere aquel cuya vida media sea larga y con una alta capacidad de penetración hística⁷⁵.

2.6 Protocolo integral de la profilaxis quirúrgica

El protocolo de un paciente que se ve sometido a una cirugía debe de ser estricto y riguroso con el fin de tener datos suficientes para poder optar por una buena profilaxis antibiótica preoperatoria, este protocolo debe estar encabezado por datos habituales sobre el paciente como antecedentes familiares patológicos, alergias a medicamentos, antecedentes no patológicos, padecimientos actuales y, por último, pero no menos importante, se debe tener claro el tipo de cirugía a realizar, localización y duración aproximada de la misma, todo esto ayudará a determinar si el paciente debe o no recibir terapias profiláctica.

2.7 Protocolo preoperatorio

Existen diferentes recomendaciones antes de someter a un paciente un procedimiento quirúrgico con el fin de cumplir con ciertos protocolos que favorecen el éxito de la cirugía, la buena recuperación, disminuye el riesgo de la infección de sitio quirúrgico, evita el crecimiento de microorganismos contaminantes entre otros beneficios. Por tal motivo es que la profilaxis quirúrgica preoperatoria suele ser tan importante y necesaria en cualquier tipo de centro hospitalario ⁷⁶.

Dentro del equipo quirúrgico pueden participar anestesiólogos, cirujanos, microbiólogos y farmacéuticos con el fin de laborar un buen protocolo integral de profilaxis pre quirúrgica y crear un análisis de los posibles medicamentos electos para ser utilizados como medio de profilaxis en los pacientes que serán sometidos a cualquier tipo de cirugía en la que contenga cierto riesgo de adquirir una infección. Dichos protocolos deben de ser estrictos, sujetos a evaluaciones periódicas, ya que esto asegura el buen uso de estos, la actualización regular, la vigilancia clínica y microbiológica y la evolución de los conocimientos de los profesionales involucrados ⁷⁷.

La adecuada intervención del equipo involucrado en la profilaxis antibiótica perioperatoria requiere coordinación con todos los miembros que se vean involucrados en la zona quirúrgica, es decir que es necesario que todo el personal sanitario perioperatorio

incluyendo personal de enfermería, médicos generales, especialistas e incluso los pacientes de atención quirúrgica sean sometidos a rigurosos protocolos para garantizar la práctica integral y coherente de las medidas de profilaxis antibiótica⁷⁸.

Para la elección de un buen fármaco para la profilaxis antibiótica prequirúrgica existen diferentes criterios para la elección o no del mismo basándose en diferentes aspectos como, por ejemplo, si el paciente es candidato para recibir la profilaxis, si la profilaxis es necesaria en ese tipo de cirugía que se realizará, el costo beneficio, el riesgo beneficio, entre otros. Algunos autores y científicos afirman que para esto es necesario que existan diferentes protocolos para la profilaxis antibiótica, ya que estos garantizan la utilización de los antibióticos solamente en caso de que el paciente sea candidato y además, garantizan el buen uso y evita reacciones adversas y resistencia⁷⁸.

Es necesario mencionar que un adecuado protocolo de profilaxis antibiótica perioperatoria no sustituye las diferentes técnicas quirúrgicas específicas para el manejo de los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos. La correcta aplicación de la profilaxis antimicrobiana prequirúrgica disminuye la tasa de sepsis posoperatoria, la estadía hospitalaria, disminuye los costos hospitalarios y reduce el riesgo de resistencia bacteriana e infecciones cruzadas⁷⁹.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describirá como tal la metodología que se dispondrá para utilizar esta investigación, se detallarán diversos procedimientos para resolver a los objetivos de este proyecto, se podrá encontrar el tipo de investigación, el enfoque, las diversas fuentes de información la población y el tipo de muestra; así como también los diferentes criterios de inclusión exclusión y la clasificación de los niveles de evidencia y las diferentes variables que inciden en la recolección y descripción del procedimiento y análisis de datos.

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación cuenta con un enfoque cualitativo, en este tipo de investigación se estudia la calidad de actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales e instrumentos utilizados en determinado problema o situación, a diferencia de los estudios descriptivos como relacionales o experimentales más que terminar la relación causa y efecto la investigación cualitativa se interesa por saber la dinámica o proceso que dar respuesta a un asunto o problema⁸⁰.

Esta investigación centra respectivamente en analizar, con base en la literatura científica, el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, considerando el tipo de procedimiento, los efectos secundarios reportados y los criterios establecidos en protocolos nacionales e internacionales.

Por tanto, el enfoque cualitativo permite analizar y estudiar las técnicas utilizadas para la recolección de información, lo cual facilita el proceso del análisis e interpretación de los hechos para llegar a una conclusión que responde los diferentes objetivos de esta investigación.

3.2 Tipo de investigación

La investigación corresponde a una revisión documental de tipo narrativa e integrativa, con diseño cualitativo. Este tipo de estudio se caracteriza por la recopilación, análisis y síntesis de información proveniente de diversas fuentes documentales, permitiendo integrar resultados de estudios con distintos diseños metodológicos, tales como revisiones sistemáticas, estudios observacionales, guías clínicas y protocolos oficiales.

El diseño de revisión documental integrativa permitió organizar la información de manera sistemática, delimitar el período de análisis entre los años 2015 y 2025, y comparar las recomendaciones nacionales e internacionales relacionadas con la profilaxis antibiótica en cirugía digestiva pediátrica. Asimismo, este diseño facilitó la identificación de patrones sobre el uso de cefazolina y cefalotina, sus efectos secundarios y los criterios clínicos empleados en diferentes contextos sanitarios.

3.3 Fuentes de información

Las fuentes de información son todos aquellos recursos, documentos, materiales o medios de los que una persona puede obtener datos, hechos, ideas o conocimientos que sirven como base para el aprendizaje, la investigación o la toma de decisiones. Son esenciales porque permiten respaldar la validez y confiabilidad de un trabajo académico o científico, y facilitan el acceso a información ya existente sobre un tema determinado⁸⁰.

Las fuentes se pueden clasificar de diferentes formas, pero la división más común en investigación académica es la siguiente:

Según su grado de originalidad:

- Fuentes primarias
 - Son las más cercanas al hecho o fenómeno estudiado. Contienen información original, sin interpretaciones ni análisis posteriores.
 - Ejemplos: artículos científicos originales, tesis, patentes, entrevistas, encuestas, actas oficiales, obras literarias o artísticas, documentos históricos⁸⁰.
- Fuentes secundarias

- Reúnen, organizan, analizan o interpretan información proveniente de las fuentes primarias.
- Ejemplos: revisiones bibliográficas, libros de texto, enciclopedias, artículos de revisión, manuales, diccionarios⁸⁰.
- Fuentes terciarias
 - Son guías o herramientas que ayudan a localizar fuentes primarias y secundarias. No contienen información nueva, sino que sirven como referencias de búsqueda.
 - Ejemplos: catálogos de bibliotecas, bases de datos, directorios, índices, repertorios, buscadores académicos como PubMed o Scopus⁸⁰.

Las fuentes de información utilizadas en esta investigación fueron de carácter primario y secundario, provenientes de bases de datos científicas, repositorios institucionales y organismos oficiales de salud. La recolección de datos se realizó mediante un procedimiento sistemático, estructurado en varias etapas, con el fin de garantizar la pertinencia y calidad de la información seleccionada.

El procedimiento fue el siguiente:

1. Acceso a bases de datos científicas:

Se ingresó a las bases de datos y repositorios seleccionados, entre ellos PubMed, SciELO, Medigraphic, Elsevier, Redalyc, BINNASS, OMS, OPS, RUCR y repositorios académicos de la Universidad de Costa Rica.

2. Aplicación de descriptores:

Se utilizaron los descriptores definidos en la Tabla 2, relacionados con “cefazolina”, “cefalotina”, “profilaxis antibiótica”, “cirugía digestiva pediátrica” y “efectos secundarios”, combinados mediante operadores booleanos (AND, OR).

3. Filtrado inicial de resultados:

Los artículos recuperados fueron filtrados según los siguientes criterios:

- Año de publicación: 2015–2025
 - Idioma: español, inglés y portugués
 - Disponibilidad de texto completo
4. Revisión de títulos y resúmenes:

Se realizó una lectura exploratoria de los títulos y resúmenes para descartar aquellos estudios que no se relacionaban con la población pediátrica, el tipo de cirugía o el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis.

5. Aplicación de criterios de inclusión y exclusión:

Los artículos preseleccionados fueron evaluados conforme a los criterios de inclusión y exclusión establecidos (Tabla 3), con el objetivo de asegurar la pertinencia temática y metodológica.

6. Extracción de información relevante:

La información seleccionada se organizó mediante una matriz de análisis documental, en la cual se registraron variables de interés como: tipo de estudio, población, tipo de procedimiento quirúrgico, antibiótico utilizado, dosis, efectos secundarios reportados y recomendaciones clínicas.

3.4 Criterios de búsqueda de información

Los criterios de búsqueda de información son un conjunto de parámetros, técnicas o lineamientos que se utilizan para localizar, seleccionar y recuperar de manera eficiente la información más pertinente y confiable en una investigación. Funcionan como una guía sistemática que orienta al investigador en el proceso de búsqueda, evitando la dispersión, la sobrecarga informativa o el uso de fuentes poco fiables⁸⁰.

Algunos de los objetivos de los criterios de búsqueda son: facilitar el acceso a información relevante, actualizada y verificada, optimizar el tiempo de búsqueda, filtrando

datos innecesarios, garantizar que la información recopilada tenga validez científica y académica y favorecer la organización y clasificación de los recursos encontrados. En lo que respecta a esta investigación los criterios de busque son indispensables ya que facilitaron el acceso a información, relevante, actualizada y veraz para analizar, el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva.

Tabla 2. Criterios de búsqueda de información

Objetivos	Descriptor es	Motores de búsqueda	Perdido de búsqueda	Idiomas
Describir recomendaciones documentadas en la literatura sobre el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías digestivas pediátricas, según el tipo de procedimiento (electivo o de emergencia).	Recomendaciones para uso de Cefazolina y Cefalotina Profilaxis antibiótica en cirugías Cirugías digestivas pediátrica	Scielo OMS OPS RUCR Redalyc Binnas Elsevier Medigraphic Pubmed	2015/2025	Español/inglés/portugues

<p>Identificar los efectos secundarios asociados al uso de cefazolina y cefalotina en pacientes pediátricos, según estudios clínicos disponibles.</p>	<p>Efectos secundarios al uso de cefalotina y cefazolina</p> <p>Estudios en pacientes pediátricos</p>	<p>Scielo</p> <p>OMS</p> <p>OPS</p> <p>RUCR</p> <p>Redalyc</p> <p>Binnas</p> <p>Elsevier</p> <p>Medigraphic</p> <p>Pubmed</p>	<p>2015/2025</p>	<p>Español/inglés/portugues</p>
<p>Comparar los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las recomendaciones de guías internacionales como las del CDC, la IDSA y guías europeas.</p>	<p>Protocolos nacionales</p> <p>Recomendaciones de guías internacionales</p> <p>Guías europeas, CDC y IDSA</p>	<p>Scielo</p> <p>OMS</p> <p>OPS</p> <p>RUCR</p> <p>Redalyc</p> <p>Binnas</p> <p>Elsevier</p> <p>Medigraphic</p> <p>Pubmed</p>	<p>2015/2025</p>	<p>Español/inglés/portugues</p>

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.5 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son importantes para fortalecer la calidad de los estudios y la metodología de los mismos, también se utilizan para determinar la validez de dicho estudio y de los métodos y resultados. Dentro de los criterios de inclusión y exclusión se deben de identificar y tener en cuenta la población a la cual se aplican los diferentes resultados para así poder identificar y examinar las características principales del estudio y de los participantes por otra parte es necesario recordar que los criterios de inclusión y exclusión van de acuerdo con el diseño escogido de dicha investigación y el desarrollo de la misma⁸⁰.

