

## ***Determinantes del control del asma en contextos de bajos recursos: rol de la edad***

*Determinants of asthma control in low-resource settings: the role of age*

Karen Roxana Pulido Murillo ✉<sup>a</sup>; Luis Alberto Concepción Urteaga<sup>2</sup> <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Privada Antenor  
Orrego. Trujillo, Perú  
[Oxana128@hotmail.com](mailto:Oxana128@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-4887-2118>

<sup>b</sup> Hospital Regional Docente de  
Trujillo. Trujillo, Perú  
[lconcepcion@unitru.edu.pe](mailto:lconcepcion@unitru.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0003-0462-3101>

### **Resumen**

**Introducción:** El control del asma sigue siendo subóptimo en países de ingresos bajos y medios. La adherencia terapéutica es fundamental, pero su efectividad puede estar modulada por factores sociodemográficos como la edad, un aspecto poco explorado en estos contextos. **Objetivo:** Examinar los determinantes del control del asma en un entorno de recursos limitados y evaluar el rol moderador de la edad en la relación entre adherencia terapéutica y control. **Metodología:** Se realizó un estudio transversal analítico con 133 adultos con asma en Perú. Se empleó el Test de Adhesión a Inhaladores (TAI) y el Asthma Control Test (ACT). El análisis incluyó regresión logística binaria jerárquica, incorporando un término de interacción edad×adherencia. **Resultados:** La adherencia fue el predictor más fuerte de control (OR=1.28, p<0.001). Se identificó una interacción significativa edad×adherencia (OR=1.04, p=0.035), donde el efecto de la adherencia sobre el control se intensificó en adultos mayores, pero mostró una relación atenuada en adultos jóvenes. El modelo final explicó el 62% de la varianza en el control. **Conclusiones:** La edad modera críticamente la efectividad de la adherencia, requiriendo intervenciones diferenciadas. Se necesitan guías clínicas adaptadas que consideren este factor para optimizar el manejo en entornos de bajos recursos.

**Palabras clave:** Adherencia al tratamiento; Asma; Desigualdades en salud; Factores de edad; Países en desarrollo.



### **Cómo citar:**

Pulido Murillo KR, Concepción Urteaga LA. Determinantes del control del asma en contextos de bajos recursos: rol de la edad. *Vive Revista de Investigación en Salud*. 2026;9(26).  
<https://doi.org/10.33996/revistavive.v9i26.497>

Research Article  
Peer-reviewed  
Open Access

### **Abstract**

**Introduction:** Asthma control remains suboptimal in low- and middle-income countries. Treatment adherence is fundamental, but its effectiveness may be modulated by sociodemographic factors such as age, an underexplored aspect in these contexts. **Objective:** To examine the determinants of asthma control in a low-resource setting and to evaluate the moderating role of age in the relationship between treatment adherence and control. **Methods:** An analytical cross-sectional study was conducted with 133 adults with asthma in Peru. The Test of Adherence to Inhalers (TAI) and the Asthma Control Test (ACT) were used. The analysis included hierarchical binary logistic regression, incorporating an age×adherence interaction term. **Results:** Adherence was the strongest predictor of control (OR=1.28, p<0.001). A significant age×adherence interaction was identified (OR=1.04, p=0.035), where the effect of adherence on control was intensified in older adults but showed an attenuated relationship in younger adults. The final model explained 62% of the variance in control. **Conclusions:** Age critically moderates the effectiveness of adherence, requiring differentiated interventions. Adapted clinical guidelines that consider this factor are needed to optimize management in low-resource settings.

**Keywords:** Treatment adherence; Asthma; Health inequalities; Age factors; Developing countries.



## Introducción

El asma constituye una carga global de enfermedad sustancial y persistente, con 260,5 millones de casos prevalentes en 2021 y una tasa estandarizada de 3340,1 por 100 000 habitantes, según el análisis de la Carga Global de Enfermedad <sup>(1)</sup>. Esta alta prevalencia se acompaña de una morbilidad significativa, atribuible en gran medida a factores de riesgo modificables como el tabaquismo, la contaminación atmosférica y el alto índice de masa corporal <sup>(2)</sup>. La distribución de esta carga es desigual, observándose una compleja relación entre el nivel de desarrollo socioeconómico y los resultados en salud, donde las regiones con alto índice sociodemográfico presentan mayor prevalencia, pero menor mortalidad y años de vida ajustados por discapacidad.

No obstante, esta carga se manifiesta de manera particularmente crítica en los países de ingresos bajos y medios (LMIC), donde persisten brechas alarmantes en el diagnóstico y tratamiento. En este sentido, se han identificado barreras estructurales como el acceso limitado a espirometría, escasez de medicamentos esenciales como los corticosteroides inhalados (CSI) y falta de capacitación profesional <sup>(3)</sup>. En el caso específico del asma grave infantil en LMIC, aunque su prevalencia relativa es baja, causa una morbilidad significativa debido a la exposición a factores de riesgo evitables y al acceso limitado a terapias avanzadas <sup>(4)</sup>.

En este contexto, la adherencia terapéutica emerge como un determinante central para alcanzar un control óptimo. Al respecto, se ha destacado que una adherencia subóptima a los CSI en niños se asocia con un peor control y más exacerbaciones <sup>(5)</sup>. Adicionalmente, se enfatiza que la adherencia es un fenómeno multifactorial que representa el eslabón crítico donde convergen barreras conductuales, educativas y estructurales, siendo fundamental para desbloquear un mejor control del asma <sup>(6)</sup>.

Sin embargo, los factores que dificultan la adherencia en LMIC son profundos y multifacéticos. Más allá de las barreras económicas, operan creencias culturales, disparidades socioeconómicas arraigadas y una falta de estrategias sanitarias integradas con la comunidad <sup>(7)</sup>. Esta realidad se confirma en entornos específicos, como Bangladesh <sup>(8)</sup>, donde se reportó una tasa de no adherencia del 86% entre adultos, asociada a factores como la juventud, el área rural y un menor nivel educativo.

Por consiguiente, los determinantes socioeconómicos de la salud desempeñan un papel crucial en la trayectoria del asma. En este sentido, factores como la vivienda inadecuada, las exposiciones ambientales interiores y exteriores, y el racismo estructural generan desigualdades en los resultados de salud pediátricos <sup>(9)</sup>. En adultos, se notificó que uno de cada seis pacientes en EE.UU. reporta no adherencia relacionada con el costo, siendo los jóvenes, las personas de bajos ingresos y aquellos sin seguro los más afectados <sup>(10)</sup>.

Específicamente, la relación entre adherencia y control clínico es compleja y no siempre lineal. A su vez, la no adherencia y una baja alfabetización en salud son factores clave en el asma de difícil control, requiriendo una evaluación integral que vaya más allá del mero reporte del uso de medicamentos <sup>(11)</sup>. Curiosamente, se encontró en un contexto español, la desigualdad socioeconómica a nivel de área no se asoció con un peor control, sugiriendo que otros factores, como la educación parental, pueden ejercer un efecto protector más directo <sup>(12)</sup>.

