

Factores explicativos de la adherencia al tratamiento antirretroviral con técnicas de *Machine Learning* *

Explaining Factors of Antiretroviral Treatment Adherence Using *Machine Learning* Techniques

Fatores explicativos da adesão ao tratamento antirretroviral com técnicas de *Machine Learning*

Recibido: 09 julio 2024. Aceptado: 12 mayo 2025. Publicado: 16 diciembre 2025.

DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps24.ftml>

Alexander Urrutia Valdés

Institución Universitaria Antonio José Camacho, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9610-7432>

Javier Gaviria Chavarro

Escuela Nacional del Deporte, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8765-7547>

Arley Facundo Duarte

Escuela Nacional del Deporte, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4403-7780>

Yury Vergara López

Escuela Nacional del Deporte, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4824-6985>

Denis Yissela Araujo Castillo

Institución Universitaria Antonio José Camacho, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0840-2159>

Oscar Marino Bravo Pérez

Institución Universitaria Antonio José Camacho, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4581-5902>

Isabel Cristina Rojas-Padilla^a

Escuela Nacional del Deporte, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8994-6529>

Cómo citar: Urrutia Valdés, A., Gaviria Chavarro, J., Facundo Duarte, A., Vergara López, Y., Araujo Castillo, D. Y., Bravo Pérez, O. M. y Rojas-Padilla, I. C. (2025). Factores explicativos de la adherencia al tratamiento antirretroviral con técnicas de Machine Learning. *Gerencia y Políticas de Salud*, 24. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps24.ftml>

^a Autora de correspondencia. Correo electrónico: isabelcrojasp@gmail.com



Resumen

Objetivo. Identificar factores explicativos en la adherencia al tratamiento antirretroviral en pacientes con diagnóstico del virus de inmunodeficiencia humana (VIH). **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio observacional de corte retrospectivo en 1793 pacientes con diagnóstico confirmado de VIH/sida con indicaciones de tratamiento antirretroviral, adscritos a una institución de salud colombiana durante el 2021. **Resultados.** El modelo de soporte vectorial presentó un 61 % de predictibilidad en la relación entre la adherencia al tratamiento antirretroviral de pacientes con VIH y el resultado de carga viral. Las variables con el mayor peso en el modelo según el ranking de importancia fueron el riesgo cardiovascular, el mecanismo de transmisión, la aceptación del diagnóstico y el consumo de comidas. **Conclusiones.** Es necesario considerar que las rutas y modelos de atención para el VIH deben avanzar hacia esquemas que integren la gobernanza y los factores sociales, lo cual evidencia la necesidad de superar la exclusión, la inequidad y los obstáculos que limitan el acceso y la utilización oportuna de los servicios de salud.

Palabras clave: determinantes sociales de la salud, seroprevalencia de VIH, cumplimiento y adherencia al tratamiento, antirretrovirales, aprendizaje automatizado.

Abstract

Objective. To identify explanatory factors associated with adherence to antiretroviral treatment among patients diagnosed with Human Immunodeficiency Virus (HIV). **Materials and Methods.** A retrospective observational study was conducted on 1,793 patients with confirmed HIV/AIDS diagnosis and antiretroviral treatment indication, affiliated with a Colombian healthcare institution during 2021. **Results.** The support vector machine model showed 61 % predictability in the relationship between antiretroviral treatment adherence and viral load outcome in HIV patients. The variables with the greatest weight in the model, according to the importance ranking, were cardiovascular risk, transmission mechanism, acceptance of the diagnosis, and food consumption. **Conclusions.** It is essential to recognize that HIV care pathways and models must evolve toward frameworks that integrate governance and social factors. This underscores the need to overcome exclusion, inequity, and barriers that limit timely access to and utilization of healthcare services.

Keywords: Social Determinants of Health, HIV Seroprevalence, Treatment Compliance and Adherence, Antiretrovirals, Machine Learning.

Resumo

Objetivo. Identificar fatores explicativos relacionados à adesão ao tratamento antirretroviral em pacientes com diagnóstico de Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV). **Materiais e Métodos.** Foi realizado um estudo observacional retrospectivo com 1793 pacientes com diagnóstico confirmado de HIV/aids e indicação para tratamento antirretroviral, vinculados a uma instituição de saúde colombiana durante o ano de 2021. **Resultados.** O modelo de máquina de vetores de suporte apresentou 61 % de capacidade preditiva na relação entre a adesão ao tratamento antirretroviral e o desfecho da carga viral em pacientes com HIV. As variáveis com maior peso no modelo, segundo o ranking de importância, foram risco cardiovascular, mecanismo de transmissão, aceitação do diagnóstico e consumo alimentar. **Conclusões.** É fundamental considerar que os caminhos e modelos de atenção ao HIV devem avançar para esquemas que integrem governança e fatores sociais. Isso evidencia a necessidade de superar a exclusão, a desigualdade e as barreiras que limitam o acesso e o uso oportuno dos serviços de saúde.

Palavras-chave: determinantes sociais da saúde, soroprevalência do HIV, adesão ao tratamento, antirretrovirais, aprendizado de máquina.



Introducción

El virus de inmunodeficiencia humana (VIH) es un problema de salud pública mundial. Para el año 2024 se observa un efecto estadístico de 40,8 millones de personas que conviven con esta enfermedad. De los cuales, 39,4 millones hacen parte de un grupo poblacional de personas mayores de 15 años (1). Para finales del año 2024, 1,3 millones de personas se infectaron con el VIH en comparación con 3,4 millones de personas en 1996 (2). Para controlar este virus, se usa el tratamiento antirretroviral (TAR), recomendado por la OMS desde 2016 como prioridad. A las personas con infección por VIH se les indica iniciarlo independiente de su estadio clínico y conteo de linfocitos CD4. Es así como, en 2024, 31,6 millones de personas tuvieron acceso a la terapia antirretroviral. Al respecto, en el informe de la cuenta de alto costo del sistema de salud colombiano (CAC), el 95,28 % de los casos diagnosticados estaban recibiendo TAR y de estos, el 76,82 % reportaron carga viral indetectable, permitiendo reducir el riesgo de transmisión (3).

Estudios previos han determinado que los pacientes con menor ajuste psicosocial presentan menor adherencia al tratamiento, así como tendencia al tabaquismo y sedentarismo; mientras que una mejor adherencia se asocia con la preservación de un equilibrio psicosocial, definiéndolo como el grado en que la persona mantiene un funcionamiento estable y satisfactorio en sus roles sociales, familiares, laborales y personales, afrontando la enfermedad de manera adaptativa y preservando su bienestar emocional, social y conductual. La adherencia también se asocia al ser de sexo masculino, tener mayor edad y una estabilidad laboral (4). Factores como el grado académico, la edad, los ingresos y factores personales e interpersonales como el apoyo sociofamiliar, el estigma percibido, la autoestima y los factores relativos a la enfermedad y tratamiento se han relacionado como factores determinantes de la falta de adherencia (5). En la era de la terapia antirretroviral, el VIH ha pasado a ser una enfermedad crónica, y la adherencia al TAR adquiere gran importancia por su repercusión en el sistema inmunológico y la calidad de vida de las personas infectadas (6).