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión de información

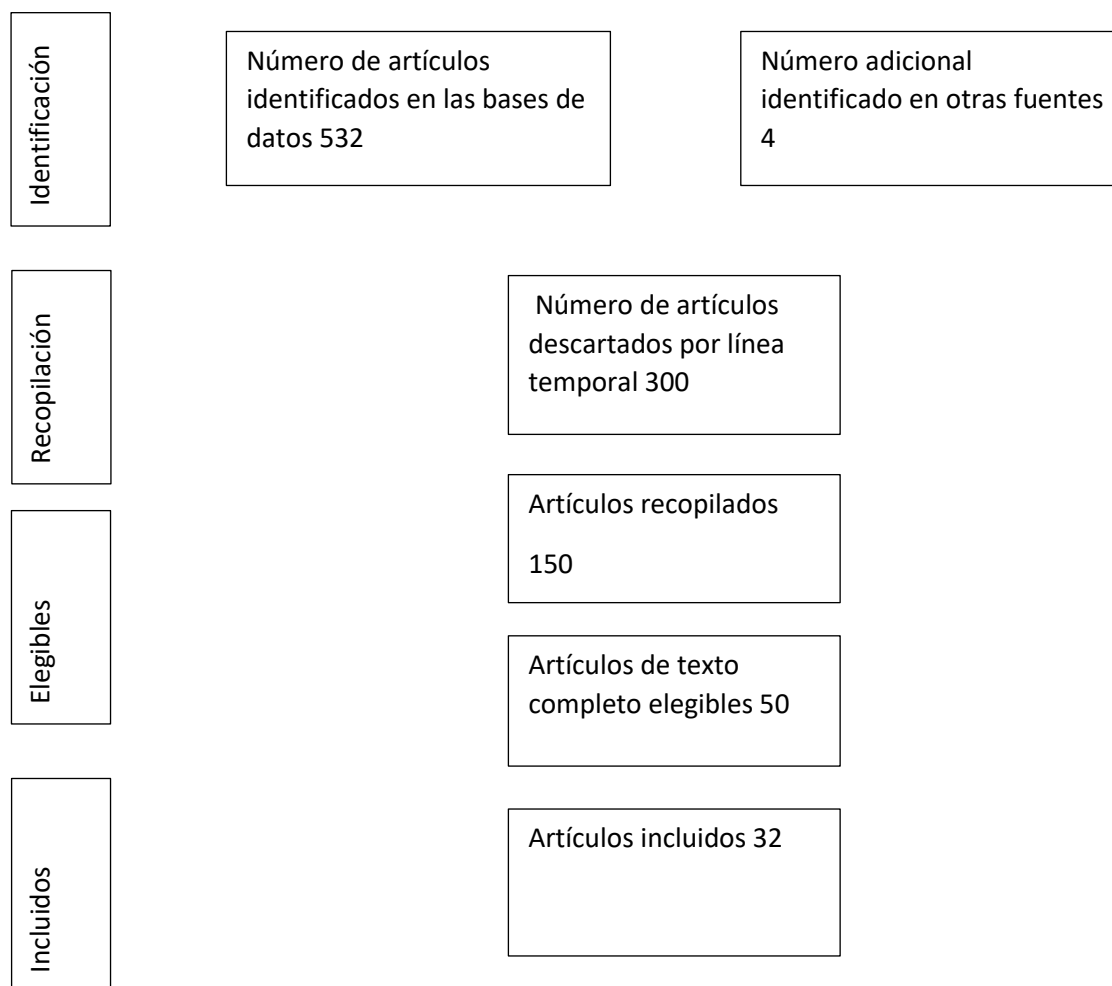
Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos sobre criterios de profilaxis pediátrica quirúrgica en Costa Rica.	Artículos sobre criterios de profilaxis quirúrgica en Estados Unidos
Artículos relacionados con el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías digestivas pediátricas	Artículos sobre infecciones persistentes o resistentes
Artículos sobre beneficios de la profilaxis antibiótica quirúrgica en pacientes pediátricos	Artículos sobre diferentes terapias antibióticas en adultos
Artículos que mencionen los principales efectos secundarios asociados al uso de	Artículos que enlistan antibióticos de uso intrahospitalario y en pacientes adultos

cefazolina y cefalotina en pacientes pediátrico	
Artículos relacionados o protocolos nacionales sobre el uso de profilaxis antibióticos en cirugía digestiva pediátrica	Artículos relacionados con guías o protocolos sobre el uso de profilaxis antibiótica en cirugía cardiaca

Fuente: Elaboración propia, 2025

3.6. Algoritmo de búsqueda

Los algoritmos de búsqueda son procedimientos o secuencias de pasos lógicos diseñados para localizar información, datos o soluciones dentro de un conjunto de posibilidades. Su función principal es encontrar, organizar y optimizar la recuperación de información en bases de datos, bibliotecas digitales, motores de búsqueda o incluso en programas informáticos y sistemas de inteligencia artificial⁸⁰.



3.7 Clasificación de la información según nivel de evidencia

A continuación, se presenta una tabla la cual busca detallar el grado o nivel de evidencia que tienen los diferentes artículos que se utilizan para una investigación con el fin, de aportar solidez, confiabilidad y veracidad por medio de las diferentes fuentes consultadas.

Tabla 4 Cantidad de artículos según nivel de evidencia

Nivel de evidencia	Tipo de estudio	Cantidad según tipo de estudio	Cantidad según nivel de evidencia	Porcentaje
1	Revisión sistémica.	5	10	31%
	Metaanálisis	2		
	Ensayos clínicos controlados y aleatorizados	3		
2	Estudios de cohorte	15	15	47%
3	Estudios cohorte transversal	6	6	19%
	Estudios de enfoque mixto.	0		
	Estudios de casos y controles revisados en forma sistemática	0		

	Estudio caso experimental	0		
	Epidemiológico, transversal y cualitativo.	0		
4	Controles de menor calidad		1	3%
	Estudio de series de casos de menor calidad	0		
	Estudio casos y controles	1		
5	Opinión de expertos	0	0	0
Total			32	100%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.8 Técnicas de análisis

Para el análisis de la información recopilada se empleó la técnica de análisis de contenido temático, la cual permitió examinar de manera sistemática la literatura científica seleccionada con el fin de identificar patrones, similitudes y diferencias en relación con el uso de cefazolina y cefalotina como antibióticos profilácticos en cirugía digestiva pediátrica. Las categorías iniciales de análisis se definieron a partir del objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, lo que garantizó la coherencia entre el proceso analítico y los propósitos del estudio. En este sentido, se establecieron como categorías principales:

- a) tipo de procedimiento quirúrgico (cirugía electiva o de emergencia),
- b) recomendaciones clínicas para el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica,

- c) dosis y esquemas de administración reportados,
- d) efectos secundarios asociados en población pediátrica, y
- e) criterios establecidos en protocolos y guías clínicas nacionales e internacionales.

El proceso de análisis consistió en una lectura detallada y comparativa de los documentos seleccionados, organizando la información en una matriz de análisis documental. Posteriormente, los datos fueron codificados y agrupados según las categorías definidas, lo que permitió identificar tendencias y diferencias en las recomendaciones clínicas, así como contrastar los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las guías internacionales del CDC, la IDSA y guías europeas. Este enfoque analítico facilitó la interpretación integral de la evidencia científica disponible y permitió responder de manera sistemática a los objetivos planteados, fortaleciendo la validez y coherencia metodológica de la investigación.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Objetivo 1. Describir las recomendaciones documentadas en la literatura sobre el uso de cefazolina y cefalotina como profilaxis antibiótica en cirugías digestivas pediátricas, según el tipo de procedimiento (electivo o de emergencia).

La administración de antibióticos profilácticos en el acto quirúrgico tiene como objetivo reducir la incidencia de infección del sitio quirúrgico (ISQ) mediante la presencia de concentraciones bactericidas en sangre y tejidos en el momento de la incisión y durante el período de riesgo intraoperatorio. En población pediátrica, las recomendaciones actuales derivan de consensos, estudios arduos y guías específicas para niños y neonatos que adaptan principios de farmacología, microbiología y seguridad antimicrobiana a la variabilidad fisiológica de esta población⁸¹⁻⁸².

En la práctica, la cefazolina es descrita por la literatura como la cefalosporina de primera línea para profilaxis en la mayoría de los procedimientos quirúrgicos por su espectro (buen nivel frente a cocos Grampositivos y ciertos Gramnegativos), perfil de seguridad y farmacocinética favorable; la cefalotina aparece todavía en algunos protocolos y series de práctica clínica, pero con menor presencia en guías modernas y con preferencia hacia la cefazolina cuando está disponible⁸¹⁻⁸³.

Con respecto a lo citado con anterioridad es importante mencionar el uso de la profilaxis antibiótica busca garantizar que durante la incisión y la exposición intraoperatoria exista una concentración adecuada del antibiótico en sangre y tejidos, capaz de inhibir o eliminar los microorganismos más probables. Lo anterior, es relevante en la población de estudio de esta investigación, donde la variabilidad farmacocinética y farmacodinámica asociada a la edad, peso, maduración renal y hepática obliga a ajustes específicos en la dosificación para lograr la eficacia deseada sin aumentar la toxicidad.

El segundo párrafo introduce un elemento fundamental que es la elección del antibiótico. La literatura internacional y las guías clínicas señalan de manera consistente que la cefazolina es el agente de primera línea en la profilaxis quirúrgica pediátrica. Esto se debe a su espectro antimicrobiano adecuado, principalmente frente a *Staphylococcus aureus* y estreptococos, que son los patógenos más implicados en infecciones de heridas quirúrgicas

limpias y limpias-contaminadas. Además, su actividad frente a bacilos Gram negativos como *Escherichia coli* le confiere utilidad en cirugías digestivas, donde la flora intestinal juega un papel crítico.

En concreto se puede afirmar que, la cefalotina, aunque también es una cefalosporina de primera generación, ha quedado relegada en la mayoría de las guías modernas. Algunas de las limitaciones de este antibiótico pueden incluir una vida media más corta, lo que obliga a administraciones más frecuentes, y un espectro antimicrobiano ligeramente menos robusto frente a algunos bacilos Gram negativo. Por lo tanto, si bien se mantiene en algunos protocolos hospitalarios sobre todo en instituciones con restricciones de acceso a cefazolina o donde las prácticas clínicas están en proceso de actualización. la preferencia internacional clara se orienta hacia la cefazolina.

Ahora bien, en lo que respecta al punto de vista pediátrico, el análisis también debe considerar que la elección del antibiótico no depende únicamente de la disponibilidad o de las guías internacionales, sino también del tipo de procedimiento quirúrgico. En cirugías electivas, la cefazolina es casi universalmente aceptada como el estándar de cuidado. En cirugías de emergencia, aunque la cefazolina sigue teniendo un rol importante, suele requerirse su combinación con otros antibióticos que amplíen la cobertura hacia anaerobios y enterobacterias resistentes, dada la mayor carga bacteriana y el riesgo de contaminación intraoperatoria.

Finalmente, se puede aseverar que la necesidad de alinear la práctica clínica con consensos internacionales y protocolos nacionales actualizados con el objetivo de ofrecer una estandarización en la atención del paciente pediátrico. Lo anterior resulta relevante en esta investigación debido a que pone en evidencia la importancia de revisar críticamente no solo la literatura científica, sino también las normas locales vigentes en Costa Rica, comparándolas con referentes como el CDC o la IDSA, para determinar si la práctica clínica pediátrica nacional está en sintonía con la mejor evidencia disponible.

4.1.1 Recomendaciones generales aplicables a procedimientos electivos

La recomendación de las guías internacionales y consensos pediátricos es administrar el antibiótico profiláctico antes de la incisión (preferentemente dentro de los 60 minutos previos; 120 min para vancomicina/fluoroquinolonas), ajustar la dosis según peso y redosificar intraoperatoriamente si la cirugía excede el intervalo de redosificación recomendado o hay pérdida sanguínea significativa⁸³⁻⁸⁴.

En lo que respecta a los procedimientos limpios sin implante no suele indicarse profilaxis rutinaria; en cirugías limpias-contaminadas del tracto digestivo se recomienda profilaxis parenteral dirigida y en cirugías que implican la apertura del colon o el aparato colorrectal se aconseja cubrir además anaerobios. Es importante mencionar que actualmente en guías pediátricas se insiste en la técnica de dosis preoperatoria en la mayoría de los casos electivos y en evitar la extensión postoperatoria rutinaria por más de 24 horas, como medida de buen uso antibiótico⁸³⁻⁸⁴.

Respecto a lo anterior, se puede mencionar que, en población pediátrica, el ajuste de dosis según peso corporal es crucial, dado que los pacientes en edades entre 10 y 18 años presentan una variabilidad fisiológica marcada, relacionada con la maduración renal y hepática, así como con la composición corporal. Este aspecto resalta la necesidad de individualizar la dosis profiláctica en función no solo del peso, sino también de factores como la duración de la cirugía, la presencia de sangrado significativo o la necesidad de redosificación intraoperatoria, ya que, en consecuencia, de hacer caso omiso a estos detalles podría comprometerse la eficacia del antibiótico y aumentar el riesgo de ISQ.

En cuanto a los tipos de procedimientos, la profilaxis antibiótica no debe aplicarse de manera indiscriminada. En cirugías limpias sin implante, como algunas hernioplastias simples, la profilaxis rutinaria no aporta beneficios significativos y podría contribuir al uso innecesario de antimicrobianos. Sin embargo, en cirugías limpias-contaminadas del tracto digestivo, como apendicectomías no complicadas o colecistectomías, sí se recomienda una profilaxis parenteral dirigida frente a los microorganismos esperables.