Además, el papel del nivel educativo como determinante aislado parece matizarse según el contexto del sistema de salud. En esta dirección, en pacientes brasileños con acceso a neumólogos y tratamiento, un bajo nivel educativo no fue un factor limitante para el

control <sup>(13)</sup>. No obstante, en otros escenarios, como en Arabia Saudita <sup>(14)</sup>, un bajo conocimiento de los cuidadores se vinculó directamente con una adherencia inadecuada y un mayor riesgo de hospitalización en niños.

A esta complejidad se suma el desafío metodológico de medir la adherencia de manera precisa, especialmente en entornos en desarrollo. Además, la escasez de herramientas validadas localmente y la falta de un marco legislativo que priorice la evaluación de la adherencia en países como Macedonia del Norte <sup>(15)</sup>, limita la capacidad para identificar y abordar el problema de manera efectiva.

Frente a estos desafíos, diversas intervenciones han sido evaluadas con resultados mixtos. Al respecto, se encontró que los incentivos financieros modestos no mejoraron significativamente la adherencia en adolescentes que ya recibían monitoreo y recordatorios <sup>(16)</sup>. Por otro lado, se observó que la percepción de vulnerabilidad durante la pandemia de COVID-19 mejoró la adherencia <sup>(17)</sup>, sugiriendo que intervenciones que clarifiquen la necesidad y el beneficio del tratamiento pueden ser efectivas.

En la búsqueda de soluciones, las innovaciones tecnológicas ofrecen nuevas perspectivas. Así, en una revisión sobre el potencial del aprendizaje automático para predecir exacerbaciones y fenotipos en asma pediátrica, se identificaron limitaciones en la calidad de los datos <sup>(18)</sup>. Complementariamente, se destacó que el valor de los inhaladores inteligentes, las aplicaciones móviles y la telemedicina como herramientas para un monitoreo continuo y personalizado <sup>(6)</sup>.

Por tanto, se hace evidente la necesidad de enfoques de intervención integrales y contextualizados. En esta dirección, investigadores abogan por estrategias que combinen participación comunitaria, educación y mejoras en infraestructura sanitaria <sup>(7)</sup>. Este llamado es respaldado por experiencias como la del programa ProAR en Brasil, donde una intervención comunitaria multidisciplinaria que facilitó el acceso a medicamentos y educación demostró ser costo-efectiva y redujo las hospitalizaciones de forma drástica <sup>(19)</sup>. De manera similar, otros autores subrayan el papel clave de los trabajadores de salud comunitarios para cerrar las brechas en el cuidado del asma en poblaciones de bajos ingresos <sup>(20)</sup>.

En consecuencia, el objetivo de esta investigación es examinar los determinantes del control del asma en un entorno de bajos recursos y evaluar específicamente el rol moderador de la edad en la relación entre la adherencia terapéutica y el control del asma, empleando un diseño transversal analítico y modelos de regresión jerárquica que permitan identificar interacciones estadísticamente significativas.

## Materiales y métodos

Se condujo un estudio observacional, transversal y analítico entre marzo y agosto de 2023 en servicios de neumología y medicina interna de dos hospitales públicos de nivel II-2 en Chimbote, región Áncash, Perú. El diseño transversal permitió evaluar simultáneamente la adherencia terapéutica y el control del asma en un punto temporal específico, mientras que el enfoque analítico facilitó la evaluación de asociaciones y efectos de moderación entre variables sociodemográficas y clínicas.

La población objetivo comprendió adultos con diagnóstico confirmado de asma bronquial en tratamiento farmacológico regular. Los criterios de inclusión establecieron: edad  $\geq 18$  años, diagnóstico médico de asma según criterios GINA vigentes, tratamiento con corticoides inhalados  $\pm$  broncodilatadores de acción prolongada durante  $\geq 6$  meses,

capacidad de comprensión del idioma español, y consentimiento informado firmado. Contrariamente, los criterios de exclusión eliminaron: pacientes con exacerbaciones agudas en las 4 semanas previas, comorbilidades respiratorias mayores (EPOC, fibrosis pulmonar), trastornos cognitivos que impidieran completar cuestionarios, embarazo, y negativa a participar. Mediante muestreo no probabilístico consecutivo durante el período de estudio, se reclutó una muestra final de 133 participantes que cumplieron todos los criterios establecidos.

La medición de adherencia terapéutica se realizó utilizando el Test de Adhesión a Inhaladores (TAI), instrumento validado específicamente para pacientes con asma y EPOC que utiliza inhaladores presurizados. El TAI comprende 12 ítems que evalúan tres dominios: adherencia esporádica (ítems 1-5, relacionados con olvido ocasional), adherencia deliberada (ítems 6-10, referentes a decisiones conscientes de no usar medicación) y adherencia inconsciente (ítems 11-12, asociadas a técnica inhalatoria incorrecta). Cada ítem se califica en escala Likert de 5 puntos (1=siempre, 5=nunca), generando puntajes de 10-50 puntos. La clasificación establece: adherencia buena (50 puntos), intermedia (46-49 puntos) y mala (<46 puntos), donde puntajes mayores indican mejor adherencia terapéutica.

El control del asma se evaluó mediante el Asthma Control Test (ACT), cuestionario validado internacionalmente que consta de 5 preguntas sobre síntomas respiratorios, uso de medicación de rescate, y limitación de actividades durante las 4 semanas previas. Cada ítem se califica de 1-5 puntos, generando un puntaje total de 5-25 puntos. El punto de corte establecido define: asma controlada ( $\geq 20$  puntos), parcialmente controlada (16-19 puntos) y no controlada ( $\leq 15$  puntos). Para propósitos analíticos, se dicotomizó en controlada ( $\geq 20$ ) versus no controlada ( $< 20$ ), siguiendo recomendaciones internacionales vigentes.

Las variables sociodemográficas incluyeron edad (años cumplidos), sexo (masculino/femenino), nivel educativo estratificado en cuatro categorías (primaria, secundaria, técnica/universitaria incompleta, superior completa), estado civil, ocupación, e ingresos económicos mensuales. Las variables clínicas contemplaron tiempo de diagnóstico (años desde diagnóstico inicial), número de exacerbaciones en los 12 meses previos, presencia de comorbilidades (hipertensión arterial, diabetes mellitus, obesidad), tipo de terapia inhalatoria (monoterapia con corticoides versus terapia combinada ICS+LABA), y evaluación de técnica inhalatoria mediante demostración directa del dispositivo utilizado.

En relación a la operacionalización de las variables en el estudio, el control del asma fue la variable dependiente, medida de forma categórica mediante el Asthma Control Test (ACT). Se dicotomizó como no controlado (puntaje  $< 20$ ) y controlado (puntaje  $\geq 20$ ). Por otro lado, la adherencia terapéutica fue la variable independiente principal. Se midió de forma continua/ordinal con el Test de Adhesión a Inhaladores (TAI), cuyo puntaje oscila entre 0 y 50, analizándose como una variable continua en los modelos de regresión.