En este orden de ideas, la existencia del tratamiento no es suficiente, pues se requiere adherencia a este. Esto resalta la importancia de comprender los factores que influyen en ella, tales como imaginarios sociales del VIH, satisfacción con la vida, supuestos conocimientos sobre el TAR, cambios en la vida producto del VIH y elementos de discriminación, así como las redes de apoyo. El TAR cambió gradualmente la historia natural de la infección por VIH por disminución de la mortalidad y aumento de vida esperada. Por otra parte, la adherencia al tratamiento es el estigma que aún rodea al contagio por VIH, ya que este no está asociado únicamente a padecer la infección, sino a los determinantes sociales de la salud (DSS) de quien padece esta enfermedad, lo cual abre las posibilidades de estudiar los factores que podría desencadenar al riesgo de abandono al TAR (7).

Distintas escalas utilizadas para medir la adherencia al TAR han demostrado fiabilidad para identificar el comportamiento frente al tratamiento farmacológico en las personas con VIH, evidenciando una fuerte correlación entre la categoría de carga viral y el nivel de adherencia. Estas herramientas permiten evaluar el comportamiento y las barreras que podrían determinar el éxito de la supresión viral (8-9). En este contexto, el uso de las técnicas de aprendizaje

automático para la medición de los DSS que influyen en la TAR pueden definirse como un conjunto de métodos capaces de detectar automáticamente patrones en los datos y mejorar el proceso de estimación de modelos, no solo con relación al aumento del poder predictivo a través de nuevas metodologías y técnicas de selección de variables, sino también con relación a la mejora de la eficiencia de los procesos a través de la automatización como el *Machine Learning* (ML) (10).

El *Machine Learning* es un subconjunto de la inteligencia artificial (IA) que utiliza algoritmos informáticos capaces de automatizar el análisis de los datos. A través del entrenamiento de información, el aprendizaje continuo conlleva a predecir y tomar decisiones en un análisis de variables. En la medida en que los algoritmos mejoran en el proceso de adiestramientos, se convierten en esquemas de precisión y eficacia. Esto conduce a un aprendizaje supervisado en el que descubren patrones en los datos, que pueden predecir valores numéricos basados en información histórica, categorización de eventos positivos, negativos, verdaderos, falsos y agregación de información que conduce a puntos en común. El ML presenta la capacidad de controlar y dar orden a excesivos volúmenes de datos, revelar patrones ocultos y aportar valor en el conocimiento, esencial para la toma de decisiones en el sector salud (11).

Adicionalmente, el *Machine Learning* (12) es una rama de la Inteligencia Artificial (IA) que inició en 1952 con la escritura del primer programa de aprendizaje informático por Arthur Samuel; se apoyó en la teoría del aprendizaje computacional creada por varios investigadores, siendo uno de los aportes más influyentes el de Alan Turing en 1963, Jack Edmons en 1965 y Richard Karp en 1972 (13). De esta manera, la teoría del aprendizaje computacional o aprendizaje supervisado busca algoritmos para que las computadoras modifiquen sus comportamientos de forma autónoma con base en datos empíricos, y concretamente, en ejemplos y contraejemplos. Por tal motivo, el volumen de información derivada de la atención en salud y del tratamiento farmacológico de los pacientes con VIH (14), bajo técnicas analíticas tradicionales es insuficiente para obtener niveles de precisión sobre las relaciones de los datos. Esto abre la tendencia a buscar métodos que faciliten la interpretación con poder predictivo. Investigaciones actuales en salud (15), exponen el ML como una herramienta que posee la cualidad de construir un modelo de aprendizaje de manera autónoma a partir de grandes magnitudes en datos recolectados, generar algoritmos, mejorar su rendimiento a lo largo del tiempo y generar un aprendizaje automático para la toma de decisiones precisas en factores influyentes en la adherencia a tratamientos en salud. De esta manera, el ML permite destacar que el estado de salud y bienestar de la población se podría explicar o predecir a través de los DSS (16).

Con el fin de aportar desde esta perspectiva, el objetivo del presente estudio fue identificar los factores explicativos de la adherencia al tratamiento antirretroviral en pacientes con diagnóstico de VIH. Para ello y considerando las capacidades del ML en el manejo de datos no lineales, se



aplicaron técnicas de aprendizaje automático que permitieron generar el modelo predictivo más apropiado para la evaluación propuesta.

Métodos

Diseño del estudio y participantes

El estudio fue observacional analítico de corte retrospectivo. Se basó en la adherencia a los medicamentos antirretrovirales, la cual se define como la capacidad del paciente de implicarse correctamente en la elección, inicio y control del TAR (17). Los participantes del estudio se encontraban en una institución prestadora de servicios de salud (IPS) con amplia oferta en el suroccidente colombiano, habilitada en el mercado desde el año 2004, enfocada en la atención integral especializada para el modelo de salud ambulatorio en pacientes con diagnóstico VIH/SIDA, dispensación de medicamentos, educación en hábitos saludables, seguimiento en la adherencia al TAR y gestión del riesgo en la población estudio durante el año 2021 en Cali, Colombia.

Dentro de esta investigación, se trabajó con población clave, entendida como grupos con comportamientos específicos de alto riesgo que, además de enfrentar problemas jurídicos y sociales, presentan una mayor vulnerabilidad y susceptibilidad a contraer el VIH, independientemente del tipo de epidemia o del contexto social. Los grupos identificados fueron: comunidad LGTBI, mujer vulnerable y la categoría “No aplica”, que hace referencia a que no hace parte de la comunidad LGTBI ni es mujer vulnerable. En América Latina, entre los grupos de población clave más afectados están los hombres gais, los hombres que tienen relaciones sexuales con otros hombres y las mujeres transgénero (18).

La población de este estudio fueron los pacientes pertenecientes a una base de datos secundaria compuesta por registros de adultos, extraídos de historias clínicas de la institución. Estos datos formaron la base para la generación del informe a la cuenta de alto costo exigida a las IPS por el Ministerio de Salud colombiano. La muestra estuvo constituida por 1793 pacientes. El grupo de casos estuvo conformado por pacientes con adherencia al tratamiento, mientras que el grupo control estuvo conformado por aquellos sin adherencia.

El estudio fue realizado en una institución prestadora de servicios de salud privada especializada en la atención del programa integral para paciente con diagnóstico de VIH en el año 2021, con un universo (N) de 2154 usuarios atendidos. Se descartaron 361 individuos que presentaron las características de exclusión; por lo tanto, la muestra corresponde al total de 1793 pacientes que cumplieron con el criterio de inclusión para el procesamiento de datos bajo las técnicas de *Machine Learning*.