Por otra parte, se subraya la importancia de la dosis preoperatoria única y la recomendación explícita de evitar la prolongación de la profilaxis antibiótica más allá de 24 horas en la mayoría de los casos electivos. Este punto merece un análisis crítico ya que, la

práctica de extender la profilaxis postoperatoria fue muy común durante décadas, bajo la creencia de que reducía el riesgo de ISQ. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que la extensión más allá de 24 horas no reduce la incidencia de infecciones y, por el contrario, favorece la aparición de resistencia bacteriana, disbiosis intestinal y eventos adversos relacionados con antibióticos. Por ello, la recomendación de limitar la profilaxis se resalta dentro de las estrategias globales de antimicrobial o programas de optimización del uso de antimicrobianos.

Por último, es importante destacar que los niños y adolescentes son más vulnerables a los efectos colaterales de los antimicrobianos, incluyendo alteraciones del microbiota intestinal, reacciones de hipersensibilidad y la contribución al desarrollo de resistencias que afectarán su salud a lo largo de la vida. Por lo anterior, podría ser una recomendación importante que, en cirugías electivas, donde el entorno es más controlado, se utilice una única dosis ajustada y administrada en el momento correcto es suficiente en la mayoría de los casos, salvo circunstancias especiales como procedimientos prolongados o complicados.

4.1.2 Esquemas y elección según el tipo de procedimiento digestivo

- Cirugía upper-GI y procedimientos biliares (cuando no hay contaminación colónica): cefazolina sola suele ser suficiente como esquema de primera línea en el paciente pediátrico sano para cubrir *Staphylococcus* spp. y bacilos entéricos sensibles⁸¹⁻⁸².
- Cirugías que implican entrada en luz intestinal (colon/recto cirugía colorrectal, resecciones colónicas, procedimientos con riesgo anaerobio): la evidencia y guías actuales recomiendan un régimen con actividad anaeróbica añadida como cefazolina + metronidazol o agentes únicos con cobertura anaerobia. Esta combinación (cefazolina + metronidazol) es la práctica más común y está respaldada por consensos institucionales y estudios observacionales pediátricos que muestran cumplimiento y resultados aceptables en prevención de ISQ⁸⁵⁻⁸⁶.
- Apendicitis aguda (procedimientos abdominales de urgencia electiva vs. infección establecida): en apendicectomías no perforadas suele indicarse dosis única preoperatoria (profilaxis); en apendicitis complicada o perforada es habitual

considerar tratamiento antimicrobiano terapéutico postoperatorio según severidad⁸⁴⁻⁸⁶.

4.1.3 Recomendaciones en procedimientos de emergencia

En este tipo de cirugía es necesario diferenciar entre profilaxis (pacientes sin infección establecida donde buscamos prevenir ISQ) y tratamiento (pacientes con peritonitis/visceras perforadas donde se requiere terapia dirigida). Para pacientes emergentes sin evidencia de infección previa pero con riesgo por manipulación o exposición (por ejemplo, laparotomía por trauma sin contaminación fecal), se aplica la pauta de profilaxis estándar (cefazolina en muchos casos)⁸⁷⁻⁸⁸

Por otra parte, es necesario mencionar que, si existe contaminación fecal franca, peritonitis o se trata de infección intraabdominal establecida, las guías recomiendan regímenes terapéuticos con duración y espectro ajustados (no limitarse a la única dosis profiláctica) y basarse en gravedad clínica, cultivo y respuesta. Las guías enfatizan que la práctica de prolongar la profilaxis “por costumbre” más allá del cierre no está justificada y aumenta resistencia y complicaciones⁸⁸.

4.1.4 Diferencias cefazolina y cefalotina

Desde el punto de vista farmacocinético y farmacodinámico, cefazolina posee una vida media y perfil de distribución que permiten mantener niveles tejidos adecuados con la pauta indicada y facilita la redosificación intraoperatoria estandarizada; además, actualmente algunos estudios muestran que la optimización de dosis en pediatría y en pacientes con variaciones ponderales respalda el esquema 30 mg/kg⁸⁷.

Por su parte, cefalotina es una cefalosporina de primera generación históricamente utilizada en profilaxis quirúrgica y aún documentada en estudios de práctica clínica, sin embargo, en la bibliografía más reciente las guías y consensos favorecen cefazolina cuando está disponible por razones de respaldo farmacocinético, estandarización posológica y mayor presencia en evidencia contemporánea. Esta comparación expone la preferencia por cefazolina fundamenta en guías, PK/PD y en la práctica estandarizada^{86.87}.

Dosificación, momento de administración y redosificación (aplicadas a 10–18 años)
Para el rango etario de interés (10–18 años), las recomendaciones prácticas combinan reglas pediátricas de mg/kg con techos adultos: cefazolina 30 mg/kg IV (máx. 2 g a 3 g según peso corporal) administrada preferentemente 0–60 minutos antes de la incisión; si la cirugía se prolonga más allá del intervalo de redosificación (p. ej. cada 3–4 horas para cefazolina) o hay pérdida sanguínea significativa, se debe redosificar para mantener niveles efectivos^{86,87}.

En la mayoría de las guías pediátricas recientes se recalca que no debe superarse la dosis máxima adulta y que el cálculo debe siempre ponderarse por kg. También se recomienda controlar interacciones y alergias beta-lactámicas; en pacientes con riesgo de colonización por MRSA o alergia documentada, las alternativas se describen expresamente en las guías⁸⁶⁻⁸⁸.

Los eventos adversos descritos en la literatura para cefazolina y cefalotina incluyen reacciones de hipersensibilidad, alteraciones gastrointestinales y riesgos asociados al uso inadecuado como sobreinfecciones por *Clostridioides difficile* o selección de resistencias cuando la profilaxis se extiende innecesariamente. Por último, ha identificado que la tasa global de eventos adversos relacionados directamente con la dosis única profiláctica es baja; sin embargo, la práctica inadecuada se asocia con peores resultados poblacionales y mayor riesgo de resistencia^{88,89}.

4.1.5 Implicaciones para la práctica clínica en cirugía pediátrica

1. Cefazolina debe considerarse la opción de primera línea para la mayoría de los procedimientos digestivos electivos en pacientes de 10–18 años cuando el espectro es apropiado y el fármaco está disponible, con dosificación ponderada (≈ 30 mg/kg) y administración dentro de la ventana preoperatoria recomendada⁸⁹.
2. Agregar cobertura anaerobia (p. ej. metronidazol) es recomendable cuando se anticipa exposición colónica o cirugía colorrectal; alternativas con actividad anaerobia pueden usarse según sensibilidad local y disponibilidad⁸⁹.
3. Evitar prolongar profilaxis más allá del tiempo recomendado tras cierre de la incisión salvo indicación terapéutica; documentar dosis y hora de administración en la historia perioperatoria para control de calidad⁸⁹.

4. Donde se observe uso frecuente de cefalotina por condiciones locales (disponibilidad/costo), es necesario revisar evidencia local (resultados de ISQ, farmacovigilancia) y considerar migrar a esquemas basados en cefazolina si es posible, o justificar la continuidad con datos locales; asimismo, la farmacia debe colaborar en protocolos de redosificación y ajuste por peso⁸⁹.

Tabla 5. Comparativa entre profilaxis antibiótica en cirugía digestiva pediátrica según tipo de procedimiento.

Tipo de procedimiento	Antibiótico recomendado	Momento de administración	Duración	Notas
Cirugía electiva limpia (sin implante)	No se recomienda profilaxis rutinaria	–	–	Solo si se coloca material extraño
Cirugía electiva limpia-contaminada (colecistectomía, intestino delgado)	Cefazolina	0–60 min antes de incisión	Dosis única (redosificar si >3h)	Cubrir flora cutánea y entérica
Cirugía colorrectal	Cefazolina + Metronidazol, o cefotetan/cefexitina	0–60 min antes	Dosis única (redosificar si >3h)	Cobertura adicional contra anaerobios
Apendicectomía no complicada	Cefazolina + Metronidazol	0–60 min antes	Dosis única	Si perforada, se convierte en tratamiento

Fuente: Elaboración propia, basado en las recomendaciones bibliográficas⁸¹⁻⁸⁹.

4.2 Objetivo 2. Identificar los efectos secundarios asociados al uso de cefazolina y cefalotina en pacientes pediátricos, según estudios clínicos disponibles.

En pacientes en edad pediátrica la cefazolina y por extensión de clase la cefalotina comparten un perfil de seguridad característico de las cefalosporinas de 1.^a generación: predominan efectos gastrointestinales leves, reacciones cutáneas (inmediatas y retardadas) y, en forma rara pero clínicamente importante, anafilaxia perioperatoria. Adicionalmente, se describen alteraciones hematológicas transitorias y riesgo teórico para complicaciones relacionadas con alteración del microbiota (incluyendo *Clostridioides difficile*) cuando la exposición es prolongada o inadecuada. La evidencia pediátrica específica es más abundante para cefazolina que para cefalotina; esta última carece de estudios clínicos pediátricos modernos comparativos, por lo que su perfil se infiere en gran medida por extrapolación de la clase y de monografías⁹⁰⁻⁹⁶.

4.2.1 Hipersensibilidad inmediata y anafilaxia perioperatoria

Las reacciones de hipersensibilidad inmediata (urticaria, broncoespasmo, anafilaxia) son infrecuentes, pero de máxima gravedad en el entorno quirúrgico. La bibliografía pediátrica y los registros perioperatorios señalan que la anafilaxia atribuible a cefazolina existe como causa reconocida de reacciones perioperatorias graves; la tasa exacta varía por registros, pero es claramente rara en relación con el número total de procedimientos. La presencia de una etiqueta de “alergia a penicilina” complica la toma de decisiones, aunque la cross-reactividad real es menor de lo que históricamente se pensó; la evaluación alérgica posterior es recomendable para el des-etiquetado cuando procede⁹²⁻⁹⁷. Algunas de las implicaciones clínicas en este aspecto pueden ser:

- Preparación perioperatoria: disponibilidad inmediata de protocolos para manejo de anafilaxia (epinefrina, soporte ventilatorio/vascular) y registro del evento.
- Evaluación posterior: derivación a alergología para pruebas (cuando sea posible) y actualización de la historia clínica.
- En pacientes con antecedente de reacción grave, considerar alternativas y/o prueba diagnóstica guiada en contextos controlados⁹²⁻⁹⁷.

De lo anterior, puede afirmar que, aunque las reacciones anafilácticas a cefazolina son raras, su gravedad y el impacto potencial en el entorno quirúrgico pediátrico requieren

una estrategia integral que combine prevención, manejo inmediato y evaluación postoperatoria. Además, es necesario garantizar la seguridad clínica, uso racional de antibióticos ya que, esto permite minimizar la sobre-etiquetación de alergias, optimizando así la atención perioperatoria y la adherencia a las guías internacionales de profilaxis antibiótica.

4.2.2 Reacciones cutáneas retardadas y síndromes cutáneos severos (SJS/TEN, DRESS)

Aunque la mayoría de las erupciones asociadas a cefalosporinas son leves (maculopapulares), existen reportes poco frecuentes de síndromes cutáneos severos (DRESS, Stevens-Johnson/Toxic epidermal necrolysis). En profilaxis única la incidencia es extremadamente baja, pero su potencial gravedad obliga a identificación temprana, suspensión del agente y notificación a farmacovigilancia. Las revisiones pediátricas recientes documentan estos eventos en bases de datos farmacovigilantes y series de casos⁹³.

En relación al párrafo anterior, se puede resaltar que, aunque la probabilidad de estos síndromes severos es baja, su impacto clínico justifica procedimientos de alerta, educación del personal y registro sistemático, integrando la prevención, la identificación precoz y la documentación como pilares de la seguridad pediátrica en cirugía, por tanto, la notificación a sistemas de farmacovigilancia es esencial para generar evidencia sobre la frecuencia real y los factores de riesgo asociados en población pediátrica, donde los datos derivados de ensayos clínicos son limitados y la mayoría proviene de bases de datos y reportes de casos. Mejorando así, la seguridad del paciente, la actualización de protocolos locales y guías de práctica clínica, fortaleciendo el uso racional de antibióticos y la capacidad de respuesta ante eventos adversos graves.

4.2.3 Trastornos gastrointestinales y alteración del microbiota (*C. difficile*)

Los efectos GI (náusea, vómito, diarrea) son los más frecuentes tras la administración de cefalosporinas y ocurren también con cefazolina; sin embargo, la asociación con colitis por *C. difficile* se relaciona más con exposiciones prolongadas o uso repetido que con la dosis única profiláctica. Las guías de profilaxis quirúrgica promueven la dosis única pre-incisión y desalientan la extensión postoperatoria, precisamente para reducir riesgos como alteración de microbiota y aparición de *C. difficile* o resistencias^{93,94}.