Además, la edad funcionó como variable de control y moderadora, medida de forma continua en años cumplidos (rango: 18-85 años). El nivel educativo fue una variable de control ordinal, categorizada en: 1=Primaria, 2=Secundaria, 3=Técnica/Universitaria incompleta y 4=Superior. El tiempo de enfermedad se controló de forma continua, registrado en años desde el diagnóstico (rango: 1-40 años). La presencia de comorbilidades fue una variable de control dicotómica (0=No, 1=Sí), obtenida del registro clínico.

Por otra parte, la validación psicométrica de los instrumentos se realizó calculando el coeficiente Alfa de Cronbach para evaluar la consistencia interna tanto del TAI como del

ACT en la muestra específica de estudio. Adicionalmente, se aplicó la prueba de factor único de Harman para controlar el Common Method Bias, considerando que ambas variables principales (adherencia y control) fueron auto-reportadas por los participantes mediante cuestionarios administrados en la misma sesión de evaluación.

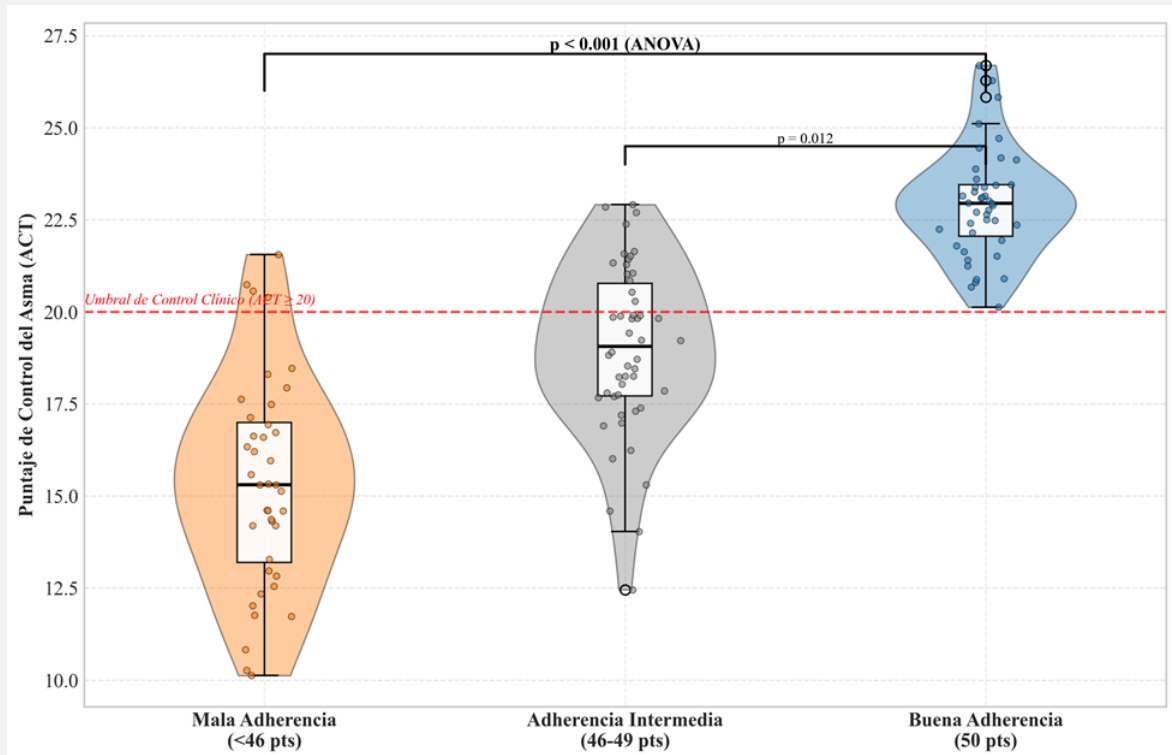
El análisis estadístico siguió una estrategia jerárquica progresiva. Inicialmente, se realizó estadística descriptiva mediante frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas, y medidas de tendencia central y dispersión para variables continuas. Las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov determinaron la elección de pruebas paramétricas o no paramétricas subsecuentes. Para análisis bivariado, se utilizaron pruebas Chi-cuadrado de Pearson para asociaciones entre variables categóricas, pruebas t-Student para comparación de medias entre dos grupos, ANOVA unidireccional para comparaciones múltiples, y correlaciones de Pearson o Spearman según la distribución de los datos.

El análisis multivariado empleó regresión logística binaria jerárquica en tres modelos progresivos para evaluar predictores del control del asma. El Modelo 1 incluyó exclusivamente variables sociodemográficas y clínicas de control: edad, sexo, nivel educativo y tiempo de enfermedad. El Modelo 2 agregó la adherencia terapéutica (puntaje TAI como variable continua) para evaluar su contribución independiente sobre las variables de control. Finalmente, el Modelo 3 incorporó el término de interacción edad  $\times$  adherencia (edad  $\times$  puntaje TAI) para examinar efectos de moderación. La bondad de ajuste se evaluó mediante  $R^2$  de Nagelkerke y la prueba de Hosmer-Lemeshow, mientras que la significancia estadística se estableció en  $p < 0.05$ .

Los análisis se realizaron utilizando SPSS versión 28.0, con aplicación de bootstrapping (1000 muestras) para intervalos de confianza robustos. Previo al desarrollo del estudio, se obtuvo aprobación del Comité de Ética en Investigación institucional, siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y normativas nacionales vigentes. Todos los participantes proporcionaron consentimiento informado escrito después de recibir explicación detallada sobre objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios del estudio. Se garantizó confidencialidad mediante codificación anónima de datos y almacenamiento seguro de información personal, respetando principios de autonomía, beneficencia y justicia en investigación con seres humanos.

## Resultados

La Figura 1 revela un desplazamiento distribucional progresivo y estadísticamente significativo de los puntajes de control del asma según niveles de adherencia terapéutica. El análisis de varianza unidireccional confirmó diferencias significativas entre grupos ( $F=18.7$ ,  $p < 0.001$ ), donde la adherencia buena mostró la mayor concentración de casos por encima del umbral clínico de control ( $ACT \geq 20$ ), mientras que la adherencia mala presentó una distribución sesgada hacia puntajes bajos de control. Las pruebas post-hoc de Tukey identificaron diferencias significativas entre todos los pares de comparación ( $p < 0.05$ ), evidenciando una relación dosis-respuesta entre niveles de adherencia y control del asma que trasciende las diferencias en medias, manifestándose como un cambio distribucional completo hacia el control óptimo conforme mejora la adherencia terapéutica.



**Figura 1.** Desplazamiento Distribucional de los Puntajes de Control del Asma (ACT) según Niveles de Adherencia Terapéutica. El gráfico comparativo muestra la distribución completa de puntajes ACT a través de tres niveles de adherencia (Mala, Intermedia, Buena) con densidad kernel, boxplot y dispersión con jitter. Línea roja punteada en ACT = 20. Brackets superiores indican diferencias estadísticamente significativas mediante ANOVA y pruebas post-hoc de Tukey]

La muestra, conformada por 133 participantes, presentó una edad media de 48.5 años (DE=16.2), con un rango entre 18 y 82 años. Predominó el sexo femenino (58.6%, n=78) y el 46.6% (n=62) de los individuos reportó un nivel educativo superior a la secundaria. Estas características sociodemográficas describen una cohorte de adultos con heterogeneidad en edad y formación académica, representativa de la población atendida en los servicios públicos de salud de la zona de estudio, lo cual proporciona un contexto adecuado para analizar la influencia de estos factores en el manejo del asma.