Para el cumplimiento del objetivo se identificaron 24 variables y categorías, definidas de acuerdo con lo evidenciado en la literatura:

- Mecanismo de transmisión: es el medio de transmisión de una persona a otra a través de la sangre y otros fluidos corporales tales como la transfusión sanguínea, transmisión materno-infantil, transmisión sexual por relación voluntaria, transmisión sexual por abuso sexual y uso de agujas (19).
- Estadio actual: nivel de progresión de la enfermedad, clasificado en estadio 1 (infección aguda), estadio 2 (infección crónica) y estadio 3 (síndrome de inmunodeficiencia adquirida o sida).
- Resultado de la última carga viral: cantidad de partículas víricas medidas en un tejido u órgano de una persona infectada, valores menores a 50 copias por mililitro es considerada como indetectable (20).
- Sexo: femenino o masculino.
- Edad: juventud (14-26 años), adultez (27-59 años) y vejez (>60 años) (21).
- Escolaridad: hace referencia al máximo nivel de educación formal alcanzado, (sin formación, primaria, bachillerato, técnico-tecnólogo y universitario).
- Procesos judiciales: conjunto de trámites o actos realizados ante las autoridades para resolver un conflicto en aplicación de la ley los cuales pueden ser de carácter penal o judicial.
- Vinculación al sistema de salud: mide la cobertura de afiliación al sistema general de salud en los régimen contributivo o subsidiado.
- Riesgo cardiovascular: probabilidad de adquirir una enfermedad cardíaca y vascular en un periodo de diez años. Se operativizó con la tabla SCORE de riesgos de la OMS del año 2020 (22).
- Índice de masa corporal (IMC): es un indicador de medición de la grasa corporal para definir niveles de obesidad.
- Consumo menor a dos comidas diarias: evalúa el nivel de consumo de alimentos.
- Problemas bucales: mide el riesgo de enfermedad bucal e higiene dental.
- Planificación familiar: asistencia al programa de protección específica para el control del nivel de natalidad en pacientes convivientes con VIH (23).



- Consumo de sustancias psicoactivas (SPA): uso de sustancias químicas de origen natural o sintético que afectan las funciones del sistema nervioso central.
- Orientación sexual: es la atracción que sienten las personas por otras de un determinado sexo o género (bisexual, homosexual y heterosexual).
- Aceptación del diagnóstico: capacidad de la persona para reconocer y asimilar la realidad sobre su enfermedad.
- Condición de vivienda: tipo de tenencia o de habitabilidad de una persona (familiar, alquilada, propia, invasión, habitante calle).
- Vinculación laboral: proceso por el cual se tiene un empleo formal bajo las características definidas por el Ministerio del Trabajo.
- Antecedente psiquiátrico: patologías psiquiátricas diagnosticadas por profesionales del área de la salud (psicología y psiquiatría).
- Tiene hijos: mide la descendencia directa del ser humano.
- Tiene pareja: vínculo sentimental en la unión de dos personas en modalidad de noviazgo, concubinato o matrimonio.
- Adherencia: capacidad del paciente de implicarse correctamente en la elección, inicio y control del TAR (24).

Criterios de inclusión y exclusión

En el estudio se analizaron datos de pacientes con tratamiento antirretroviral activo por diagnóstico de VIH/sida, que estuvieran adscritos a la IPS seleccionada, que fueran mayores de edad y que tuvieran historia clínica completa dentro de la base de datos. Se excluyeron datos de pacientes que hubieran interrumpido el tratamiento por algún motivo justificado o no, que no hubieran tenido suministro de medicamentos en fechas estipuladas por orden médica o aquellos con cambios de TAR por falla terapéutica.

Instrumento para recolección de datos

Para recolectar los datos de este estudio, se utilizó el cuestionario SMAQ (*Simplified Medication Adherence Questionnaire*), que surgió como modificación del cuestionario Morisky Green (25). Este cuestionario ha sido validado en su versión en español por Val Jiménez y colaboradores y desarrollado por el grupo español para el estudio multifactorial de la adherencia (GEMMA) (26). Está basado en preguntas que se realizan al paciente sobre los hábitos en toma de

medicación con tratamiento antirretroviral. Contiene seis preguntas con respuestas cerradas acerca de los olvidos, horarios y efectos adversos para valorar el grado de adherencia, separando los adherentes y los no adherentes (25). Este instrumento ha sido utilizado en los procesos de investigación actual en población con diagnóstico de VIH según estudios previos (27-31).

Métodos estadísticos

- Se llevaron a cabo técnicas de aprendizaje supervisado. Para establecer una notación clara;
- Se usa $x^{(i)}$ para denotar las variables de entrada, también llamadas características, con dimensión n .
- Se usa $y^{(i)}$ para denotar la salida, o variable objetivo que buscamos predecir.
- El par conformado por $(x^{(i)}, y^{(i)})$ se denomina un ejemplo de entrenamiento.
- El conjunto de datos que contiene la información de m ejemplos de entrenamiento $\{(x^{(i)}, y^{(i)})\}; i=1 \dots m$, se denomina base de datos, o conjunto de entrenamiento.
- Típicamente se usa X para denotar el espacio de representación para las variables de entrada, y Y para denotar el espacio de las variables de salida.
- Cuando se aborda un problema de clasificación, las variables en el espacio Y toman valores discretos, correspondientes a las clases o categorías definidas en el problema de aprendizaje.
- Para el problema específico que se aborda en este trabajo $y \in \{0, 1\}$, donde se ha definido que un valor $y=0$ corresponde a una persona no adherente al TAR, mientras $y=1$ corresponde a una persona adherente al TAR
- Para describir el problema de aprendizaje supervisado de manera general, se considera el problema de estimar una función $h: X \rightarrow Y$ tal que, dado un ejemplo de entrada x , entonces $h(x)$ predice el valor y . La función $h(x)$ también es conocida como función de hipótesis.

En el aprendizaje supervisado, la regresión logística usa una función para modelar una variable binaria y permite predecir la probabilidad de una clase o evento. Así la máquina de vectores de soporte es un clasificador binario que modela la frontera de decisión entre dos clases como un hiperplano separador. El árbol de decisiones es una estructura similar que divide los datos jerárquicamente en subconjuntos que luego se dividen nuevamente en particiones más pequeñas, los nodos internos del árbol son patrones de entrada y los nodos de hoja son categorías (32).



El proceso de diagnóstico asistido, empleando sistemas automáticos, es un proceso inherentemente imperfecto, ya que el resultado arrojado por un sistema de clasificación representa una probabilidad en lugar de una seguridad irrefutable de tener la respuesta absoluta. Para verificar y garantizar que los resultados sean repetibles y validar la capacidad de un sistema de identificar la presencia o ausencia de una enfermedad, se emplean diferentes medidas diagnósticas.

La fase de procesamiento y análisis de datos implicó la conversión de las variables a formato numérico para facilitar su manipulación. El manejo de datos faltantes se realizó siguiendo estrictamente los criterios de inclusión y exclusión. En los casos en que se detectaron datos incompletos en la base institucional, estos fueron eliminados, evitando así recurrir a imputaciones o estimaciones que pudieran introducir sesgos o afectar la representatividad y la generalización de los resultados.

Se realizaron análisis univariados para las variables cualitativas, calculando frecuencias absolutas y relativas, y para las variables cuantitativas se estimaron la media y la desviación estándar. Posteriormente, se ejecutó un análisis bivariado para evaluar la correlación y asociación entre la variable dependiente (adherencia al tratamiento) y las variables independientes. Este proceso permitió identificar relaciones relevantes entre las variables y posibles factores influyentes en la adherencia al tratamiento antirretroviral.

La construcción de los modelos de clasificación se realizó dividiendo el conjunto de datos en proporciones de 70 % para entrenamiento y 30 % para prueba. Esta estrategia aseguró que los modelos se entrenaran con suficientes datos y fueran evaluados en un conjunto independiente. Se emplearon diversos algoritmos de aprendizaje automático, como árboles de decisión, bosques aleatorios, regresión logística, máquinas de soporte vectorial, vecinos más cercanos (KNN) y *Naive Bayes*.