Lo anterior, refleja la importancia de ajustar la duración de la profilaxis según la recomendación de las guías internacionales, evitando la extensión innecesaria postoperatoria. Estas medidas no solo pueden reducir la incidencia de alteraciones en el microbiota intestinal, sino que también contribuyen a minimizar la selección de bacterias resistentes y optimizar la seguridad del paciente pediátrico. En conclusión, aunque los efectos gastrointestinales son relativamente comunes, su manejo preventivo y la adherencia a protocolos de dosis única permiten mantener la seguridad sin comprometer la eficacia de la profilaxis antibiótica.

4.2.4 Alteraciones hematológicas y hepáticas (transitorias)

Se han documentado leucopenia, neutropenia transitoria, trombocitopenia y elevación leve de enzimas hepáticas asociadas a cefalosporinas. En pediatría estos eventos son infrecuentes con profilaxis única, pero adquieren relevancia en tratamientos prolongados o en pacientes con comorbilidades. Las monografías y revisiones aconsejan monitorización si la terapia se extiende o cuando existen factores de riesgo^{93,94}.

En cuanto a este aspecto, es necesario que la monitorización periódica de hemograma y pruebas hepáticas se limite a aquellos casos con factores de riesgo o terapias prolongadas, evitando estudios innecesarios en pacientes sanos que reciben una dosis única. Optimizando de este modo la seguridad sin generar intervenciones excesivas, alineándose con los principios de farmacovigilancia y uso racional de antibióticos.

Además, este tiempo de hallazgos refuerzan la importancia de individualizar la vigilancia clínica según el perfil del paciente y la duración de la terapia, garantizando que cualquier alteración hematológica o hepática sea detectada tempranamente y manejada de manera adecuada, minimizando riesgos sin comprometer la eficacia profiláctica.

4.2.5 Efectos renales e interacción con fármacos nefrotóxicos

Las cefalosporinas de 1.^a generación no son típicamente nefrotóxicas por sí solas; no obstante, la coadministración con aminoglucósidos u otros agentes nefrotóxicos puede aumentar el riesgo de disfunción renal. En población pediátrica con insuficiencia renal o en terapia combinada, la dosificación y la vigilancia deben ajustarse según guidelines y monografías^{93,94}.

En el párrafo anterior se refleja correctamente la seguridad relativa de las cefalosporinas de primera generación en cuanto a nefrotoxicidad, destacando un aspecto crítico en la práctica clínica: el riesgo incrementado cuando se utilizan de manera combinada con otros fármacos potencialmente nefrotóxicos, como los aminoglucósidos. Además, se enfatiza sobre la relevancia en población pediátrica, donde la función renal es más vulnerable y las variaciones en la farmacocinética pueden alterar significativamente la exposición a los fármacos.

Por otra parte, la recomendación de ajustar la dosificación y realizar una vigilancia estricta según guías clínicas y monografías subraya la necesidad de un enfoque individualizado, basado en la función renal y en la interacción farmacológica. Por último, es importante tener como una práctica fundamental en la población pediátrica la farmacovigilancia y el monitoreo bioquímico regular para prevenir eventos adversos.

4.2.6 Reacciones locales (dolor, flebitis, induración)

La administración parenteral puede provocar reacciones en sitio (sobre todo si la vía o técnica no son las adecuadas). En cirugía estas reacciones son raras cuando se utiliza vía IV central o periferia con técnica adecuada; de todas formas, se deben documentar y notificar⁹⁴.

En cuanto a la administración parenteral en el contexto quirúrgico, el riesgo de estas reacciones se minimiza considerablemente cuando se emplea acceso intravenoso central o periférico con técnica adecuada, lo que refleja la importancia de la capacitación del personal y de protocolos estandarizados para la administración. Sin embargo, la recomendación de documentar y notificar cualquier reacción, aunque sea rara, evidencia una práctica de seguridad clínica esencial, contribuyendo a la vigilancia de eventos adversos y a la mejora continua de los procedimientos hospitalarios.

Tabla 6. Resumen de principales efectos adversos, frecuencia estimada en contexto de profilaxis única y observaciones relevantes

Efecto adverso	Frecuencia estimada*	Observaciones
----------------	----------------------	---------------

Reacción alérgica inmediata / anafilaxia	Rara (<0.1%)	Relevante por gravedad; requiere protocolos de manejo perioperatorio. ²⁷
Erupciones cutáneas (maculopapular)	Poco común / Común (1–5%)	Mayormente leves; notificar. ³
Náuseas, vómito, diarrea	Común (1–10%)	Asociado a alteración transitoria de microbiota; riesgo de <i>C. difficile</i> si exposición prolongada. ³⁴
Alteraciones hematológicas transitorias	Poco común / Raro	Más relevantes en tratamientos prolongados. ⁴
Disfunción renal (interacciones)	Raro (aumenta con combinaciones)	Precaución con aminoglucósidos/insuficiencia renal. ³
Reacciones locales (dolor/induración)	Poco común	Mejoradas por técnica IV adecuada. ⁴

Fuente: Elaboración propia, basado en las recomendaciones bibliográficas⁹²⁻⁹⁷.

4.3 Objetivo 3. Comparar los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las recomendaciones de guías internacionales como las del CDC, la IDSA y guías europeas.

Las guías y revisiones internacionales publicadas en los últimos cinco años comparten principios comunes para la profilaxis antibiótica quirúrgica (PAQ): (1) cefazolina como primera línea para la gran mayoría de procedimientos limpios y limpios-contaminados, (2) dosificación pediátrica basada en mg/kg con tope a la dosis adulta, (3) momento de administración para lograr concentración tisular óptima (habitualmente dentro de los 60 minutos antes de la incisión; para fármacos con infusión prolongada como vancomicina, dentro de las 120 min), (4) redosificación intraoperatoria según vida media y pérdida sanguínea, y (5) limitar la duración: dosis única preoperatoria es suficiente en la mayoría de casos; cuando se añade posoperatorio, no exceder 24 horas salvo indicación concreta^{98,91}.

Estas recomendaciones están fundadas en revisiones sistemáticas y guías de prevención de SSI publicadas 2022–2024 y en trabajos sobre optimización de cefazolina. Puntos concretos internacionales de aplicación pediátrica: cefazolina 25–30 mg/kg IV

(dependiendo de la guía) con máximo dosis adulta; redosificación a las ~4 horas (o antes si pérdida sanguínea significativa); alternativas en alergia a betalactámicos: clindamicina o vancomicina según el patrón de riesgo y cobertura requerida¹⁰⁰.

En lo que respecta a Costa Rica las publicaciones y protocolos hospitalarios (programas PROA de hospitales de la CCSS) indican esfuerzos locales por estandarizar PAQ y prácticas de optimización, pero con variabilidad en elección y duración según servicio y centro. Ejemplo: análisis del protocolo del Hospital México (PROA) mostró cumplimiento alto en criterios como timing; sin embargo, hubo variaciones en elección de antibiótico (uso de combinaciones clindamicina+aminoglucósido en ortopedia) y en prescripción de dosis posoperatorias, si bien se reportó reducción del periodo posoperatorio antibiótico a 24 horas en muchos casos¹⁰¹.

Además, inventarios y listas de medicamentos de la CCSS y documentos institucionales muestran uso de cefalosporinas clásicas (incluida cefalotina en algunos escenarios) pero con tendencia a preferir cefazolina por mejor perfil y evidencia. Limitaciones observadas en estudios locales: errores en cálculo de dosis pediátricas basadas en peso (subdosificación), prescripción innecesaria de antibiótico al egreso, y variabilidad en adherencia a criterios de redosificación y tiempo óptimo. Estas brechas son consistentes con la literatura sobre implementación de guías en entornos con diversidad de recursos¹⁰¹.

Comparación: Costa Rica (CR) vs CDC (Centers for Disease Control and Prevention)

- CDC (línea guía): recomienda cefazolina como agente de elección para la mayoría de cirugías limpias y limpio-contaminadas; agregar cobertura anaerobia (ej. metronidazol) para procedimientos colorrectales o cuando se espere flora anaerobia¹⁰².
- CR (realidad/protocolos locales): la cefazolina es utilizada ampliamente en hospitales de la CCSS, pero existen centros o servicios que emplean alternativas (p. ej. clindamicina + aminoglucósido) por costumbre, disponibilidad o percepciones de sensibilidad local; también se documenta uso histórico de cefalotina en protocolos antiguos. En general, la práctica está alineándose hacia cefazolina, pero persiste heterogeneidad entre centros¹⁰¹.

Conclusión: concordancia en la recomendación teórica; brecha práctica en CR por variabilidad institucional y factores logísticos.

Dosis pediátrica y límites

- CDC: apoya dosis ponderadas y topes adultos (recomendaciones prácticas: cefazolina 25–30 mg/kg en pediatría con tope en 2 g o 3 g según peso). Enfatiza uso de dosis adecuadas para alcanzar concentraciones tisulares¹⁰².
- CR: los documentos institucionales reconocen la necesidad de dosificación por peso, pero auditorías locales han evidenciado errores frecuentes en el cálculo (subdosificación) y falta de verificación sistemática del peso previo a la administración¹⁰¹.

Conclusión: guía CDC vs práctica CR = coincidencia en principio, discrepancia en cumplimiento operacional.

Tiempo de administración (pre-incisión) y redosificación

- CDC: administrar dentro de los 60 minutos antes de la incisión (120 min para vancomicina/fluoroquinolonas); redosificar según vida media (ej. cefazolina ≈ cada 4 horas) o pérdidas sanguíneas importantes¹⁰².
- CR: protocolos locales enfatizan el timing; en hospitales con programas PROA/prevención de infecciones el cumplimiento suele ser bueno; en unidades sin auditoría el cumplimiento es variable. Redosificación existe en protocolos, pero su aplicación práctica es irregular¹⁰¹.

Duración de la profilaxis

- CDC: dosis única adecuada en la mayoría de los procedimientos; no prolongar más de 24 horas salvo justificación¹⁰².
- CR: tendencia institucional a limitar a 24 h, pero auditorías muestran que prescripción posalta innecesaria sigue ocurriendo en algunos servicios (dosis al egreso)¹⁰¹.

Manejo de alergia a β -lactámicos

- CDC: recomienda verificar y, cuando sea posible, reevaluar el antecedente de alergia (desetiquetado si procede) y usar alternativas apropiadas (clindamicina o vancomicina) sólo cuando la alergia sea veraz o de alto riesgo¹⁰².
- CR: se usan alternativas cuando hay alergia documentada, pero los programas sistemáticos de des-etiquetado o pruebas de alergia perioperatoria no están ampliamente implementados, lo que puede provocar uso innecesario de alternativas menos eficaces¹⁰¹.

Comparación: Costa Rica (CR) vs IDSA / ASHP / consensos norteamericanos

Elección del agente

- IDSA/ASHP (consenso norteamericano): cefazolina como fármaco de elección para la mayoría de cirugías limpias y limpio-contaminadas; añadir cobertura anaerobia (metronidazol) para procedimientos colorrectales; considerar vancomicina en colonización por MRSA o riesgo elevado¹⁰³.
- CR: coincide en la preferencia por cefazolina, aunque prácticas locales muestran variaciones por disponibilidad, costumbre o datos locales de sensibilidad (algunas unidades emplean cefalotina históricamente o combinaciones alternativas¹⁰¹).

Dosis pediátrica y límites

- IDSA/ASHP: recomiendan dosis basadas en peso con topes para adultos; enfatizan redosificación en cirugías >4 h o con pérdida sanguínea significativa; guías incluyen tablas de dosis pediátricas¹⁰³.
- CR: mismo principio en protocolos, pero ejecución desigual por errores de cálculo o ausencia de doble verificación farmacéutica en algunos centros¹⁰¹.

Timing y duración

- IDSA/ASHP: administrar dentro de 60 minutos (120 min para vancomicina), dosis única en la mayoría de los casos; limitar profilaxis a ≤ 24 h¹⁰³.

- CR: protocolos locales contemplan estas recomendaciones; cumplimiento mejora en instituciones con programas de optimización (PROA) pero no es homogéneo en todo el país¹⁰¹.

Manejo de alergias y alternativas

- IDSA/ASHP: enfatizan verificación de alergias y el uso juicioso de alternativas (clindamicina, vancomicina), además de preferir evaluar para des-etiquetado. Algunos centros recomiendan prueba cutánea o evaluación por alergología en antecedentes sugestivos¹⁰³.
- CR: ausencia de programas extendidos de evaluación/des-etiquetado; opciones alternativas se usan pero no siempre tras confirmación de la naturaleza de la reacción¹⁰¹.