Desde el punto de vista clínico, el tiempo promedio desde el diagnóstico fue de 12.4 años (DE=8.5, rango 1-35). Se registró la presencia de comorbilidades en el 33.8% (n=45) de los casos. Respecto al tratamiento farmacológico, la mayoría (75.2%, n=100) utilizaba terapia combinada con agonistas beta-2 de acción prolongada y corticosteroides inhalados (LABA+ICS), mientras que una minoría (24.8%, n=33) seguía un régimen de solo corticosteroides inhalados, lo que refleja las prácticas terapéuticas habituales en el contexto del estudio.

En cuanto a las variables principales, el puntaje medio de adherencia medido por el TAI fue de 43.2 (DE=6.1), clasificándose como mala (<46) en el 39.8% (n=53), intermedia (46-49) en el 41.4% (n=55) y buena <sup>(50)</sup> en el 18.8% (n=25). El control del asma, evaluado con el ACT, mostró una media de 19.8 (DE=4.5), con un 42.1% (n=56) de pacientes no controlados (ACT<20) y un 57.9% (n=77) controlados (ACT≥20). La consistencia interna de



los instrumentos fue robusta, con un Alfa de Cronbach de 0.89 para el TAI y 0.92 para el ACT, superando el umbral de 0.70 y confirmando su fiabilidad para esta población.

Por otra parte, se observó una fuerte correlación positiva entre la adherencia terapéutica y el control del asma ( $r = 0.68$ ,  $p < 0.001$ ). La edad mostró correlaciones positivas significativas tanto con la adherencia ( $r = 0.41$ ,  $p < 0.001$ ) como con el control ( $r = 0.38$ ,  $p < 0.001$ ). Asimismo, se identificó una correlación positiva significativa entre el tiempo de enfermedad y la adherencia ( $r = 0.28$ ,  $p < 0.01$ ) y con el control ( $r = 0.22$ ,  $p < 0.05$ ). El análisis reveló una correlación positiva elevada y muy significativa entre la edad y el tiempo transcurrido desde el diagnóstico ( $r = 0.65$ ,  $p < 0.001$ ). Por el contrario, el nivel educativo presentó un valor negativo moderado con la edad ( $r = -0.34$ ,  $p < 0.01$ ) y una correlación negativa débil con el tiempo de enfermedad ( $r = -0.21$ ,  $p < 0.05$ ). No se encontraron asociaciones significativas entre el nivel educativo y las variables principales de adherencia o control. Las medias y desviaciones estándar para las variables continuas fueron: edad 48.5 (DE 16.2) años, tiempo de enfermedad 12.4 (DE 8.5) años, puntaje de adherencia (TAI) 43.2 (DE 6.1) y puntaje de control (ACT) 19.8 (DE 4.5). La magnitud y significancia de las correlaciones no sugieren problemas de multicolinealidad que pudieran comprometer los análisis multivariados posteriores.

En otra dirección, las comparaciones de medias revelaron diferencias significativas según factores clínicos específicos, mientras que características sociodemográficas básicas no mostraron discriminación estadística. El sexo no generó diferencias significativas ni en adherencia ( $p=0.412$ ) ni en control ( $p=0.235$ ), sugiriendo homogeneidad de comportamientos terapéuticos entre hombres y mujeres. Contrariamente, la técnica inhalatoria constituyó un discriminador crítico: pacientes con técnica correcta presentaron adherencia superior (45.1 vs 39.4,  $p<0.001$ ) y mejor control (20.9 vs 17.6,  $p=0.002$ ) comparado con técnica incorrecta. Similarmente, el número de exacerbaciones en el año previo mostró un gradiente significativo donde pacientes sin exacerbaciones alcanzaron la mayor adherencia (44.8) y control (22.1), mientras que aquellos con  $\geq 3$  exacerbaciones presentaron los puntajes más bajos (TAI=39.5, ACT=15.4), con diferencias estadísticamente significativas tanto para adherencia ( $p=0.015$ ) como para control ( $p<0.001$ ), estableciendo la relevancia de factores técnicos y de evolución clínica como determinantes del comportamiento terapéutico (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de Medias de Adherencia (TAI) y Control (ACT) según Factores Clínicos (Pruebas t-Student y ANOVA).

| Factor                      | n  | Puntaje TAI (Adherencia) | Valor p (TAI) | Puntaje ACT (Control) | Valor p (ACT) |
|-----------------------------|----|--------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Sexo                        |    |                          | 0.412         |                       | 0.235         |
| Masculino                   | 55 | 42.8 (5.9)               |               | 19.3 (4.8)            |               |
| Femenino                    | 78 | 43.5 (6.3)               |               | 20.1 (4.2)            |               |
| Técnica Inhalatoria         |    |                          | <0.001        |                       | 0.002         |
| Correcta                    | 89 | 45.1 (4.2)               |               | 20.9 (3.8)            |               |
| Incorrecta                  | 44 | 39.4 (7.1)               |               | 17.6 (5.1)            |               |
| Exacerbaciones (último año) |    |                          | 0.015         |                       | <0.001        |
| 0                           | 60 | 44.8 (5.0)               |               | 22.1 (2.9)            |               |
| 1–2                         | 52 | 42.9 (5.5)               |               | 18.9 (3.8)            |               |
| $\geq 3$                    | 21 | 39.5 (8.2)               |               | 15.4 (4.6)            |               |