El rendimiento de los modelos se evaluó mediante la validación cruzada de *k* pliegues. Los datos se dividieron en diez grupos, y se realizaron diez iteraciones, entrenando el modelo en 9 grupos y evaluándolo en el restante en cada iteración. La evaluación de los modelos se basó en una variedad de métricas, incluyendo sensibilidad, exactitud, precisión y el área bajo la curva ROC. Estas métricas permitieron una evaluación integral del rendimiento de los modelos en términos de su capacidad para identificar de manera precisa la adherencia al tratamiento antirretroviral.

Los métodos de *Machine Learning* empleados en este estudio ofrecen ventajas significativas sobre los enfoques tradicionales, como la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos, identificar relaciones no lineales y capturar patrones complejos que podrían pasar desapercibidos con técnicas convencionales. Además, la implementación de validación cruzada y el uso de múltiples métricas de evaluación (sensibilidad, exactitud, precisión y AUC-ROC) garantizaron un análisis robusto y confiable. Este enfoque, basado en técnicas de *Machine Learning* refleja una tendencia creciente en la investigación clínica, especialmente en el manejo de datos complejos, como los relacionados con la adherencia al tratamiento antirretroviral.

Además de fortalecer la precisión analítica, proporciona herramientas innovadoras para la toma de decisiones en entornos clínicos.

Consideraciones éticas

En 2021, el comité de investigaciones en salud de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia aprobó el estudio clasificándolo como de bajo riesgo según la Resolución Colombiana 8430 de 1993. Los datos se obtuvieron de historias clínicas, respetando la privacidad y la política de tratamiento de datos. La confidencialidad se aseguró mediante códigos numéricos y encriptación de archivos, evitando la necesidad de consentimiento informado. Los procedimientos siguieron los principios éticos de la Declaración de Helsinki.

Resultados

El estudio contó con 1793 participantes; 38,5 % de sexo femenino y 61,5 % de sexo masculino. En cuanto al nivel educativo, el 78,4 % manifestó contar con algún tipo de formación académica, mientras que el 21,6 % dijo que no. El 66,1 % de los pacientes se identificaron como heterosexuales, mientras que el 33,9 % hacían parte de la comunidad LGBTIQ+ (tabla 1). 67,4 % de la población estudiada está en la etapa de la adultez, mientras que el 23,9 % eran jóvenes; el 94,3 % pertenecían al régimen subsidiado y 5,7 % al régimen contributivo del Sistema General de Seguridad Social en Salud colombiano (tabla 1).



Tabla 1. Relación existente entre la adherencia de los pacientes con VIH en el tratamiento antirretroviral y las diferentes variables independientes

Variable	Categoría	n = 1793	ADHERENCIA		P-Valor
			No Adherente	Adherente	
Mecanismo de transmisión	Transfusión Sanguínea	2	0,0 %	100,0 %	0,123
	Transmisión materno - infantil	45	35,6 %	64,4 %	
	Transmisión sexual x relación voluntaria	1739	20,1 %	79,90 %	
	Transmisión sexual x abuso sexual	6	16,7 %	83,3 %	
	Uso de agujas	1	0,0 %	100,0 %	
Estadio actual	Estadio 1	305	23,9 %	76,1 %	0,149
	Estadio 2	607	21,1 %	78,9 %	
	Estadio 3	881	18,8 %	81,2 %	
Carga viral	Indetectable	1362	13,90 %	86,10 %	0,000
	Detectable	431	41,30 %	58,70 %	
Sexo	Femenino	690	23,2 %	76,8 %	0,026
	Masculino	1103	18,8 %	81,2 %	
Ciclo de vida	Juventud	428	27,3 %	72,7 %	0,000
	Adulthood	1208	18,0 %	82,0 %	
	Vejez	157	20,4 %	79,6 %	
Escolaridad	Sin formación	387	19,9 %	80,1 %	0,073
	Primaria	484	23,1 %	76,9 %	
	Bachillerato	603	21,4 %	78,6 %	
	Técnico - Tecnólogos	220	16,8 %	83,2 %	
	Universitarios	99	12,1 %	87,9 %	
Procesos judiciales	No	1664	20,0 %	80,0 %	0,090
	Si	129	26,4 %	73,6 %	
Sistema de salud	Subsidiado	1690	20,5 %	79,5 %	1,000
	Contributivo	103	20,4 %	79,6 %	
	Bajo	1572	20,3 %	79,7 %	0,822

Riesgo cardiovascular	Moderado	188	21,3 %	78,7 %	
	Alto	33	24,2 %	75,8 %	
Índice de masa corporal (IMC)	Bajo peso	136	30,9 %	69,1 %	0,007
	Peso normal	990	19,6 %	80,4 %	
	Sobrepeso	479	18,8 %	81,2 %	
	Obesidad grado I	146	20,5 %	79,5 %	
	Obesidad grado II	27	14,8 %	85,2 %	
	Obesidad grado III	15	46,7 %	53,3 %	
Consumo menor a dos comidas diarias	No	1702	19,7 %	80,3 %	0,002
	Sí	91	34,1 %	65,9 %	
Problemas dentales o bucales	No	1712	20,2 %	79,8 %	0,157
	Sí	81	27,2 %	72,8 %	
Pérdida o aumento de peso	No	1665	20,3 %	79,7 %	0,570
	Sí	128	22,7 %	77,3 %	
Planificación familiar	No	1083	18,5 %	81,5 %	0,010
	Sí	710	23,5 %	76,5 %	
Consumo SPA	No	1501	19,0 %	81,0 %	0,001
	Sí	292	28,1 %	71,9 %	
Orientación sexual	Bisexual	97	18,6 %	81,4 %	0,450
	Homosexual	510	18,8 %	81,2 %	
	Heterosexual	1186	21,3 %	78,7 %	
Aceptación del diagnóstico	No	490	32,4 %	67,6 %	0,000
	Sí	1303	16,0 %	84,0 %	
Condición de vivienda	Familiar	422	22,0 %	78,0 %	0,163
	Alquilada	783	18,6 %	81,4 %	
	Propia	566	21,2 %	78,8 %	
	Invasión	9	33,3 %	66,7 %	
	Habitante de calle	13	38,5 %	61,5 %	
Vinculación laboral	Sin vinculación	564	20,6 %	79,4 %	0,963
	Informal	1069	20,3 %	79,7 %	
	Formal	160	21,3 %	78,7 %	

Antecedentes psiquiátricos	No	15	40,0 %	60,0 %	0,098
	Sí	1778	20,3 %	79,7 %	
Hijos	No	862	19,7 %	80,3 %	0,482
	Sí	931	21,2 %	78,8 %	
Pareja	No	994	20,0 %	80,0 %	0,638
	Sí	799	21,0 %	79,0 %	
Población clave	Comunidad LGTBI+	607	17,8 %	82,2 %	0,084
	Mujer vulnerable	12	33,3 %	66,7 %	
	No aplica	1174	21,6 %	78,4 %	

Fuente: elaboración propia.