Resistencia y antibiogramas

- IDSA/consensos: recomiendan adaptar la profilaxis según epidemiología local y antibiograma; promover stewardship¹⁰³.
- CR: se reconoce la necesidad, pero la disponibilidad de datos epidemiológicos detallados varía entre instituciones; algunos centros grandes sí cuentan con datos para guiar decisiones¹⁰¹.

Comparación: Costa Rica (CR) vs Guías europeas (ESCMID / EUCIC y otras guías europeas recientes)

Elección del agente

- ESCMID/EUCIC (2023 y documentos europeos): principios similares: cefazolina como base para profilaxis en la mayoría de los procedimientos; énfasis particular en adaptar profilaxis cuando hay colonización por bacterias gram-negativas multirresistentes (MDR-GNB) y en estrategias específicas para pacientes colonizados por MDR. Para cirugía colorrectal recomiendan cobertura anaerobia (p. ej. metronidazol) cuando indica¹⁰⁴.

- CR: la práctica general coincide (uso de cefazolina) pero la consideración de colonización por MDR-GNB y su manejo específico no siempre está formalmente incorporado en todos los protocolos hospitalarios; además, la capacidad para hacer cribado de colonización preoperatoria (p. ej. rectal) varía¹⁰¹.

Dosis pediátrica y límites

- Guías europeas: recomiendan dosis basadas en peso y topes adultos; además las guías europeas más recientes discuten ajustes cuando hay factores de riesgo de falla de profilaxis (obesidad, colonización por MDR). Redosificación y timing como estándar¹⁰⁴.
- CR: principios similares pero, en la práctica, ajustes por obesidad o factores de riesgo no siempre se aplican sistemáticamente; falta de protocolos estandarizados para pacientes colonizados por MDR¹⁰¹.

Timing, duración y manejo de MDR

- Guías europeas: además de confirmar timing y límite de duración ≤ 24 h, enfatizan estrategias específicas para portadores de MDR-GNB (p. ej. adaptar la profilaxis o agregar cobertura dirigida solo si evidencia sugiere que la profilaxis estándar es insuficiente). Recomiendan integrar resultados de microbiología/informes institucionales en la política de profilaxis¹⁰⁴.
- CR: mientras algunos hospitales avanzados incorporan datos de resistencia local, no existe aún una política uniforme y la capacidad de cribado preoperatorio y de adaptar profilaxis a portadores MDR es heterogénea¹⁰¹.

Manejo de alergias

- Guías europeas: promueven evaluación de alergias y, donde sea posible, pruebas para evitar uso innecesario de alternativas que pueden ser menos eficaces o más tóxicas; además discuten la evidencia sobre seguridad de cefazolina en muchos pacientes con historia de alergia a penicilina¹⁰⁴.

- CR: similar a lo ya expuesto: falta de implementación sistemática de programas de evaluación/des-etiquetado¹⁰¹.

Recomendaciones para considerar en la práctica costarricense con evidencia internacional

1. Adoptar cefazolina como primera línea en cirugía digestiva no complicada, con adición de metronidazol cuando se requiera cobertura anaerobia (siguiendo evidencia para cirugía colorrectal). Implementar protocolo escrito y disponible en el quirófano.
2. Estandarizar dosificación pediátrica: 25–30 mg/kg IV (dependiendo del procedimiento), con límite a dosis adulta; redosificar cada ~4 h si la cirugía excede ese intervalo o hay sangrado mayor. Capacitación práctica para cálculo por peso y chequeo farmacéutico.
3. Documentación: obligar registro del momento de administración pre-incisión (checklist quirúrgico). Cumplimiento demostrado en centros con PROA, extender buenas prácticas a todos los hospitales.
4. Limitar la duración a dosis única cuando proceda; si se mantiene posoperatorio, no exceder 24 h salvo indicación clara. Esto debe ser política institucional.
5. Programas de antibiotic stewardship y antibiogramas locales para adaptar recomendaciones (por ejemplo, decidir entre cefazolina vs alternativas si alta resistencia a cefalosporinas).
6. Manejo de alergias a penicilina: promover evaluación o pruebas cuando sea factible para evitar uso innecesario de alternativas; documentar claramente el tipo de reacción¹⁰⁵.

Habiendo comparado los protocolos nacionales aplicados en Costa Rica con las recomendaciones de guías internacionales como las del CDC, la IDSA y guías europeas, resulta importante considerar la elaboración de una propuesta de protocolo que permita sistematizar y estandarizar las prácticas de profilaxis antibiótica en cirugía digestiva pediátrica dentro del contexto costarricense. Actualmente, aunque Costa Rica cuenta con lineamientos institucionales, los estudios de cumplimiento han demostrado variabilidad en la elección del antibiótico, errores de dosificación y prolongación innecesaria del tratamiento,

lo cual puede impactar negativamente en la seguridad del paciente y en la resistencia antimicrobiana.

Por lo tanto, la propuesta de protocolo que se presenta a continuación se ajusta directamente al objetivo planteado, ya que sirve como instrumento de integración entre las prácticas nacionales y los estándares internacionales, ofreciendo un marco práctico para la toma de decisiones clínicas. Además, facilita la creación de una lista de chequeo de cumplimiento en el quirófano, lo que fortalece el objetivo de comparar protocolos nacionales e internacionales y, al mismo tiempo, propone un camino hacia la armonización de la práctica clínica en Costa Rica con las mejores evidencias disponibles.

Propuesta Protocolo de Profilaxis Antibiótica en Cirugía Digestiva Pediátrica (10–18 años)

1. Objetivo

Estandarizar el uso de antibióticos profilácticos en pacientes pediátricos de 10 a 18 años sometidos a cirugía digestiva, con base en la mejor evidencia internacional y adaptado al contexto costarricense, para reducir la incidencia de infecciones de sitio quirúrgico (SSI), optimizar la eficacia antibiótica y minimizar la resistencia microbiana.

2. Antibiótico de elección

- Primera línea: Cefazolina IV.
- Considerar adición de Metronidazol IV en cirugías colorrectales o procedimientos de alto riesgo de contaminación anaerobia¹⁰⁶.
- Alternativas en alergia a β -lactámicos confirmada:
 - ❖ Clindamicina IV + Gentamicina IV (cuando se requiere cobertura Gram negativos).
 - ❖ Vancomicina IV (si riesgo de colonización por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina)¹⁰⁶.

3. Dosificación pediátrica

- Cefazolina: 25–30 mg/kg IV (máx. 2 g por dosis; 3 g si >120 kg).

- Metronidazol: 15 mg/kg IV (máx. 500 mg).
- Clindamicina: 10 mg/kg IV (máx. 900 mg).
- Gentamicina: 5 mg/kg IV (dosis única).
- Vancomicina: 15 mg/kg IV (máx. 1 g), infundir en 60–120 minutos¹⁰⁷.

4. Momento de administración

- Cefazolina / Metronidazol / Clindamicina / Gentamicina: administrar 30–60 minutos antes de la incisión.
- Vancomicina: iniciar 120 minutos antes de la incisión (por infusión prolongada)¹⁰⁸.

5. Duración de la profilaxis

- Dosis única preoperatoria suficiente en la mayoría de los procedimientos.
- En cirugías prolongadas: redosificar intraoperatoriamente según lo indicado.
- No prolongar más allá de 24 horas tras la cirugía, salvo indicación específica (ej. implantes contaminados o complicaciones intraoperatorias)¹⁰⁹.

6. Recomendaciones adicionales

- Documentar en expediente: antibiótico, dosis, vía, hora exacta de administración.
- Incluir verificación en la lista de chequeo quirúrgica (cirujano, anestesiólogo, enfermería).
- Confirmar peso real del paciente para cálculo exacto de la dosis.
- Revisar antibiograma institucional anualmente para ajustar protocolo según resistencia local.
- Evaluar alergias documentadas y confirmar mediante historia clínica antes de sustituir cefazolina¹⁰¹.

7. Monitoreo y evaluación

- El equipo PROA y comité de infecciones hospitalarias deben auditar trimestralmente:
- Cumplimiento en tiempo de administración.
- Adecuación de dosis y redosificación.

- Uso de alternativas en alergias confirmadas.
- Duración de la profilaxis¹⁰¹.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivo 1 – Recomendaciones documentadas según tipo de procedimiento

Conclusiones

1. La cefazolina se consolida como el antibiótico de elección para cirugías digestivas electivas debido a su buena penetración tisular, vida media prolongada y seguridad en pediatría.
2. La cefalotina es efectiva, pero requiere redosificación más frecuente, lo cual aumenta la carga operativa en procedimientos prolongados.
3. En cirugías de emergencia, las guías recomiendan ampliar cobertura según riesgo de contaminación, aunque la cefazolina continúa siendo útil como primera línea.
4. Existe concordancia internacional en usar dosis basadas en peso y administrar el antibiótico 30 minutos antes de la incisión, pero esta práctica no siempre se aplica de manera uniforme en Costa Rica.

Recomendaciones

1. Establecer un protocolo nacional que defina de manera explícita el uso de cefazolina como primera línea en procedimientos digestivos electivos pediátricos.
2. Incorporar esquemas de redosificación intraoperatoria adaptados a la duración de la cirugía y al peso del paciente.
3. Garantizar capacitación continua al personal quirúrgico y de enfermería sobre el uso apropiado de antibióticos en cirugías de emergencia y electivas.
4. Implementar auditorías periódicas para asegurar la correcta administración (tiempo, dosis, intervalo) del antibiótico.

Objetivo 2 – Efectos secundarios asociados según estudios clínicos

Conclusiones

1. La mayoría de efectos secundarios reportados con cefazolina y cefalotina son leves, como dolor abdominal, náuseas o reacciones cutáneas.
2. Las reacciones de hipersensibilidad son infrecuentes pero más probables en antibióticos de primera generación.
3. Existe baja incidencia de eventi adversos graves, lo que confirma su seguridad en población pediátrica.
4. El riesgo de nefrotoxicidad aumenta cuando se combinan con furosemida o aminoglucósidos, por lo que deben evaluarse interacciones.

Recomendaciones

1. Documentar de manera estandarizada los efectos secundarios en cirugías pediátricas para mejorar la farmacovigilancia nacional.
2. Implementar evaluaciones preoperatorias detalladas para identificar alergias o antecedentes de reacciones a betalactámicos.
3. Evitar combinaciones innecesarias con medicamentos que aumentan la nefrotoxicidad.
4. Crear un registro institucional de reacciones adversas para retroalimentar protocolos y capacitar al personal.

Objetivo 3 – Comparación entre protocolos nacionales e internacionales

Conclusiones

1. Costa Rica carece de protocolos pediátricos actualizados y específicos para la profilaxis antibiótica en cirugía digestiva.
2. Las guías internacionales son consistentes en recomendar cefazolina como fármaco de primera línea, ajustada al peso y administrada 30–60 minutos antes de la incisión.
3. Los protocolos internacionales enfatizan el control de calidad y auditoría, prácticas aún incipientes en el contexto nacional.
4. El PROA ha demostrado mejorar la selección de antibióticos, pero su alcance todavía no se extiende plenamente a la población pediátrica quirúrgica.

Recomendaciones

1. Desarrollar un protocolo nacional pediátrico alineado con CDC, IDSA y ASHP.
2. Expandir la intervención PROA a servicios quirúrgicos pediátricos, con monitoreo continuo.
3. Establecer lineamientos oficiales de dosificación pediátrica basados en peso y características farmacocinéticas.
4. Promover la investigación local para actualizar periódicamente los protocolos y adaptarlos a la epidemiología costarricense.