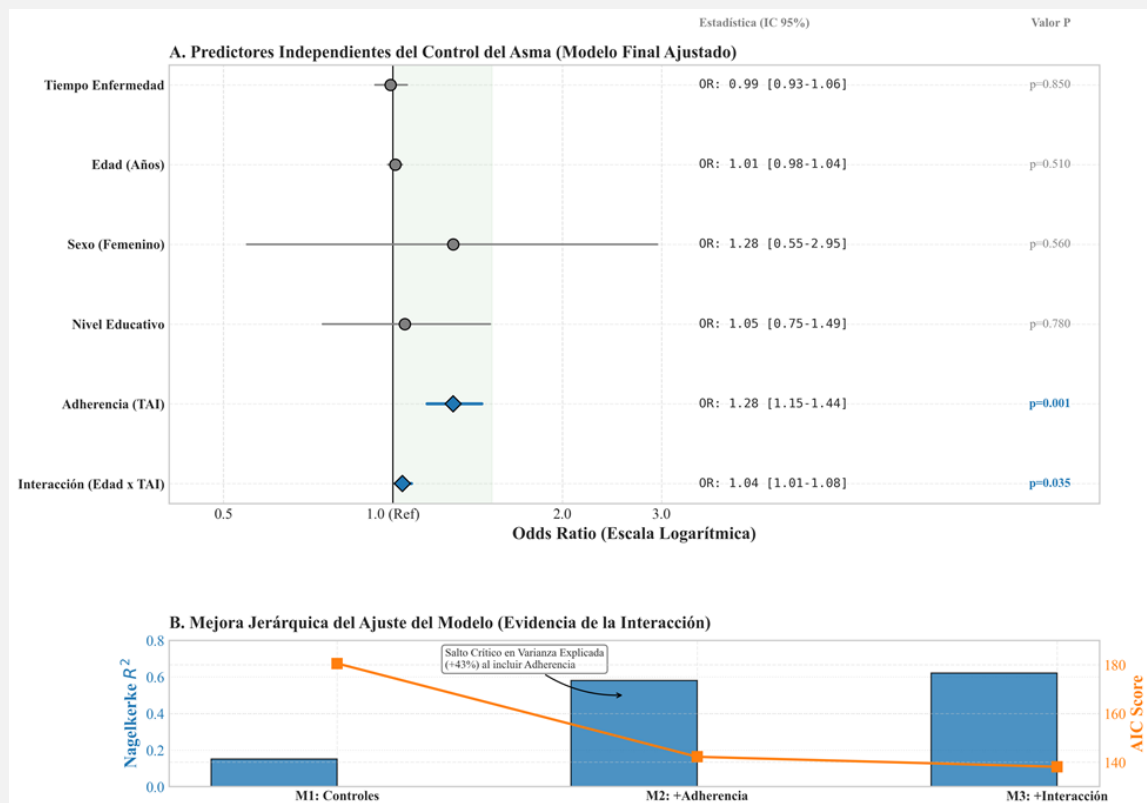
La progresión de modelos jerárquicos reveló el aporte incremental y significativo de la adherencia terapéutica y su interacción con la edad en la predicción del control del asma. El Modelo 1, incluyendo únicamente variables sociodemográficas y clínicas de control, explicó apenas 15% de la varianza ( $R^2=0.15$ ), donde solo la edad mostró significancia estadística marginal ( $OR=1.03$ ,  $p=0.012$ ). La incorporación de la adherencia en el Modelo 2 generó una mejora dramática en el poder explicativo ( $R^2=0.58$ ), estableciendo la adherencia como el predictor más robusto del control ( $OR=1.35$ , IC 95%: 1.22-1.49,  $p<0.001$ ), indicando que cada punto adicional en el puntaje TAI incrementa las probabilidades de control en aproximadamente 35%. Crucialmente, el Modelo 3 demostró una mejora adicional significativa ( $R^2=0.62$ ) al incorporar la interacción edad  $\times$  adherencia ( $OR=1.04$ , IC 95%: 1.01-1.08,  $p=0.035$ ), sugiriendo que el efecto de la adherencia sobre el control se potencia progresivamente con la edad del paciente, mientras que variables tradicionalmente consideradas relevantes como sexo, educación y tiempo de enfermedad permanecieron no significativas en todos los modelos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Modelos de Regresión Logística Binaria Jerárquica para Predecir el Control del Asma (Controlado vs. No Controlado)

| Variables                          | Modelo 1<br>(Controles) — OR<br>(IC 95%) | p     | Modelo 2 (+<br>Adherencia) — OR (IC<br>95%) | p      | Modelo 3 (+<br>Interacción) — OR (IC<br>95%) | P      |
|------------------------------------|------------------------------------------|-------|---------------------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------|
| Edad                               | 1.03 (1.01–1.05)                         | 0.012 | 1.01 (0.99–1.03)                            | 0.452  | 1.01 (0.98–1.04)                             | 0.510  |
| Sexo (Fem)                         | 1.45 (0.71–2.98)                         | 0.310 | 1.32 (0.58–2.99)                            | 0.510  | 1.28 (0.55–2.95)                             | 0.560  |
| Nivel Educativo                    | 1.12 (0.85–1.48)                         | 0.420 | 1.08 (0.78–1.51)                            | 0.630  | 1.05 (0.75–1.49)                             | 0.780  |
| Tiempo<br>Enfermedad               | 0.98 (0.94–1.03)                         | 0.450 | 0.99 (0.94–1.05)                            | 0.810  | 0.99 (0.93–1.06)                             | 0.850  |
| Puntaje TAI<br>(Adherencia)        | —                                        | —     | 1.35 (1.22–1.49)                            | <0.001 | 1.28 (1.15–1.44)                             | <0.001 |
| Interacción (Edad $\times$<br>TAI) | —                                        | —     | —                                           | —      | 1.04 (1.01–1.08)                             | 0.035  |
| Constant                           | 0.45                                     | —     | 0.002                                       | —      | 0.001                                        | —      |
| Nagelkerke $R^2$                   | 0.15                                     |       | 0.58                                        |        | 0.62                                         |        |
| Prueba Hosmer–<br>Lemeshow (p)     | 0.450                                    |       | 0.680                                       |        | 0.720                                        |        |

La Figura 2 proporciona una síntesis visual comprehensiva de los resultados multivariados, confirmando la dominancia estadística de la adherencia como predictor principal y la relevancia de su interacción con la edad. El forest plot (Panel A) ilustra claramente que la adherencia (TAI) y la interacción edad  $\times$  adherencia constituyen los únicos predictores significativos en el modelo final, con intervalos de confianza que no cruzan la línea de nulidad, mientras que variables demográficas tradicionales muestran efectos no significativos. El Panel B documenta la mejora progresiva en la capacidad explicativa del modelo, donde la introducción de la adherencia (Modelo 2) y posteriormente de la interacción (Modelo 3) generan incrementos sustanciales en  $R^2$  y decrementos en AIC, confirmando que la complejidad adicional del modelo se justifica por su superior capacidad predictiva y parsimonia estadística.