En las variables psicológicas, se observó un alto porcentaje de participantes con antecedentes psiquiátricos (99,2 %), una aceptación del diagnóstico del 72,7 % y un 83,7 % de personas que no consumían sustancias psicoactivas (SPA). En cuanto a los factores personales, el 55,4 % no tenía pareja. Respecto a las condiciones socioeconómicas, el 59,6 % reportó una vinculación laboral informal y el 43,7 % vivía en vivienda alquilada (tabla 1).

Frente a los factores clínicos de los pacientes, se encontró carga viral indetectable en el 76 % de las personas; y el 87,7 % de las personas se clasificaron en bajo riesgo cardiovascular. En cuanto al IMC, el 55,2 % tenían peso normal y el 26,7 % sobrepeso; por otro lado, las relaciones sexuales voluntarias equivalían al principal mecanismo de transmisión en el 97 % de los casos. Finalmente, el estudio muestra una adherencia al TAR del 79,5 % (tabla 1).

El análisis bivariado permitió identificar una relación existente entre la variable “adherencia” con las siguientes variables sociodemográficas y psicosociales. En cuanto al sexo ($p=0.026$), se observó que los hombres presentan un nivel de adherencia del 81,2 %, mientras que las mujeres el 78,9 %; por tal motivo, podría haber una mayor relación entre ser hombre y ser adherente. Respecto al ciclo de vida ($p=0.000$), se evidenció mayor adherencia en la adultez (82 %) y vejez (79,6 %) que en la juventud (72,7 %). En el consumo menor a dos comidas diarias ($p=0.002$), se identificó que consumir menos de dos comidas diarias tienen un menor grado en la adherencia (65,9 %) comparado con más número de comidas diarias (80,3 %).

Respecto al uso de planificación familiar ($p=0.01$), quienes no utilizan un método de planificación tienen mayor adherencia al TAR (81,5 %) versus los que sí planifican (76,5 %). En el consumo de SPA ($p=0.001$), hubo mayor adherencia en los no consumidores (81 %) frente a los consumidores (71,9 %). Y en torno a la aceptación del diagnóstico ($p=0.000$), quienes aceptan su diagnóstico son más adherentes (84 %) frente a los que no aceptan su diagnóstico (67,6 %).

En relación con las variables asociadas a factores clínicos, la carga viral ($p=0.00$) mostró que los pacientes con cargas virales indetectables son adherentes en un 86,1 % versus 58,7 % en los pacientes con cargas detectables. En cuanto al IMC ($p=0.007$), los pacientes clasificados

en niveles de obesidad grado II y sobrepeso son los más adherentes (85,2 % y 81,2 % respectivamente), mientras que los menos adherentes fueron aquellos con obesidad grado III (53,3 %) (tabla 1).

Se aplicaron distintos algoritmos de *Machine Learning* para desarrollar modelos predictivos: regresión logística (LR), análisis discriminante lineal (LDA), vecinos más cercanos (KNN), árbol de decisión (CART), *Naive Bayes* (NB) y máquina de soporte vectorial (SVM). Tras la validación cruzada, el modelo de regresión logística mostró el mejor desempeño, con una media de predicción de 0,80 y una desviación estándar de 0,049.

La matriz de confusión reportó una exactitud del 80 %. El desempeño del modelo para la precisión en las personas adherentes al tratamiento fue del 81 % y la sensibilidad (recall) del 97 %. El F1 Score fue del 88 %. Para las personas que no se adhirieron al tratamiento se observó una precisión de 50 %, una sensibilidad de 11 % y un F1 Score de 18 %.

Para realizar una evaluación global de cada clasificador, se utilizó el área bajo la curva ROC (*AUC: area under the curve*) como métrica de desempeño. Se generó la figura 1, que muestra las curvas ROC y los valores de AUC para cada clasificador. Se observó que el clasificador KNN tuvo el menor desempeño, seguido del clasificador NB. Por otro lado, los clasificadores LR, LDA y SVM mostraron un rendimiento similar con un AUC aproximado de 0,61, mostrando tres enfoques que ofrecen un rendimiento similar.

Finalmente, las variables que más contribuyeron a explicar la adherencia según los coeficientes del modelo de regresión logística fueron el resultado de carga viral (-1,30), el riesgo cardiovascular (-0,44) y el mecanismo de transmisión (0,43) (tabla 2).

Tabla 2. Variables con coeficientes explicativos

Variables	Coeficientes
RESULTADO_CARGA_VIRAL	-1,3033
RIESGO_CARDIOVASCULAR	-0,4422
MECANISMO_TRANSMISIÓN	0,4342
CONSUMO_COMIDAS	-0,3927
ACEPTACIÓN_DX	0,3858
CONSUMO_SPA	-0,3217
RÉGIMEN_SISTEMA_SALUD	0,3125
PROCESOS_JUDICIALES	-0,3042
MOMENTO_CURSO_VIDA	0,2948
PLANIF_FAMILIAR	-0,2934
PROBLEMAS_DENTALES	-0,2319
PÉRDIDA_AUMENTP_KG	0,1878
ESCOLARIDAD	0,1229
ESTADIO_ACTUAL	0,1026
ORIENT_SEXUAL	0,0968
PAREJA	-0,0957
HIJOS	0,092
VINCUL_LABORAL	-0,0791
SEXO	0,0406
POBLAC_CLAVE	-0,0337
ANT_PSIQUIÁTRICO	-0,0276
IMC	0,0262
CONDICIÓN_VIVIENDA	-0,0256

Fuente: elaboración propia.

Discusión

El objetivo de este estudio fue identificar factores explicativos de la adherencia al tratamiento antirretroviral (TAR) en pacientes con VIH, basados en la métrica de desempeño de la curva de ROC. El clasificador de regresión logística (LR) permitió ordenar las variables de acuerdo con su mayor relación en la predicción, destacando el resultado de carga viral, el riesgo cardiovascular, el mecanismo de transmisión, la aceptación del diagnóstico y el consumo de comidas. Considerando la simplicidad del modelo, la cantidad de parámetros y el rendimiento logrado, el enfoque de clasificación de LR se destaca como un modelo predictivo adecuado que se argumenta a través de la siguiente discusión.

Los resultados mostraron que una menor carga viral se asocia con una mayor adherencia al TAR, lo cual concuerda con lo reportado por Seboka et al. (33), quienes identificaron que la adherencia al tratamiento fue la variable más importante en la predicción del fracaso virológico. En su estudio, los modelos eXtreme Gradient Boosting (XGB) y Random Forest (RF) lograron altos niveles de sensibilidad (97 %), puntaje F1 (96 %), AUC (0,99) y precisión (96 %), confirmando la capacidad de estos algoritmos para distinguir con exactitud entre cargas virales suprimidas y no suprimidas. Este estudio también distingue variables de gran importancia para la predicción con el nivel de CD4 y la duración y seguimiento del TAR.

Aunque algunas variables no se encontraron como predictoras se consideran en la literatura como importantes. Estas son el estadio clínico que se puede considerar como una variable significativa cuando se diagnostica y define la terapia más adecuada, pues depende del estadio de la patología (34). Diversos estudios han demostrado que las personas con VIH pueden tener más riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares comparadas con las no infectadas. Por lo tanto, es crucial la identificación y control de los factores de riesgo cardiovascular al momento de iniciar el TAR (19). A su vez, la adherencia incompleta al TAR está asociada significativamente con un mayor riesgo de mortalidad no relacionada con enfermedad cardiovascular que podría incrementar el riesgo de eventos de ésta (35).