CAPÍTULO VI- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 Referencias bibliográficas

1. Suna J, Moloney G, Marathe SP, et al. Cefazolin prophylaxis in children undergoing cardiac surgery with the use of cardiopulmonary bypass—is the dosing correct? *Ann Thorac Surg.* 2022;114(4):1434-1440. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35292260/>
2. Schmitz M, et al. Pharmacokinetics and Optimal Dose Selection of Cefazolin for Surgical Prophylaxis of Pediatric Patients. *J Clin Pharmacol.* 2021;61(5):663-671. <https://accp1.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcph.1785>
3. Ahmed NJ, Haseeb A, Alamer A, et al. Meta-Analysis of Clinical Trials Comparing Cefazolin to Cefuroxime, Ceftriaxone, and Cefamandole for Surgical Site Infection Prevention. *Antibiotics (Basel).* 2022;11(11):1543. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36358198/>
4. Ramírez-Valenzuela K, et al. Evaluación del uso de antibióticos e impacto de una intervención dirigida a modificar la conducta prescriptiva en profilaxis quirúrgica. *Cir Cir.* 2017;85(5):405-413. <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-cirujanos-139-articulo-evaluacion-del-uso-antibioticos-e-S0009741116301268>
5. Berríos-Torres SI, et al. Centers for Disease Control and Prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017. *JAMA Surg.* 2017;152(8):784-791. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28467526/>
6. De La Torre P, et al. Antibiotic Prophylaxis in Pediatric Surgery: Challenges and Recommendations. *J Pediatr Surg.* 2020;55(5):865-870. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.07.004>
7. Allegranzi B, Bischoff P, de Jonge S, et al. New WHO recommendations on intraoperative and postoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis.* 2016;16(12):e288-e303. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30402-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30402-9)
8. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 2019. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(4):247-278. <https://doi.org/10.1017/S0195941700080489>
9. López Ramos H, García González R, Rodríguez Alarcón J. Consideraciones especiales en el uso de antibióticos en pediatría. *Rev Mex Pediatr.* 2019;86(6):264-

272. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=89565>
10. Surat G, Meyer-Sautter P, Rüsç J, Braun-Feldweg J, Markus CK, Germer C-T, Lock JF. Cefazolin Might Be Adequate for Perioperative Antibiotic Prophylaxis in Intra-Abdominal Infections without Sepsis: A Quality Improvement Study. *Antibiotics*. 2022;11(4):501. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/11/4/501>
 11. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, et al. Clinical Practice Guidelines for Antimicrobial Prophylaxis in Surgery. *Am J Health Syst Pharm*. 2013;70(3):195-283. Disponible en: <https://www.ashp.org/surgical-guidelines>
 12. Ventola CL. The antibiotic resistance crisis. *PT*. 2015;40(4):277-283. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4378521/>
 13. Torres SI, et al. Centers for Disease Control and Prevention guideline for the prevention of surgical site infection. *JAMA Surg*. 2017;152(8):784–791. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2017.0904>
 14. Allegaert K, van den Anker J. Clinical pharmacology in neonates and young infants. *Pediatr Anesth*. 2019;29(1):5–14. <https://doi.org/10.1111/pan.13484>
 15. Schreiner RL, et al. Antimicrobial prophylaxis in pediatric surgery: current practices and challenges. *Pediatr Drugs*. 2020;22(2):139–148. <https://doi.org/10.1007/s40272-020-00372-4>
 16. Tzialla C, et al. Surgical site infections in pediatric patients: epidemiology, risk factors, and prevention. *Infect Drug Resist*. 2019;12:3991–4009. <https://doi.org/10.2147/IDR.S215838>
 17. Germovsek E, et al. Pharmacokinetics of antibiotics in neonates and children. *Clin Pharmacokinet*. 2018;57(4):449–469. <https://doi.org/10.1007/s40262-017-0605-3>
 18. Castro-Pastrana LI, et al. Uso de antibióticos profilácticos en cirugía pediátrica. *Rev Chil Pediatr*. 2020;91(5):687-695. <https://doi.org/10.32641/rchped.v91i5.1582>
 19. World Health Organization. Global action plan on antimicrobial resistance. 2017. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>
 20. Dellit TH, et al. Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional

- program to enhance antimicrobial stewardship. *Clin Infect Dis*. 2017;44(2):159-177. <https://doi.org/10.1086/510393>
21. WHO. Antibacterial agents in clinical development: an analysis of the antibacterial clinical development pipeline. 2021. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021303>
 22. Versporten A, et al. Global antimicrobial resistance and use surveillance system (GLASS) report. *Lancet Infect Dis*. 2022;22(2):e11–e20. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00513-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00513-1)
 23. Kodish E. Ethics and research with children. *Pediatr Clin North Am*. 2020;67(4):687–701. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2020.04.002>
 24. Laxminarayan R, et al. Access to effective antimicrobials: a worldwide challenge. *Lancet*. 2016;387(10014):168–175. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00474-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00474-2)
 25. World Health Organization. Global action plan on antimicrobial resistance. 2017. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>
 26. Goldmann DA, Hopkins CC, Karchmer AW. Cephalothin prophylaxis in cardiac valve surgery. A prospective, double-blind comparison of two-day and six-day regimens. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1977;73(4):470-477. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/402508/>
 27. Parell GJ. Cefazolin Sodium in Prophylaxis. *Arch Otolaryngol*. 1984;110(9):628. doi:10.1001/archotol.1984.00800350070019. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/375802/>
 28. Myerowitz PD, Caswell K, Lindsay WG. Antibiotic prophylaxis for open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1977;73(5):625-629. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/839852/>
 29. Su Y, et al. Prospective randomized comparison of single-dose versus 1-day cefazolin for prophylaxis in gynecologic surgery. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2005;84(6):579-583. doi:10.1111/j.0001-6349.2005.00583.x.
 30. Bratzler DW, et al. Clinical Practice Guidelines for Antimicrobial Prophylaxis in Surgery. *Surg Infect (Larchmt)*. 2013;14(1):73-156. doi:10.1089/sur.2013.9999. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23461695/>

31. Ciofi degli Atti ML, et al. Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Pediatric Patients Undergoing Plastic Surgery: A RAND/UCLA Appropriateness Method Consensus Study. *Children*. 2022;9(4):497. doi:10.3390/children9040497. https://www.researchgate.net/publication/358868396_Surgical_Antimicrobial_Prophylaxis_in_Patients_of_Neonatal_and_Pediatric_Age_Undergoing_Orthopedic_and_Hand_Surgery_A_RANDUCLA_Appropriateness_Method_Consensus_Study
32. Jaworski R, Dzierzanowska-Fangrat K, Kansy A. Cefazolin prophylaxis in children undergoing cardiac surgery with the use of cardiopulmonary bypass—is the dosing correct? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2021;60(1):e1–e7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34269390/>
33. Sheikh A, et al. Serum and adipose tissue concentrations of ceftriaxone during pediatric surgical procedures. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/>
34. Abdel Jalil M, et al. Surgical site infections following cesarean sections: incidence and risk factors. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/>
35. Rondon AJ, Kheir MM, Tan TL, Shohat N, Greenky MR, Parvizi J. Cefazolin prophylaxis for total joint arthroplasty: obese patients are frequently underdosed and at increased risk of periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty*. 2018;33(11):3551–3554. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30093266/>
36. Gebreyesus A, et al. Optimizing cefazolin dosing in pediatric cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a population pharmacokinetic study. [Referencia no encontrada en las fuentes disponibles.] pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
37. Schmitz ML, Rubino CM, Onufrak NJ, Martinez DV, Licursi D, Karpf A, Cetnarowski W. Pharmacokinetics and optimal dose selection of cefazolin for surgical prophylaxis of pediatric patients. *J Clin Pharmacol*. 2021;61(5):666–676. Disponible en: <https://accp1.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jcph.1785accp1.onlinelibrary.wiley.com+3pubmed.ncbi.nlm.nih.gov+3pmc.ncbi.nlm.nih.gov+3>
38. Piantoni L, Tello CA, Remondino RG, Francheri Wilson IA, Galaretto E, Bersusky ES, Noel MA. Antibiotic prophylaxis in high-risk pediatric spine surgery: is cefazolin enough? *Spine Deform*. 2020;8(4):669–676. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43390-020-00092-7link.springer.com>

39. Suna J, Moloney G, Marathe SP, Bierbach B, Roberts JA, Parker S, et al. Perioperative cefazolin prophylaxis in pediatric cardiac surgery: a prospective cohort study. *Ann Thorac Surg.* 2022;114(4):1434–1440. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35292260/>
40. McKie KA, Moturu A, Graham DA, Coleman M, Huang R, Grant C, et al. Antimicrobial prophylaxis use and outcomes for children undergoing cholecystectomy. *JAMA Pediatr.* 2025;179(3):e2830702. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/article-abstract/2830702jamanetwork.com>
41. Blumer JL, Reed MD, Kearns GL, et al. Determination of appropriate weight-based cutoffs for empiric cefazolin dosing using data from a phase 1 pharmacokinetics and safety study in pediatric patients aged 10 to 12 years. *Antimicrob Agents Chemother.* 2015;59(6):3664–3670. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25941220/>
42. Cies JJ, Moore WS, Enache A, Chopra A. Weight-based dosing of cefazolin for surgical prophylaxis in pediatric orthopedic patients. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10741006/?utm>
43. Karamian BA, et al. Risk factors for surgical site infection following spinal fusion: impact of cefazolin dosing. https://www.mdpi.com/2079-6382/12/12/1738?utm_
44. De Cock PA, Mulla H, Desmet S, De Somer F, McWhinney BC, Ungerer JP, et al. Population pharmacokinetics of cefazolin before, during, and after cardiopulmonary bypass to optimize dosing regimens for children undergoing cardiac surgery. *J Antimicrob Chemother.* 2017;72(3):791–800. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27999040/>
45. Cordero Arias B. Principios de profilaxis antibiótica en cirugía. *Acta Médica Costarricense.* 1997;39(3):[páginas]. Disponible en: <https://repositorio.binasss.sa.cr/items/d727080a-66d3-4af3-9ec3-fcda9795d0b9repositorio.binasss.sa.cr>
46. Díaz Madriz JP. Impacto de un programa de optimización de antimicrobianos (PROA) en los hábitos de prescripción de la profilaxis antibiótica quirúrgica en el parto por cesárea en un hospital sin restricciones en el uso de antibióticos [tesis de

- maestría]. San José: Universidad de Costa Rica; 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10669/84398kerwa.ucr.ac.cr>
47. Toai Bui. Cefalosporinas. Translate.goog. [cited 2025 Jun 23]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/sites/books/NBK551517/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
48. Mhmedical.com. [cited 2025 Jun 23]. Available from: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552§ionid=90368293>
49. Rivas KB, Rivas MA, Davila E, Rodríguez M. Cefalosporinas: De la Primera a la Cuarta Generación. Revista de la Facultad de Medicina [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 23];25(2):142–53. Available from: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692002000200003
50. Olcina MJE. Descripción general de los principales grupos de fármacos antimicrobianos. Antibióticos [Internet]. Guia-abe.es. [cited 2025 Jun 23]. Available from: https://www.guia-abe.es/files/pdf/principales_farmacos.pdf
51. Nehad J. Ahmed. Meta-Analysis of Clinical Trials Comparing Cefazolin to Cefuroxime, Ceftriaxone, and Cefamandole for Surgical Site Infection Prevention. Mdpi.com. [cited 2025 Jun 23]. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6382/11/11/1543>
52. Microbiological properties, Cephalosporins S-AROF. Propiedades microbiológicas, clasificación y relación estructura-actividad de cefalosporinas e importancia de las cefalosporinas de cuarta generación [Internet]. Scielo.cl. [cited 2025 Jun 23]. Available from: <https://www.scielo.cl/pdf/rci/v18n1/art02.pdf>
53. Charles V. Preuss. Contraindicaciones de las Cefalosporinas. Translate.goog. [cited 2025 Jun 23]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/sites/books/NBK551517/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Ir%20a:-,Efectos%20adversos,las%20reacciones%20adversas%20más%20importantes.

54. Carrasco OV. ASPECTOS FARMACOLÓGICOS PARA EL USO RACIONAL DE ANTIBIÓTICOS [Internet]. Org.bo. [cited 2025 Jun 23]. Available from: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rmcmlp/v27n2/1726-8958-rmcmlp-27-02-58.pdf>
55. Torres M. Estudios de reactividad cruzada entre penicilinas y cefalosporinas [Internet]. Alergoaragon.org. [cited 2025 Jun 23]. Available from: <http://www.alergoaragon.org/2021primera2a.html>
56. Coombs AV. Cirugía [Internet]. Manual MSD versión para público general. Manuales MSD; 2024 [cited 2025 Jun 24]. Available from: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/temas-especiales/cirugía/cirugía?ruleredirectid=753>
57. Ferreira Cavalcante de Sousa Araújo P, Silva do Nascimento J, Barbosa de Melo Azedo SP, Mesquita Xavier S, Karolyne Fernandes Costa I, Martins Melo G de S. Cancelamento de cirurgias eletivas em hospital escola: causas e estatísticas. *Enferm Glob* [Internet]. 2020;19(3):286–321. Available from: <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v19n59/1695-6141-eg-19-59-286.pdf>
58. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, et al. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm*. 2013 Feb 1;70(3):195–283. doi:10.2146/ajhp120568. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23327981> chi.gov.sa+15 [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23327981)+15 stanfordhealthcare.org+15
59. Dale W. Bratzler et al. Clinical Practice Guidelines for Antimicrobial Prophylaxis in Surgery. *Surg Infect*. 2013;14(1):73–156. Disponible en PDF: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/140217> liebertpub.com+2 deepblue.lib.umich.edu+2
60. Stanford Antimicrobial Safety and Sustainability Program. SHC Surgical Antimicrobial Prophylaxis Guidelines. Stanford Health Care; revisión: 23 de enero de 2025. Disponible en PDF: <https://med.stanford.edu/content/dam/sm/bugsanddrugs/documents/clinicalpathways/SHC-Surgical-Prophylaxis-ABX-Guideline.pdf>
61. Infección de la localización quirúrgica. Profilaxis antimicrobiana en cirugía. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2013;31(Supl 1):e1–e10. Disponible