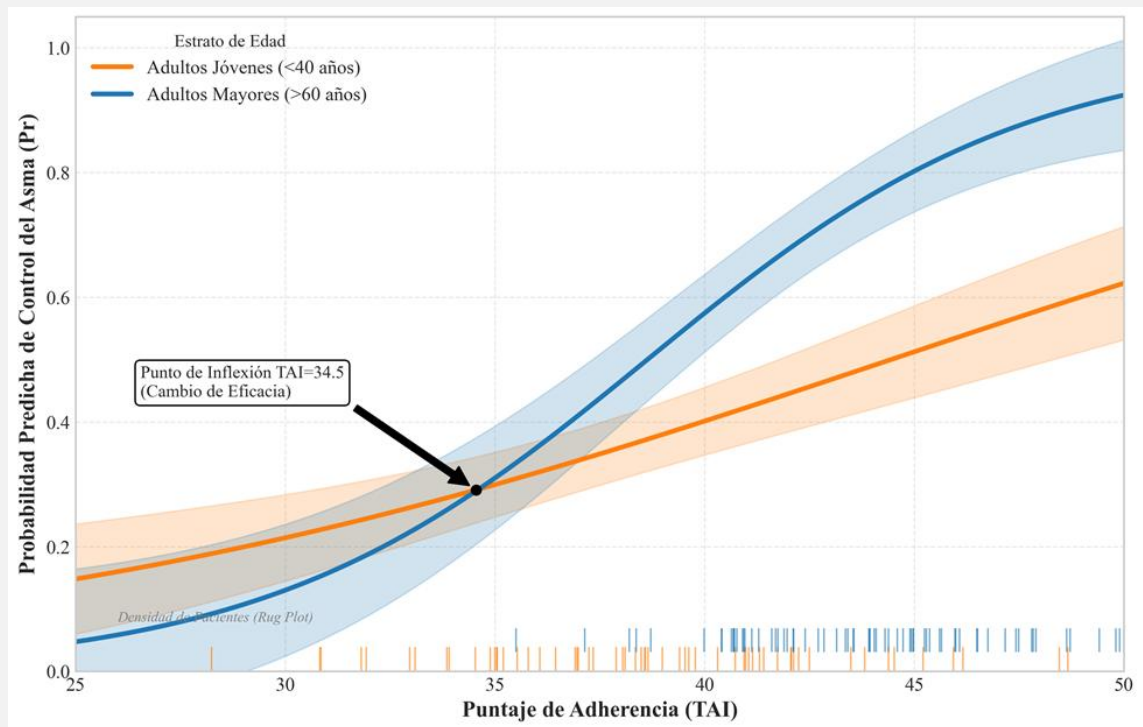


**Figura 2.** Análisis Multivariante de los Determinantes del Control del Asma: Coeficientes de Regresión y Bondad de Ajuste del Modelo. Panel A: Forest Plot mostrando ORs ajustados con IC 95% del Modelo 3 Final. Marcadores azules para predictores significativos, grises para no significancia. Línea vertical en x=1 representa nulidad. Panel B: Comparación bondad de ajuste entre modelos. Barras azules muestran R<sup>2</sup> Nagelkerke (15% a 62%). Línea naranja muestra AIC decreciente indicando mejor ajuste.

La Figura 3 revela la naturaleza compleja y no uniforme de la relación entre adherencia terapéutica y control del asma, evidenciando una moderación significativa por grupo etario que trasciende las predicciones lineales tradicionales. En adultos mayores (>60 años), se observa una pendiente pronunciada y empinada donde incrementos en adherencia se traducen en mejoras sustanciales en la probabilidad de control, alcanzando probabilidades superiores a 0.80 en pacientes con adherencia óptima. Contrastantemente, adultos jóvenes (<40 años) muestran una pendiente considerablemente más aplanada, donde incluso niveles elevados de adherencia terapéutica no garantizan probabilidades equivalentes de control óptimo, sugiriendo la presencia de barreras adicionales o mecanismos fisiopatológicos diferenciados que limitan la traducción de la adherencia conductual hacia el beneficio clínico en este grupo demográfico específico.

Esta divergencia en los efectos marginales implica que las estrategias terapéuticas uniformes resultan inadecuadas para optimizar resultados en poblaciones heterogéneas por edad. Mientras que adultos mayores responden predictiblemente a mejoras en adherencia, los adultos jóvenes requieren enfoques diferenciados que aborden las barreras subyacentes que impiden la traducción efectiva de la adherencia hacia el control clínico. Las bandas de confianza estrechas confirman la robustez estadística de estos resultados, mientras que el rug plot documenta densidad adecuada de observaciones en

todo el rango analizado, validando la confiabilidad de las estimaciones de efectos marginales y descartando extrapolaciones basadas en datos escasos.



**Figura 3.** Efectos Marginales de la Adherencia Terapéutica sobre la Probabilidad de Control del Asma, Moderados por el Grupo Etario. Visualización de Interacción Edad × Adherencia (Efectos Marginales). Curvas muestran probabilidad predicha (Pr) de control adecuado (ACT≥20) según puntaje TAI, segregadas por grupos: Adultos Jóvenes (<40 años, naranja) y Adultos Mayores (>60 años, azul). Áreas sombreadas representan bandas de confianza 95%. Rug Plot inferior muestra distribución real de pacientes. Divergencia en pendientes: respuesta pronunciada en mayores, curva aplanada en jóvenes.

Por otro lado, el análisis cualitativo del Test de Adhesión a Inhaladores (TAI) permitió desglosar los perfiles de incumplimiento terapéutico en cuatro categorías. Solo el 18.8% (n=25) de los pacientes fue clasificado como Adherente Total, presentando un control óptimo del asma con un puntaje medio en el ACT de 23.5 (DE=1.5). El patrón más frecuente fue el Incumplimiento Inconsciente, observado en el 33.8% (n=45) de la muestra, caracterizado principalmente por olvidos y asociado a un control limítrofe (ACT=20.1, DE=3.2), lo que sugiere la utilidad de intervenciones basadas en recordatorios.

Además, el Incumplimiento Errático afectó al 28.6% (n=38) de los participantes, vinculado a una falta de rutina o horarios cambiantes y reflejando un control subóptimo (ACT=18.4, DE=4.1). Finalmente, el Incumplimiento Deliberado se identificó en el 18.8% (n=25) de los casos, manifestando un rechazo consciente al tratamiento, frecuentemente por temor a los corticoides, y se asoció con el peor nivel de control (ACT=16.2, DE=5.5). Esta clasificación destaca la heterogeneidad de las barreras conductuales y la necesidad de intervenciones personalizadas según el perfil de no adherencia identificado.

## Discusión

El presente estudio confirma que la adherencia terapéutica es el predictor más robusto del control del asma en un entorno de bajos recursos, un resultado alineado con revisiones previas que destacan su papel central. A lo cual se refieren otros autores <sup>(5,6)</sup>, al enfatizar que una adherencia óptima se asocia con mejor control y menos exacerbaciones, lo cual es consistente con nuestra identificación de una fuerte correlación positiva ( $r=0.68$ ) y su poder predictivo independiente ( $OR=1.28$ ). Esta convergencia subraya la importancia universal de la adherencia, incluso en contextos con barreras estructurales significativas, reforzando que constituye un objetivo terapéutico crítico independientemente del nivel de ingresos.

En primer lugar, el resultado central de una interacción significativa entre edad y adherencia ( $OR=1.04$ ,  $p=0.035$ ) introduce una capa de complejidad no ampliamente reportada. Mientras otros estudios identifican a los adultos jóvenes como grupo de riesgo para la no adherencia <sup>(8,10)</sup>, la presente investigación revela que, incluso cuando reportan adherencia, su probabilidad de lograr control clínico es significativamente menor que en adultos mayores. Esto sugiere que la juventud no es solo un predictor de menor cumplimiento, sino un moderador que atenúa la eficacia misma de la adherencia reportada, un matiz que va más allá de las asociaciones lineales comúnmente descritas.

Además, la divergencia en la eficacia de la adherencia según la edad puede explicarse por diferencias fenotípicas y de exposición. Esta relación ha sido explicada porque la no adherencia prolongada en edades tempranas puede asociarse con fenotipos más agresivos, una hipótesis que respalda el resultado de una curva aplanada en jóvenes <sup>(5)</sup>. Simultáneamente, otras investigaciones destacan el papel de los factores ambientales evitables en LMIC <sup>(4,7)</sup>. Es plausible que los adultos jóvenes en Chimbote, con mayor movilidad y exposición ocupacional, enfrenten una carga ambiental que anule parcialmente el beneficio de la medicación, un mecanismo que no afecta de igual modo a los adultos mayores.