Aunque la información que relaciona los mecanismos de transmisión del VIH y la aceptación del diagnóstico es limitada, se destaca la importancia de la aceptación del diagnóstico como un factor fundamental en la adherencia al TAR (36); la no revelación del diagnóstico a la pareja, la familia y el entorno más cercano, también está asociada a una menor adherencia (37), lo cual impacta negativamente, ya que la dinámica familiar de conocimiento y aceptación influye decisivamente en la adherencia al tratamiento antirretroviral. En este sentido las intervenciones familiares que abordan barreras prácticas y psicosociales muestran resultados positivos (38), así como otras sobre otras condiciones, como la depresión, que afecta las esferas personales y psicosociales del paciente (39).

El consumo de comidas ratifica la importancia de una seguridad alimentaria, ya que tener una alimentación saludable y completa ayuda a pacientes con VIH tener adherencia al TAR e incluso disminuir síntomas depresivos (40), convirtiéndose entonces en un factor protector (41). Por su parte, el consumo de SPA influye negativamente en la supresión viral. Un estudio basado en los problemas de conducta que conlleva el uso de este tipo de sustancias, y que por lo general, afecta el juicio de las personas, encontró también la alteración de la supresión viral (42). Entre los 6390 participantes del estudio, el 20,9 % refirió uso de alcohol/drogas en los últimos 12 meses, afectando su nivel de adherencia en un 15,3 %, y sumando problemas derivados del consumo de drogas/alcohol en un 31,1 %. Esta población presentó, además, una necesidad de tratamiento por consumo de sustancias en un 28,0 % (18). En relación con la presente investigación, se constata la prioridad de intervenciones individuales y colectivas de pacientes convivientes con VIH en problemas de adicción para favorecer los niveles de adherencia al TAR.

La edad también se asocia con la adherencia: las personas mayores de 60 años son un 16 % más adherentes que las menores de 29 (IC 95 %: 1,08-1,24). En contraste, las mujeres mostraron un 5 % menos de adherencia que los hombres (IC 95 %: 0,91-0,99), y los individuos afrodescendientes fueron aproximadamente un 13 % menos adherentes que los de raza blanca (43). Estos hallazgos (43) concuerdan con los del presente estudio, en el que la variable “sexo” evidenció una mayor probabilidad de adherencia en los hombres (81,2 %) frente a las mujeres (76,8 %). La literatura también señala el índice de complejidad farmacoterapéutica como factor



asociado a la adherencia, con una probabilidad del 44,6 % en hombres frente al 35,7 % en mujeres (44).

Si bien las variables sociodemográficas presentaron coeficientes bajos, su influencia no debe descartarse, pues abre posibilidades de nuevos estudios investigativos profundos en la temática del tratamiento para pacientes con VIH/sida. En esta línea, la escolaridad es un factor que está catalogado como un determinante social de tipo estructural con posibles efectos en la salud y el bienestar de la población a través de la acción sobre sus intermediarios (45). Estos resultados son consecuentes con un estudio realizado en Brasil por Da Rocha *et al.* (46), en el que se analizó la terapia antirretroviral en mujeres con VIH desde el perfil clínico y de salud conductual. Los resultados del estudio demostraron que hubo una prevalencia significativa de baja adherencia al TAR y que el principal factor que contribuyó a una mejor adherencia fue el nivel educativo. De esta manera, el grupo de personas con nivel educativo superior (completo o incompleto) tuvieron 1,69 veces más prevalencia de adherencia al TAR (Educación primaria $RP = [1]$, $IC\ 95\ \% = [-]$, $P. Valor = [-]$; Educación secundaria $RP = [1.84]$, $IC\ 95\ \% = [1.14-3.00]$, $P. Valor = [0.013]$; Educación superior $RP = [2.69]$, $IC\ 95\ \% = [1.53-4.73]$, $P. Valor = [0.001]$). Asimismo, las condiciones de vivienda representan un factor sociodemográfico en la explicación de la adherencia (47).

Las personas con un estado socioeconómico bajo son más propensas a abandonar los programas de tratamiento (45). Según el modelo de SVM, los usuarios con vinculación laboral formal tienden a ser adherentes, lo cual implica que el factor laboral actúa como un determinante social de la salud con probabilidad de influir en la salud y bienestar de los pacientes con TAR. Los bajos niveles de educación de los participantes y el bajo nivel socioeconómico son condiciones que interfieren con su adherencia al TAR, aunque su impacto puede mitigarse mediante intervenciones centradas en los determinantes sociales más influyentes identificados en este estudio (48).

Desde la perspectiva de las políticas públicas, es fundamental que las rutas integrales de atención en salud incluyan acciones orientadas al diagnóstico, inspección del proceso terapéutico y metas de cargas virales indetectables. Esto en concordancia con las tendencias y políticas del nuevo milenio, en las que los conocimientos de inversión en tecnología sanitaria para garantizar el cuidado integral, provisión de reactivos para medir CD4 y cargas virales deben ser la semaforización en los indicadores de evaluación como respuesta al Modelo de salud para los pacientes con diagnóstico confirmado en VIH (49).

En esta línea, las acciones transectoriales en los planes de salud pública son esenciales para intervenir sobre los determinantes sociales de la salud. Fortalecer el empleo formal en la población con VIH, disminuir las barreras de discriminación por el diagnóstico, generar oportunidad en el acceso a la educación tecnológica y universitaria para promover un nivel de independencia económica que promueve la inserción en el mercado formal (24) son estrategias que contribuyen a la inclusión de las personas con VIH. Por tanto, los proveedores de atención médica, los consejeros de adherencia, así como las organizaciones gubernamentales y no

gubernamentales deben enfatizar un enfoque de intervención multicomponente para abordar los desafíos multifacéticos asociados con la adherencia al tratamiento, mejorando así los esfuerzos de asesoría para aumentar la adherencia (50).

Finalmente, los hallazgos de este estudio y la literatura discutida se encuentran alineados con las estrategias mundiales de la OMS contra el VIH para el periodo 2022-2030 al implementar técnicas de ML para identificar grupos de población prioritarios que busquen orientar políticas de salud pública y estrategias de impacto y cobertura. Este enfoque contribuye a los objetivos globales de aumentar el porcentaje de personas con supresión viral, reducir las nuevas infecciones y disminuir la mortalidad asociada al VIH (51).

Conclusiones

Los factores explicativos de la adherencia al TAR, según el modelo de regresión logística aplicado, presentan una capacidad predictiva de un 0,80. El estudio demostró que las variables altamente relacionadas fueron los controles de carga viral, el factor de riesgo cardiovascular, el mecanismo de transmisión, la aceptación del diagnóstico y el consumo de SPA. Estos factores explican la adherencia en pacientes en tratamiento antirretroviral.

Sin embargo, el total de las variables relacionadas no hace parte de las rutas integrales de atención para los pacientes de VIH, las cuales siguen estructurándose desde una perspectiva clínica. Por ello, se hace necesaria su incorporación en los modelos actuales de atención, conforme a los lineamientos de gobernanza emitidos por la Organización Mundial de la Salud. Esto permitiría fortalecer la integralidad de la atención y avanzar hacia el desarrollo de una política pública intersectorial orientada a mejorar los resultados en salud, promoviendo el bienestar y la calidad de vida de las personas en TAR.