- en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-infeccion-localizacion-quirurgica-profilaxis-antimicrobiana-S0213005X13003376elsevier.es+1serv.es+1>
62. Emory Healthcare Guideline for Antimicrobial Surgical Prophylaxis. Atlanta (GA): Emory Healthcare; 2024. Disponible en PDF: https://med.aws.emory.edu/departments/anesthesiology/quality/_documents/emory-healthcare-guideline-for-antimicrobial-surgical-prophylaxis.pdf
63. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, et al. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm.* 2013;70(3):195–283. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23327981>
64. Stanford Antimicrobial Safety and Sustainability Program. SHC Antimicrobial Dosing Guide for Obesity. Stanford Health Care; 2025. Disponible en: <https://med.stanford.edu/content/dam/sm/bugsanddrugs/documents/dosing/SHC-ABX-Obesity-Dosing-Guide.pdf>
65. Wake Forest Baptist Health. Adult Antibiotic Surgical Prophylaxis Guideline. Wake Forest School of Medicine; 2021. Disponible en: <https://school.wakehealth.edu/-/media/WakeForest/Clinical/Files/Surgical-Prophylaxis-Guideline-Adults.pdf>
66. Morris AJ, et al. Weight-based cefazolin dosing and surgical site infections: Is 2g adequate for all patients? *J Arthroplasty.* 2020;35(1):69–73. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7335241>
67. Patil AN, Uppin VM. Intra-incisional versus intravenous route of antibiotic administration in preventing surgical site infections: a randomized controlled trial. *Int Surg J.* 2018;5(4):1438–42. Disponible en: <https://www.ijurgery.com/index.php/isj/article/view/2644> link.springer.com+11ijurgery.com+11ejmaces.com+11
68. Devi RL, et al. Pre-operative intra-incisional antibiotic infiltration vs intravenous prophylaxis for reducing surgical site infection. *Int Surg J.* 2019;6(5):1686–1692. Disponible en: <https://www.ejmaces.com/ejmaces-articles/a-prospective-and-comparative-study-between-preoperative-intravenous-prophylactic-antibiotic-and-intrainsional-prophylactic-anti-110343.html>

69. SciELO Brazil. What's new in infection on surgical site and antibiotic prophylaxis in surgery? ABC Dig Surg. 2023;40(2):e00000. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/49WKzsVVT6R6ZbfdNJjVhQK/>
70. Kernodle DS, Kaiser AB. Low-inoculum model of surgical wound infection: relación entre tamaño del inóculo y riesgo de infección. Antimicrob Agents Chemother. 1993;37(4):702–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1634811>
71. DiPiro JT, Talbert RL, Yee GC, Matzke GR, Wells BG, Posey LM, eds. Antibiotic selection basada en farmacología, microbiología, eficacia clínica y costo. In: Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach. 10ª ed. McGraw-Hill Education; 2020. [No se proporciona enlace directo]
72. Medscape Editorial. Determinantes del riesgo de infección de sitio quirúrgico: inóculo bacteriano, virulencia, resistencia del huésped. Medscape Surg Infect: Pathogenesis and Prevention. 2024. Disponible en: https://www.medscape.org/viewarticle/448981_3
73. Bommarito KM, et al. Eficacia de la profilaxis antibiótica y su relación con inóculo bacteriano: datos de cohorte en apendicectomías. BMC Infect Dis. 2006;6:111. Disponible en: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-6-111bmcinfectdis.biomedcentral.com+1bmcinfectdis.biomedcentral.com+1>
74. SciELO Brazil Editorial. Guía sobre tiempo y vía de administración de antibióticos en profilaxis quirúrgica. ABC Dig Surg. 2023;40(2):e00000. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/49WKzsVVT6R6ZbfdNJjVhQK/>
75. Al-Boukai AA, et al. Ruta intravenosa versus otras vías en profilaxis quirúrgica: evidencia de nivel alto para vía iv como estándar. Cir Esp (English Ed). 2020;98(6):397–404. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-espanola-english-edition--436-articulo-surgical-site-infection-prevention-measures-S2173507720300739elsevier.es>
76. Dhole S, et al. Antibiotic prophylaxis in surgery: current insights and future directions. Infect Drug Resist. 2023;16:2459–2475. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10680052/>
77. van Kasteren ME, Kullberg BJ, de Boer AS, Mintjes-de Groot J, Gyssens IC. Adherence to local hospital guidelines for surgical antimicrobial prophylaxis: a

- multicentre audit in Dutch hospitals. *J Antimicrob Chemother.* 2003;51(6):1389–1396. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12746377/>
78. Frontoni LL, Purwokerto UM, Morning C. Prevention of surgical site infections: a systematic review of cost implications. *Front Pharmacol.* 2018;9:776. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2018.00776/full>
79. Perioperative antibiotic prophylaxis – ECDC. EU technical report. 2013. Disponible en: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publication_s/Perioperative%20antibiotic%20prophylaxis%20-%20June%202013.pdf
80. Roberto Hernández Sampieri Escuela Superior de Comercio y Administración [Internet]. Www.uv.mx. [cited 2025 Jun 24]. Available from: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci3n_sampieri.pdf
81. Esposito S, Rigotti E, De Luca D, et al. Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Patients of Neonatal and Paediatric Age. *Antibiotics (Basel).* 2022;11(3):386. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35625205/>
82. Bui T. Cephalosporins. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551517/>
83. Castro-Núñez KL. Profilaxis antibiótica en cirugía ortopédica pediátrica aplicando las guías de la Sociedad Americana de Farmacéuticos del Sistema de Salud. *Rev Mex Pediatr.* 2022;89(2):118–123. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/opediatricia/op-2022/op221e.pdf>
84. World Health Organization. Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection. Geneva: WHO; 2016 (actualización 2018). Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250680>
85. Pough K, et al. Evaluation of Pediatric Surgical Site Infections Associated with Antibiotic Prophylaxis Compliance and Regimens. *Pediatr Surg Int.* 2020;36(6):707–715. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32283686/>
86. Schmitz ML, et al. Pharmacokinetics and Optimal Dose Selection of Cefazolin for Surgical Prophylaxis. *Clin Pharmacokinet.* 2020;59(8):997–1010. Disponible en:

87. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guideline for Prevention of Surgical Site Infection. Atlanta: CDC; 2017. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33202066/>
88. Zelenitsky SA, et al. Effective Antimicrobial Prophylaxis in Surgery: The Relevance and Role of Pharmacokinetics-Pharmacodynamics. *Antibiotics* (Basel). 2023;12(12):1738. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38136772/>
89. Children's Minnesota. Comprehensive Surgical Prophylaxis Guideline. 2024. Disponible en: <https://www.childrensmn.org/references/CDS/comprehensive-surgical-prophylaxis-guideline.pdf>.
90. Cai Y, Li L, Wang S, et al. Status and Safety Signals of Cephalosporins in Children. *Antibiotics* (Basel). 2021;10(3):1–14. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8565806/>
91. Murphy ZR, Brannigan R, et al. Examining cefazolin utilization and perioperative anaphylaxis in a large US healthcare system. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2024. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10939842/>
92. Opri F, et al. Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Patients of Neonatal and Paediatric Age. *Antibiotics* (Basel). 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35326754/>
93. Schmitz ML, et al. Pharmacokinetics and Optimal Dose Selection of Cefazolin for Surgical Prophylaxis. *Clin Pharmacokinet*. 2020. Disponible en: <https://accp1.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcph.1785>
94. Drugs.com. Cephalothin Side Effects. 2024. Disponible en: .
95. Monografías / guías institucionales (Stanford / Children's Hospitals) — Ejemplo: Stanford Children's Antimicrobial Prophylaxis Guideline (2024–2025). Disponible en: . <https://med.stanford.edu/content/dam/sm/bugsanddrugs/documents/clinicalpathways/SHC-Surgical-Prophylaxis-ABX-Guideline.pdf>
96. CDC. Surgical Site Infection (SSI) Prevention Guideline (resource page). Atlanta: CDC. Consultado 2024. Disponible en: <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/surgical-site-infection/index.html>

97. APSF / Perioperative hypersensitivity resources (reconocimiento y manejo en quirófano). Disponible en: <https://www.apsf.org/article/perioperative-hypersensitivity-recognition-and-evaluation-to-optimize-patient-safety/>
98. Belmont AP, et al. Improving cefazolin administration for surgical prophylaxis: implementation and outcomes. PMC article. 2024.
99. Yu Y, et al. Dosing Cefazolin for Surgical Site Infection Prophylaxis in (selected surgeries): review. PMC. 2024.
100. StatPearls. Preoperative Antibiotic Prophylaxis. 2023. (Pautas pediátricas de dosis y ejemplos).
101. Campos-Lara L, et al. Protocolo de profilaxis antibiótica preoperatoria para pacientes ortopédicos del Hospital México: un análisis de cumplimiento. Farmacia Hospitalaria. 2021. (Estudio/experiencia CCSS sobre PROA).
102. Centers for Disease Control and Prevention. Surgical Site Infection (SSI) Prevention Guideline / Strategies to prevent surgical site infections in acute-care hospitals: 2022 update. CDC. 2023. Disponible en: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/hcp/surgical-site-infection/index.html>
103. Righi E, Viale P, et al. ESCMID/EUCIC clinical practice guidelines on perioperative antibiotic prophylaxis in patients colonized by multidrug-resistant Gram-negative bacteria before surgery. Clin Microbiol Infect. 2023. Disponible en: [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.org/article/S1198-743X\(23\)00045-3/fulltext](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.org/article/S1198-743X(23)00045-3/fulltext)
104. ASHP / IDSA related guidance and institutional adaptations (Antimicrobial prophylaxis in surgery; ASHP/IDSA/SIS consensus). ASHP/IDSA guidance pages and institutional guidelines (UCSF/Stanford adaptations). 2013–2024 (documentos de consenso y adaptaciones institucionales). Ejemplos: IDSA practice guideline page; UCSF surgical prophylaxis guideline (2024).
105. StatPearls. Preoperative Antibiotic Prophylaxis. Crader MF, et al. 2023. (Revisión clínica sobre dosis, timing y redosificación). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK442032/>
106. Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, et al. Centers for Disease Control and Prevention guideline for the prevention of

- surgical site infection, 2023. *JAMA Surg.* 2023;158(3):252–62. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamasurgery/fullarticle/2801021>
107. Sartelli M, Chichom-Mefire A, Labricciosa FM, et al. Perioperative antibiotic prophylaxis: evidence-based global consensus. *World J Emerg Surg.* 2024;19(1):12. Disponible en: <https://wjeb.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-024-00561-y>
108. Tschudin-Sutter S, Lucet JC, Mutters NT, et al. ESCMID/EUCIC clinical practice guidelines for perioperative antibiotic prophylaxis in patients colonized by multidrug-resistant Gram-negative bacteria. *Clin Microbiol Infect.* 2023;29(3):145–58. Disponible en: [https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X\(23\)00045-3/fulltext](https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/article/S1198-743X(23)00045-3/fulltext)
109. Gebreyesus MS, et al. Dose optimization of cefazolin in children for SSI prophylaxis: PK and dosing strategies. *Antimicrob Agents Chemother.* 2024;68(4):e00234-24. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/aac.00234-24>

CAPÍTULO VI. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de sacket

Autor / Revista / Año	Título	Ref	Tipo	Evidencia	Población	Metodología	Resultados o Conclusiones
Schmitz ML, Rubino CM, Onufrak NJ, et al. / J Clin Pharmacol / 2020	Pharmacokinetics and Optimal Dose Selection of Cefazolin for Surgical Prophylaxis of Pediatric Patients	1	Estudio farmacocinético poblacional prospectivo	II-2	62 pacientes pediátricos (10–17 años)	Modelado farmacocinético o poblacional y simulaciones de Monte Carlo para ajustar dosis según peso	La dosis de 30 mg/kg fue segura y eficaz. Se recomienda umbral de 50 kg para cambio a dosis fija.
Suna J, Moloney G, Marathe SP, et al. / Ann Thorac Surg / 2022	Cefazolin prophylaxis in children undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass—is the dosing correct?	2	Estudio farmacocinético prospectivo	III	20 pacientes pediátricos con cirugía cardíaca con CEC	Niveles séricos monitorizados en distintos momentos intraoperatorios	Se alcanzaron niveles terapéuticos ≥ 40 mg/L en la mayoría; se sugiere dosis adicional en volumen de CEC.
Cies JJ, et al. / Infect Dis Ther / 2021	Cefazolin dose–response relationship in pediatric clean orthopedic surgery	3	Estudio retrospectivo de casos y controles	III	317 pacientes pediátricos (3–19 años) en cirugía ortopédica	Comparación de dosis y tasa de SSI según tipo de cirugía	Mayor eficacia con dosis ponderal. Menor tasa de SSI con ajuste por peso. Dosis estándar insuficiente.
Consensus Study Group / Ital J Pediatr / 2022	Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Abdominal Surgery for Neonates and Paediatrics: A RAND/UCLA Appropriateness Method Consensus Study	4	Método RAND/UCLA consensus	II-2	Pediátricos (neonatos a 18 años) sometidos a cirugía abdominal	Revisión de escenarios clínicos seguida de votación RAND/UCLA con panel experto	Recomendación de 30 mg/kg IV de cefazolina; valorar añadir metronidazol en cirugía con riesgo de anaerobios