Por otro lado, el contexto de adversidad sistémica en LMIC modula esta interacción. En este sentido, se describió cómo creencias culturales, presiones económicas y acceso limitado configuran la adherencia <sup>(3,7)</sup>. Los resultados de la presente investigación muestran que, en este escenario, los adultos mayores pueden transformar la adherencia en una estrategia de supervivencia efectiva, posiblemente por una mayor percepción de vulnerabilidad, fenómeno similar al miedo reactivo documentado por otros durante la pandemia <sup>(17)</sup>. Los jóvenes, en cambio, priorizan la funcionalidad laboral, diluyendo el impacto clínico de su cumplimiento.

Asimismo, la falta de asociación entre el nivel educativo y el control en el estudio contrasta con resultados que vinculan el conocimiento del cuidador con la adherencia <sup>(14)</sup>. Sin embargo, se alinea con investigaciones que sugieren que, cuando existe acceso a atención especializada y tratamiento, el bajo nivel educativo puede no ser un factor limitante <sup>(12,13)</sup>. Esto refuerza la idea de que, en los participantes, atendidos en servicios hospitalarios, otras barreras estructurales y demográficas superan la influencia aislada de la educación.

Sin embargo, la persistencia de un control subóptimo a pesar de la adherencia en jóvenes señala la insuficiencia de las intervenciones tradicionales. En esa misma línea, se demostró que los incentivos financieros no mejoran la adherencia en adolescentes que ya reciben recordatorios <sup>(16)</sup>, lo que coincide con los resultados de la presente investigación, de que las estrategias convencionales son inadecuadas para este grupo.

Esto exige un cambio hacia innovaciones que proponen herramientas digitales y monitoreo personalizado para poblaciones jóvenes <sup>(6,18)</sup>.

En consecuencia, los resultados encontrados en el presente estudio respaldan el llamado a enfoques integrales y comunitarios <sup>(7,20)</sup>. El éxito de un programas como ProAR en Brasil, que combinó educación, acceso a medicamentos y seguimiento <sup>(19)</sup>, muestra que las intervenciones multifacéticas son viables y costo-efectivas en LMIC. El estudio añade que dichas intervenciones deben estar estratificadas por edad, reconociendo que un mismo componente tendrá eficacia diferencial.

No obstante, es crucial considerar las limitaciones en la medición de la adherencia, una barrera metodológica que ha sido destacada por otros investigadores <sup>(15)</sup>. Aunque los instrumentos utilizados en la presente investigación mostraron robusta consistencia interna, la presencia de pacientes con alta adherencia y mal control podría reflejar problemas de técnica inhalatoria o asma difícil de tratar, factores que no se capturan plenamente con cuestionarios de autorreporte y requieren evaluación objetiva complementaria como se ha señalado en otras investigaciones <sup>(11,14)</sup>.

A diferencia de estudios que encuentran asociación entre sexo femenino y peor control <sup>(21)</sup>, los análisis de la investigación no revelaron diferencias significativas por sexo. Esta discrepancia podría deberse a particularidades culturales o al acceso relativamente homogéneo a la atención en los servicios públicos estudiados, sugiriendo que algunos determinantes sociales pueden tener un peso variable según el contexto específico dentro de los LMIC.

Complementariamente, la fuerte correlación entre el tiempo de enfermedad y una mayor adherencia y control observada en el estudio contrasta con otros estudios <sup>(8)</sup>, que asociaron una mayor duración del uso del inhalador con la no adherencia. Esta diferencia podría deberse a que, en nuestra cohorte, los pacientes con mayor tiempo de diagnóstico son también de mayor edad, grupo en el que la adherencia demostró ser particularmente efectiva, resaltando nuevamente el rol moderador de la edad.

Asimismo, desde una perspectiva de política sanitaria, los resultados coinciden con las recomendaciones sobre la necesidad de abordar los determinantes modificables de la carga del asma de manera estratificada <sup>(1,2)</sup>. Demostramos que, en ausencia de acceso a terapias avanzadas, optimizar la adherencia es fundamental, pero su efectividad está condicionada por la edad, un factor que las guías internacionales como GINA deben considerar explícitamente para su adaptación local en LMIC.

## Conclusiones

Este estudio concluye que en entornos de recursos limitados, la efectividad de la adherencia terapéutica para lograr el control del asma no es uniforme, sino que está significativamente modulada por factores sociodemográficos, con la edad emergiendo como un moderador crítico. La relación entre el cumplimiento del tratamiento y el resultado clínico está condicionada por características del paciente que alteran la magnitud del beneficio obtenido, desafiando el paradigma lineal que supone una eficacia idéntica en todas las poblaciones. Este resultado subraya la naturaleza compleja y contextual del manejo de enfermedades crónicas en escenarios de adversidad estructural.

Por consiguiente, las intervenciones estandarizadas centradas únicamente en mejorar la adherencia conductual resultan insuficientes, exigiendo un enfoque de salud pública

estratificado. Las estrategias dirigidas a adultos mayores pueden priorizar eficazmente la educación tradicional y el seguimiento clínico estructurado, capitalizando su mayor percepción de vulnerabilidad y respuesta predecible. En marcado contraste, las poblaciones adultas jóvenes requieren un paradigma de intervención innovador que trascienda la mera promoción del cumplimiento, integrando herramientas digitales, recordatorios automatizados y abordajes motivacionales personalizados que se alineen con sus estilos de vida y prioridades competitivas.

Además, estos resultados poseen implicaciones directas para la adaptación local de guías clínicas internacionales en países de ingresos bajos y medios. La práctica médica debe evolucionar para incorporar de manera rutinaria la evaluación de factores moderadores, como la edad, en la toma de decisiones terapéuticas, reconociendo que el perfil demográfico del paciente es un determinante clave de la efectividad. La optimización de tratamientos estándar, siendo la principal herramienta disponible en estos contextos, requiere protocolos clínicos diferenciados que reconozcan explícitamente la heterogeneidad poblacional en la respuesta a intervenciones conductuales.

En consecuencia, se refuerza el imperativo de fundamentar las políticas sanitarias en evidencia generada localmente, que capture las especificidades estructurales y demográficas que modulan la efectividad de las recomendaciones globales. Ignorar estos modificadores de efecto no solo limita la eficacia de los programas de control, sino que puede perpetuar inequidades en salud al no responder a las necesidades diferenciadas de subgrupos poblacionales. La investigación futura en manejo de enfermedades crónicas debe priorizar diseños analíticos que exploren sistemáticamente tales interacciones.

Adicionalmente, este estudio trasciende el ámbito específico del asma para ilustrar un principio general en salud pública: la efectividad de las intervenciones conductuales en entornos de adversidad está inherentemente mediada por el contexto sociodemográfico. Esto exige un cambio desde modelos de implementación uniformes hacia enfoques de precisión contextual, donde la estratificación de intervenciones según perfiles de riesgo específicos se convierte en un componente esencial para maximizar el impacto de recursos siempre escasos y mejorar los resultados de salud en las poblaciones más vulnerables.