Asimismo, se recomienda implementar procesos de rehabilitación liderados por equipos transdisciplinarios, con el propósito de generar un impacto positivo en el bienestar mental, la retención en el cuidado y la adherencia al tratamiento. Dichos procesos deberían incluir la identificación de barreras, la consejería, el apoyo individual y colectivo para la aceptación del diagnóstico, y el abordaje del estigma y la discriminación, especialmente en poblaciones vulnerables como mujeres, comunidades LGBTIQ+, grupos étnicos minoritarios y otras poblaciones clave.

Referencias

1. ONUSIDA. Hoja informativa: últimas estadísticas sobre el estado de la epidemia de sida. [Internet] 2024 [citado el 2 de octubre de 2025]. <https://www.unaids.org/es/resources/fact-sheet>



2. Organización Mundial de la Salud. Infección por el VIH. [internet] 2022 [citado el 2 de octubre de 2025] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids>
3. Cuenta de alto costo. Situación del VIH y sida en Colombia 2021. Situación del VIH/Sida en Colombia 2021- Cifras de la CAC - CONSULTORSALUD
4. Canova-Barrios CJ. Psychosocial adjustment to illness among HIV-positive people from Buenos Aires, Argentina. *Investig Educ Enferm*. 2022;40(1):e11.
5. Sánchez Peña S, Pastor Bravo M del M, Cánovas Tomás MÁ, Almansa-Martínez P, Peñalver Guillen C, Jiménez-Ruiz I. Factores relacionados con la adherencia al tratamiento antirretroviral en mujeres con VIH: estudio mixto secuencial. *Enfermería Global*. 2021;20(2):1–34. <https://doi.org/10.6018/global.437711>
6. Cabieses B, Sepúlveda C, Obach A. Prevención de la transmisión vertical de VIH en mujeres migrantes internacionales: escenario actual y desafíos. *Rev Chil Pediatr*. 2020;91(5):672–83. <https://doi.org/10.32641/rchped.vi91i5.1784>
7. Ruiz-Algueró, M, Hernando, V, Marcos, H et al. Self-rated health among people living with HIV in Spain in 2019: a cross-sectional study. *BMC Infect Dis*. 2021;21,129. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-05815-3>
8. Báez P, Tiburcio A, Alba N, Mateo F, Grullon E, Cordero S, Fernández A, Reinoso J, Cruz D, Gómez K, Vargas N, Saint-Hilaire C, Abreu O, Acosta G, Halpern M, Stonbraker S. Medición de adherencia a antirretrovirales con métodos múltiples en La Romana, República Dominicana [Use of Multiple Methods to Measure Adherence to Antiretroviral Treatment in La Romana, Dominican Republic]. *Rev Panam Salud Publica*. 2022; 9;46: e207. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2022.207>
9. Silva AWMD, Meiners MMMD A, Gallo LG, Oliveira AFDM, Aridja UM, Noronha EF. Assessment of the perception of people living with HIV regarding the quality of outpatient care at a reference facility in the Federal District, Brazil. *Front Pharmacol*. 2021;12:740383. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.740383>
10. Morales, V. *Machine learning: teoría y práctica*. [Internet] 2021 [citado el 2 de octubre de 2025]. http://bookdown.org/victor_morales/TecnicasML/
11. Queiroz, F. (2025). Comparing the use of software and generative AI art tools: exploratory research and future agenda. *INMATERIAL. Diseño, Arte y Sociedad*, 10(19), 96-121. <https://orcid.org/0000-0002-2685-2653>
12. Jacinto, A. Startechup. [Internet] 2022. [citado el 2 de octubre de 2025] <https://www.startechup.com/es/blog/machine-learning-history/>
13. Aso, U. Psicología y Mente. [Internet] 2019. [citado el 2 de octubre de 2025] <https://psicologiaymente.com/inteligencia/teoria-computacional-de-la-mente>
14. Pedrero, V, Reynaldos, K, Ureta, J, y Cortez, E. Generalidades del machine learning y su aplicación en la gestión sanitaria en servicios de urgencias. *Rev Méd Chile SciELO*. 2021; 149(2): 248-254. <https://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872021000200248>

15. Sandoval, L. Algoritmos de aprendizaje automático para análisis y predicción de datos. ITCA-FEPADE, Revista tecnológica. 2018;(11):1-5. http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/3626/1/Art6_RT2018.pdf
16. Muñoz Martínez, R. Determinantes sociales y culturales y estrategias en salud en la atención médica especializada a población maya con VIH en Chiapas. Estudios de cultura maya. 2022; 59:265-296. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.59.22x880>
17. Lorda, P. S., Salvador, J. J. R., Marotoc, A. M., Pisa, R. M. L., & Gutiérrez, J. J. (2001). La capacidad de los pacientes para tomar decisiones. *Medicina clínica*, 117(11), 419-426. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(01\)72134-3](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(01)72134-3)
18. Organización Panamericana de la Salud. Grupos de Población Clave – OPS/OMS. <https://www.paho.org/es/documentos/informacion-estrategica-para-fortalecer-servicios-relacionados-con-vih-para-grupos>
19. García CG, Contreras-Macías E, Naranjo-Pérez GA, Morillo-Verdugo R. Comparison of perceived versus actual care complexity in HIV-positive patients receiving antiretroviral treatment: the STRATPATIENT study. *Rev Esp Quimioter*. 2025;38(4):278. <https://doi.org/10.1016/j.eimce.2023.04.020>
20. Martínez Bula EA. Adherencia terapéutica y su relación con la percepción de la calidad de vida en pacientes VIH/sida adscritos a un programa de seguimiento en una clínica de Barranquilla (Atlántico, Colombia) durante el año 2024 [tesis de maestría]. Barranquilla: [Universidad del Norte]; 2024.
21. ONUSIDA. Indetectable = intransmisible: la salud pública y la supresión de la carga vírica del VIH [Internet]. 2018 [citado el 2 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.unaids.org/sites/default/files/media_asset/undetectable-untransmittable_es.pdf
22. Basurto M, Abdo-Francis M, Aguilar-Salinas CA, Balcázar-Hernández LJ, Borrayo-Sánchez G, Castro-Narro GE, et al. Dislipidemia: recomendaciones para el diagnóstico y tratamiento en el primer nivel de contacto. *Gac Med Mex*. 2024;160(4):370–8 <https://doi.org/10.24875/gmm.24000095>
23. Mwakyandile, TM, Shayo, GA, Sasi, PG et al. Hipertensión y factores de riesgo tradicionales de enfermedades cardiovasculares entre adultos infectados por el VIH sin tratamiento previo que inician la terapia antirretroviral en zonas urbanas de Tanzania. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023; 23, 309. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03332-6>
24. Maria MPM, Carvalho MPD, Fassa AG. Adherence to antiretroviral therapy by people living with HIV/AIDS in Florianópolis, Santa Catarina State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 39, e00099622 <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2019.0212170919>
25. Ministerio de Salud. Guía de práctica clínica (GPC): basada en la evidencia científica para la atención de la infección por VIH/sida en personas adultas, gestantes y adolescentes. Minsalud; Bogotá. 2021. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/gpc-vih-adultos-version-profesionales-salud.pdf>
26. Pachón J, Pujol E, Rivero A. La infección por el VIH: guía práctica. Caballero Granado FJ, editor. 2003. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=769752>