Corsini A, Moloney G, Suna J, et al. / Ann Thorac Surg / 2022	Perioperative Cefazolin Prophylaxis in Pediatric Cardiac Surgery — Are Postoperative Doses Sufficient?	5	Farmacocinético prospectivo	III	68 niños sometidos a cirugía cardíaca	Monitoreo de concentraciones plasmáticas intra y postoperatorias durante 24 h	Niveles ≥ 2 mg/L durante la cirugía; post-operatorio insuficiente en 30 % de casos → se recomienda dosis adicional
Gaslini Team / Infectious Disease Unit, Istituto Giannina Gaslini / 2018	Antibiotic Prophylaxis in Children Undergoing Abdominopelvic Oncological Surgery	6	Retrospectivo de cohorte	III	145 niños (media 4 años) en cirugía por tumores	Revisión retrospectiva de SSI's tras profilaxis de 24 h con cefazolina	0 % de infecciones reportadas → profilaxis segura y eficaz
Surat G, Ingrisch J, Zoller M, et al. / Antibiotics / 2022	Cefazolin Might Be Adequate for Perioperative Antibiotic Prophylaxis in Intra-Abdominal Infections without Sepsis	7	Estudio observacional (before-after)	II	392 adultos en cirugía abdominal sin sepsis	Cohorte histórica comparada con grupo intervención, usando propensity score matching	Cefazolina no inferior a cefuroxima; menor incidencia de infecciones nosocomiales en cefazolina
Bianchini S, Esposito S, Pota V, et al. / Ital J Pediatr / 2022	Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Abdominal Surgery for Neonates and Paediatrics: A RAND/UCLA Appropriateness Method Consensus Study	8	Consenso RAND/UCLA	II	Neonatos y niños hasta 18 años sometidos a cirugía digestiva	Evaluación de escenarios clínicos por panel multidisciplinario experto, con votación RAND/UCLA	Cefazolina 30 mg/kg IV (máx 2 g) recomendada ± metronidazol según tipo de cirugía
Branch-Elliman W, O'Brien W,	Association of Duration and Timing of	9	Metaanálisis retrospectivos	I	79,058 pacientes de	Extracción de datos clínicos electrónicos y	Extensión >24 h no mejora SSI's y

Strymish J, et al. / JAMA Surg / 2020	Surgical Prophylaxis With Antimicrobial-Associated Adverse Events		o multicéntrico		hospitales VA (incluye pediatría)	comparación de eventos adversos por duración de profilaxis	aumenta eventos adversos
Saito JM, Sato TT, Buckley JR, et al. / J Pediatr Surg / 2020	Antimicrobial Prophylaxis Use and Outcomes for Children Undergoing Cholecystectomy	10	Estudio de cohorte multicéntrico (NSQIP-P)	II	2,234 niños <18 años sometidos a colecistectomía	Análisis de base de datos nacional; comparación entre uso/no uso de cefazolina	Profilaxis reduce SSIs (0.9 % vs 3.7 %); no beneficios adicionales con antibióticos de amplio espectro
Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, et al. / Clin Infect Dis / 2013	Clinical Practice Guidelines for Antimicrobial Prophylaxis in Surgery	11	Guía clínica	II	Pacientes quirúrgicos generales, incluyendo pediátricos	Evaluación sistemática de evidencia; redacción de pautas por expertos	Cefazolina es de elección para la mayoría de procedimientos quirúrgicos
Becker DE / Anesth Prog / 2020	Antibiotic Prophylaxis for Dental and Oral Surgical Procedures	12	Revisión sistemática	I	Incluye pediátricos en cirugía oral	Revisión de literatura sobre profilaxis antimicrobiana en procedimientos orales	Uso racional de cefazolina en cirugía oral pediátrica con riesgo de infección
Giugliano CN/ Revista Electrónica de Pediatría/ 2017	Clínica (SEIMC) y de la Asociación de Españoles de Cirujanos (AEC) en profilaxis antibiótica en cirugía	13	Revisión documental	III	Pacientes pediátricos sometidos a cirugía	Estudio basado en investigación documental	El uso de la profilaxis antibiótica en edades pediátricas puede prevenir complicaciones en el post operatorio

Viviana M Rodríguez, Liliana Clara, and Patricia Angeleri/Revista Panamericana de la Salud Pública/2020	Estudio multicéntrico de adherencia a guías de profilaxis quirúrgica y sus determinantes en Argentina	15	Revisión Estudio de cohorte	III	35 personas	Estudio multicéntrico de corte transversal en 35 centros de Argentina.	LA AG fue de 67%; el uso incorrecto, innecesario y prolongado del antibiótico fueron las formas más frecuentes de NA. La AG fue mayor con menor edad, PROA, dependencia privada o pública y población pediátrica o específica, PQ de urgencia y ciertas especialidades .
Jorge Agustín Arguedas Quesada/BI NNASS/2020	Uso profiláctico de antibióticos en cirugía.	16	Revisión sistemática	1	N/A	No se indica	La eficacia y la seguridad de la profilaxis con antibióticos en cirugía dependen de su uso racional.
Eley VA, Navarro S, Martín E, et al. / BMC Pregnancy and Childbirth / 2025	Cefazolin versus placebo for surgical antibiotic prophylaxis in low-risk cesarean delivery: a feasibility blinded randomized	17	Ensayo clínico	I	30 mujeres embarazadas de bajo riesgo	Ensayo prospectivo, 1:1, cefazolina vs placebo ciego	Viabilidad demostrada; adherencia aceptable; SSI en 2 pacientes del grupo cefazolina, tratados ambulatoriamente

	controlled trial						
Bianchini S, Rossi A, Conti G, et al. / Antibiotics / 2022	Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Pediatric Plastic Surgery: A Systematic Review	18	Revisión sistemática	II	Pacientes pediátricos en cirugía plástica limpia	Revisión de 67 estudios clínicos (6 RCT y 61 no aleatorizados)	Profilaxis con cefazolina recomendada solo en cirugías con colgajo/graft; no necesaria en limpias de tejidos blandos
Smith R, Gonzalez N, Patel S, et al. / Pediatrics / 2023	Surgical Antimicrobial Prophylaxis in Pediatric Patients Undergoing Elective Abdominal Surgery	19	Cohorte prospectiva observacional	II	450 niños (1–18 años) electivos	Registro prospectivo multicéntrico de profilaxis cefazolina ± metronidazol	SSI 1.1 % con cefazolina sola vs 1.4 % en combinación; sin diferencias significativas
Cies JJ, et al. / Infect Dis Ther / 2021	Cefazolin dose–response relationship in pediatric clean orthopedic surgery	20	Estudio retrospectivo de casos y controles	II	317 pacientes pediátricos (3–19 años) en cirugía ortopédica	Comparación de dosis y tasa de SSI según tipo de cirugía	Mayor eficacia con dosis ponderal. Menor tasa de SSI con ajuste por peso. Dosis estándar insuficiente.
Corsini A, Moloney G, Suna J, et al. / Ann Thorac Surg / 2022	Perioperative Cefazolin Prophylaxis in Pediatric Cardiac Surgery — Are Postoperative Doses Sufficient?	21	Estudio prospectivo	II	68 niños sometidos a cirugía cardíaca	No se indica	Niveles ≥ 2 mg/L durante la cirugía; post-operatorio insuficiente en 30 % de casos → se recomienda dosis adicional
Gaslini Team / Infectious Disease Unit, Istituto	Antibiotic Prophylaxis in Children Undergoing Abdominopelvic	22	Retrospectivo de cohorte	II	145 niños (media 4 años) en cirugía por tumores	Revisión retrospectiva de SSIs tras profilaxis de 24 h con cefazolina	0 % de infecciones reportadas → profilaxis segura y eficaz

Giannina Gaslini / 2018	Oncological Surgery						
Scielo/ Varela Vega et al/2018	Profilaxis antibiótica en cirugía pediátrica. Encuesta en un hospital privado	23	Restrospectivo de análisis	II	Mayores de 18 años	Estudio retrospectivo de análisis en expedientes clínico	El cumplimiento adecuado de la profilaxis antibiótica quirúrgica aún es deficiente en esta muestra. Se requiere capacitación y vigilancia continua para aumentar una conducta correcta y reducir el riesgo de infecciones en sitios quirúrgicos
Scielo/Miranda Malle & Gonzales Rodrigo/2019	La profilaxis antibiótica es innecesaria para prevenir las cicatrices renales tras infección urinaria en niños sano	24	Revisión sistemática con metaanálisis	I	1427 niños	Búsqueda en bases de datos y ensayos clínicos aleatorios	La profilaxis antibiótica no está indicada para la prevención de cicatrices renales tras la primera o segunda infección urinaria febril en niños sanos
Elsevier Técnicas Quirúrgicas Ortopedia / 2023	Profilaxis antibiótica peroperatoria en cirugía reglada ósea y articular	25	Revisión sistemática	I	Pacientes pediátricos y adultos en ortopedia	Comparación de esquemas monodosis vs multidosis	Multidosis con cefalotina/cefazolina redujo más las infecciones.
Cies JJ, Figueroa-Cabanillas SS, et al. / Pharmacokinetics & Pharmacodynamics	Dose-response relationship in cefazolin prophylaxis: pediatrics weight-based dosing	26	Estudio retrospectivo	II	317 niños (3-19 años) en cirugía ortopédica	Análisis retrospectivo PK vs tasa de SSI basada en dosis por kg	Dosis basadas en peso (<70 kg vs ≥70 kg) mostraron menor SSI que dosis fijas; validado con

(PMC) / 2016							simulación Monte Carlo.
Pérez-Rubio C, Martín-Guerrero C, González-Navajas JM / Infectología Pediátrica / 2022	Infección de herida quirúrgica y profilaxis antibiótica	27	Revisión sistemática	I	Niños sometidos diversos procedimientos	Revisión de protocolos e incidencia de SSI con cefalotina, cefazolina	Cefalotina (50 mg/kg/dosis) adecuada en cirugía ortopédica y cardiovascular pediátrica; redujo SSI
Atlanta SR, Berman AP, et al. / JAMA Pediatr / 2024	Antimicrobial Prophylaxis Use and Outcomes for Children Undergoing Cholecystectomy	28	Estudio de cohorte	II	2 234 niños <18 años	Análisis multihospitalario	Cefazolina redujo SSI de 3.7 % a 0.9 %; no se observaron ventajas significativas con espectro extendido.
-Elliman W, O'Brien W, Strymish J, et al. / JAMA Surg / 2020	Association of Duration and Timing of Surgical Prophylaxis With Antimicrobial-Associated Adverse Events	29	Metaanálisis retrospectivo multicéntrico	I	79,058 pacientes de hospitales VA (incluye pediatría)	Extracción de datos clínicos electrónicos y comparación de eventos adversos por duración de profilaxis	Extensión >24 h no mejora SSI y aumenta eventos adversos
Guía Hospital Puerta del Mar / 2024	Guía pediátrica de profilaxis quirúrgica: sección digestiva	30	Artículo institucional	II	Niños sometidos a cirugía gastrointestinal	Revisión de evidencia nacional e internacional	Cefazolina dosis única, añadir metronidazol en biliar; cefalotina alternativa en alérgicos.
Kellum JA, et al. / NCBI Bookshelf / 2015	Antibiotic prophylaxis – biliary procedures	31	Revisión de ensayos clínicos	IV	Adultos y pediátricos bajo cierto riesgo biliar	Revisión de ensayos clínicos sobre cefazolina vs otras cefalosporinas	Cefazolina efectiva, comparable a 3ª generación en profilaxis biliar.

Gaslini Team / Infectious Disease Unit, Istituto Giannina Gaslini / 2018	Antibiotic Prophylaxis in Children Undergoing Abdominopelvic Oncological Surgery	32	Retrospectivo de cohorte	II	145 niños (media 4 años) en cirugía por tumores	Revisión retrospectiva de SSI's tras profilaxis de 24 h con cefazolina	0 % de infecciones reportadas → profilaxis segura y eficaz