## Acerca de

**Contribución de los autores:** Todos los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual. Todos aprobaron la versión final para su publicación.

**Financiamiento:** Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

**Conflicto de interés:** Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Certificación ética:** El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

**Objetos de ciencia abierta:** DMP indicarlo en formato  
<https://doi.org/10.33996/revistavive.v9i26.497>

**Historia del artículo:** Artículo recibido 05 de marzo 2026 | Aceptado 06 de abril 2026 | Publicado 02 de junio 2026

## Referencias

1. Hu C, Nong S, Chen Y, Zhang L, Chen Y, Liu C, et al. Global, regional, and national burden of asthma from 1990 to 2021: analysis of data from global disease burden in 2021. BMC Pulm Med. 2025;25(1):481. <https://doi.org/10.1186/s12890-025-03816-5>
2. Wang Z, Li Y, Gao Y, Fu Y, Lin J, Lei X, et al. Global, regional, and national burden of asthma and its attributable risk factors from 1990 to 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Respir Res. 2023;24(1):169. <https://doi.org/10.1186/s12931-023-02475-6>
3. Barne M. Gaps in asthma diagnosis and treatment in low- and middle-income countries. Front Allergy. 2023;4. <https://www.frontiersin.org/journals/allergy/articles/10.3389/falgy.2023.1240259/full>
4. Castro JAR, Soto MEM, Rodriguez CEM, Mocelin HT, Fischer GB, Mallol J. Severe childhood asthma in low and middle-income countries. Paediatr Respir Rev 2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526054225000624>
5. McCrossan P, Shields MD, McElnay JC. Medication Adherence in Children with Asthma. Patient Prefer Adherence. 2024;18:555-64. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2147/PPA.S445534>
6. Poplicean E, Crişan AF, Tudorache E, Hogeia P, Mladin R, Oancea C, et al. Unlocking Better Asthma Control: A Narrative Review of Adherence to Asthma Therapy and Innovative Monitoring Solutions. J Clin Med. 2024;13(22). <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/22/6699>
7. Gaur V, Sorano A, Sankrityayan H, Gogtay J, Lavorini F. Adherence to asthma and COPD inhaled therapies in low- and middle-income countries: a narrative review. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res 2025. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14737167.2025.2520898>
8. Rafi MA, Tahmin CI, Tashrik S, Bonna AS, Jannat F, Mily SJ, et al. Adherence to inhalers and associated factors among adult asthma patients: an outpatient-based study in a tertiary hospital of Rajshahi, Bangladesh. Asthma Res Pract. 2022;8(1):1. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40733-022-00083-7>
9. Simoneau T, Gaffin JM. Socioeconomic determinants of asthma health. Curr Opin Pediatr. 2023;35(3):337. [https://journals.lww.com/co-pediatrics/abstract/2023/06000/socioeconomic\\_determinants\\_of\\_asthma\\_health.8.aspx](https://journals.lww.com/co-pediatrics/abstract/2023/06000/socioeconomic_determinants_of_asthma_health.8.aspx)
10. Xia T, Qiu H, Yu B, Bi J, Gu X, Wang S, et al. Cost-related medication nonadherence in US adults with asthma: The National Health Interview Survey, 2013-2020. Ann Allergy Asthma Immunol. 2023;131(5):606-613.e5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1081120623005185>
11. Zaeh SE, Ramsey R, Bender B, Hommel K, Mosnaim G, Rand C. The Impact of Adherence and Health Literacy on Difficult-to-Control Asthma. J Allergy Clin Immunol Pract. 2022;10(2):386-94. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213219821012654>



12. Antoñón M, Pernía-Sánchez JV, Cancho-Soto T, Segovia-Molina I, Díez-Monge N, Cano A. Asthma control in children, socioeconomic inequality and health care. *An Pediatría Engl Ed*. 2023;98(5):353-61.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2341287923000819>
13. Emilio CC, Mingotti CFB, Fiorin PR, Lima LA, Muniz RL, Bigotto LH, et al. Is a low level of education a limiting factor for asthma control in a population with access to pulmonologists and to treatment? *J Bras Pneumol*. 2019;45:e20180052.  
<https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/RWpkfC8BHy7h3BjC4dZtMXQ/?lang=en>
14. Alghamdi NA, Alshammari EA, Alsahli AA, Abuhaimed AA, Alyousef BY, Othman F, et al. The adherence to asthma medication for hospitalized children with asthma: A cross-sectional study in a tertiary hospital in Riyadh, Saudi Arabia. *Ann Thorac Med*. 2024;19(3):228.  
[https://journals.lww.com/aotm/fulltext/2024/19030/the\\_adherence\\_to\\_asthma\\_medication\\_for.7.aspx?context=latestarticles](https://journals.lww.com/aotm/fulltext/2024/19030/the_adherence_to_asthma_medication_for.7.aspx?context=latestarticles)
15. Miceva D, Naumovska Z, Gjorgieva Ackova D, Smilkov K, Lazarova B, Krstic Nakovska O, et al. Measuring medication adherence in asthma patients in developing countries: insights from North Macedonia. *Farmacia*. 2025;73(4):833-41.  
<https://farmaciajournal.com/>
16. Keyser HHD, Brinton JT, Bothwell S, Camacho M, Kempe A, Szeffler SJ. Encouraging adherence in adolescents with asthma using financial incentives: An RCT. *Pediatr Pulmonol*. 2023;58(10):2823-31.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ppul.26594>
17. Fukutani E, Wakahara K, Nakamura S, Yokoi E, Yoshimi A, Miyazaki M, et al. Inhalation adherence for asthma and COPD improved during the COVID-19 pandemic: a questionnaire survey at a university hospital in Japan. *J Asthma* 2023.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02770903.2023.2209173>
18. Ojha T, Patel A, Sivapragasam K, Sharma R, Vosoughi T, Skidmore B, et al. Exploring Machine Learning Applications in Pediatric Asthma Management: Scoping Review. *JMIR AI*. 2024;3(1):e57983. <https://ai.jmir.org/2024/1/e57983>
19. Cruz AA, Souza AM, Franco R, Souza CM, Ponte EV, Santos PM, et al. The Impact of a Program for Control of Asthma in a Low-Income Setting. *World Allergy Organ*. 2010;3(4):167-74.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1939455119304739>
20. Bryant TS, Kenyon C, Apter AJ, Wolk C, Williams YS, Localio R, et al. Creating a community-based comprehensive intervention to improve asthma control in a low-income, low-resourced community. *J Asthma*. 2020;57(8):820-8.  
<https://doi.org/10.1080/02770903.2019.1619083>
21. Neffen H, Chahuán M, Hernández DD, Vallejo-Perez E, Bolivar F, Sánchez MH, et al. Key factors associated with uncontrolled asthma – the Asthma Control in Latin America Study. *J Asthma*. 2020;57(2):113-22. <https://doi.org/10.1080/02770903.2018.1553050>