27. Nogués Solán X, Sorli Redó ML, Villar García J. Instrumentos de medida de adherencia al tratamiento. *A Med Interna*. 2007; 24(3):138-141. <https://doi.org/10.4321/S0212-71992007000300009>
28. Knobel H, Alonso J, Casado JL, Collazos J, González J, Ruiz I, et al. Validation of a simplified medication adherence questionnaire in a large cohort of HIV-infected patients: the GEEMA Study. *Aids*. 2002; 16(4):605-613. <https://doi.org/10.1097/00002030-200203080-00012>
29. Rodríguez-Chamorro MA, García-Jiménez E, Rodríguez-Pérez A, Batanero-Hernán C, Pérez-Merino EM. Revisión de test validados para la valoración de la adherencia al tratamiento farmacológico utilizados en práctica clínica habitual. *Pharm Care Esp*. 2020;22(3): 148-172. <https://www.pharmcareesp.com/index.php/PharmaCARE/article/view/572>
30. Urizar CA, Jarolin-Montiel M, Ayala-Servin N, Centurión-Wenninger C, Montiel-Garcete D. Factores asociados a la no adherencia al TAR en pacientes con VIH en un hospital de Paraguay. *Rev Cient Cienc Med*. 2020;23(2):166–74.
31. Vallejo, GB, Bajaña, SKC y Plaza, HC. Análisis del nivel de adherencia al tratamiento farmacológico en pacientes de 20 a 25 años con VIH del Hospital del IESS “Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil”. *Rev Cient Cienc Avance*. 2023; 3(1)
32. Dwivedi A, Khan F, Singh MR, Fatima N, Singh AK. Career prediction system using machine learning. En: *Advances in Electronics, Computer, Physical and Chemical Sciences*. 2025. p. 114-118. <https://doi.org/10.1201/9781003616252>
33. Oricchio F, Leal Á, Maldonado C, Vázquez M, Cabrera S. Aplicación de un modelo farmacocinético poblacional para el seguimiento con dolutegravir: estudio piloto. *Rev Med Urug*. 2024;40(1):e202. <https://doi.org/10.29193/rmu.40.1.2>
34. Intilangelo A, Majic S, Palchik V, Traverso ML. Cuestionarios validados de adherencia a la medicación y factores asociados en pacientes crónicos: revisión sistemática. *Farm Hosp*. 2024;48(4):185–92. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2024.01.001>
35. Seboka BT, Yehualashet DE, Tesfa GA. AI and machine learning-based prediction of viral load and CD4 status among PLWH on ART in Ethiopia. *Int J Gen Med*. 2023;16:435–51. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S397031>
36. Díaz M, Lubián A. Definición de caso y clasificación de la infección por VIH y sida. *Rev Cub Med*. 1998;37(3):157–65 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75231998000300005&lng=es&tlng=es.
37. Jose R Castillo-Mancilla y otros. Association of incomplete adherence to antiretroviral therapy with cardiovascular events and mortality in virologically suppressed persons with HIV: Swiss HIV Cohort Study. *Open Forum Infectious Diseases*. 2021;8(2): ofab032 <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab032>
38. Rodriguez VJ, Gessert M, Guerra A. Family influences on ART adherence in youth with HIV in the United States: a systematic review. *AIDS Behav*. 2025. doi: <https://doi.org/10.1007/s10461-025-04721-y>
39. Zeleke TA, Alemu K, Ayele TA, Denu ZA, Mwanri L, Azale T. Systematic review and meta-analysis on the effect of depression on ART adherence among women living HIV. *PLoS One*. 2024;19(6):e0300106. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300106>

40. Santamaría CL, Uribe AF. Adherencia al tratamiento en pacientes VIH+ y terapia de aceptación y compromiso (TAC). *I+D Rev Investig.* 2017;10(2):89–101. <https://doi.org/10.33304/revinv.v10n2-2017008>
41. Morillo-Verdugo R, Polo R, Knobel H. Documento de consenso para mejorar la adherencia a la farmacoterapia en pacientes con VIH en TAR. *Farm Hosp.* 2020;44(4):163–73.
42. Badamosi, S. O., Trepka, M. J., Dawit, R., Bursac, Z., Raymond, A., Ladner, R. A., Sheehan, D. M. Person-Time Spent with HIV Viral Load Above 1500 Copies/ML Among Miami-Dade County Ryan White Program Clients, 2017-2019: A Retrospective Analysis. 2022. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4133016>
43. Palar K, Napokes T, Hufstедler LL, et al. Comprehensive and medically appropriate food support is associated with improved HIV and diabetes health. *J Urban Health.* 2017;94(1):87–99. <https://doi.org/10.1007/s11524-016-0129-7>
44. Matamoro AMP, Mora MCM, Concha TIE. Factores favorecedores de la adherencia al tratamiento antirretroviral (TARV), de los autocuidados y hábitos de alimentación saludables de las personas con VIH/SIDA. *Univ Cienc Tec*, 2019; 2(2): 150-156. <https://doi.org/10.58722/nure.v2i1i128.2443>
45. Manzano-García M, Serrano-Giménez R, de las Aguas Robustillo-Cortés M, Morillo-Verdugo R. Concordance between pharmacotherapeutic complexity calculated and perceived by HIV+ patients with antiretroviral treatment. *Farm Hosp.* 2019; 43(1), 31-35.
46. Peña Chocué DA, Toro Aguirre CA, Brito EM, Girón Restrepo GA, Afanador Rodríguez MI, Delgado D, et al. Determinantes sociales y su influencia en la enfermedad, visión latinoamericana, caso Colombia 2020. *Rev Sapientia*, 2022; 14(27): 38-48
47. Da Rocha J, De Andrade D, Da Rocha L, De Aquino D, Da Silva F, De Oliveira R. Adesão à terapia antirretroviral em mulheres: Influência do perfil clínico y comportamental de saúde. *Cienc Enf.* 2021; 27:25 <https://doi.org/10.29393/ce27-25atjr60025>
48. Siefried KJ, Mao L, Kerr S, Cysique LA, Gates TM, McAllister J, et al. Socioeconomic factors explain suboptimal adherence to antiretroviral therapy among HIV-infected Australian adults with viral suppression. *PloS one*, 2017; 12(4): e0174613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174613>
49. Candido PGG, Amador BM, Silva FF, Santos FS, Pinheiro LMDL, Oliveira Filho AB. Adherence to antiretroviral therapy among women living with HIV/AIDS in the interior of the Brazilian state of Pará: cross-sectional study. *Sao Paulo Medical Journal*, 2021;139(2): 99–106. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2020.0370.r1.18112020>
50. Alemu GG, Yirsaw BG, Tesfie TK, Yismaw GA, Abuhay HW, Alemayehu MA, et al. Adherence to ART and associated factors among children in Eastern and Southern Africa: systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2025;20(1):e0312529. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312529>
51. Arrivillaga Quintero M, Alzate Posada ML, Useche Aldana B. Políticas públicas, sistema de salud y mujeres con VIH/sida en Colombia: análisis crítico. *Rev Gerenc Polit Salud.* 2009;8(16):58–71.

Notas

- * Artículo de investigación