

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2025,
Volumen 9, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

PREDICCIÓN DE LINFOCITOS T CD4 EN PERSONAS COINFECTADAS POR VIH Y TUBERCULOSIS EN GUERRERO: ESTUDIO DE COHORTE EN ÁREA ENDÉMICA

CD4 T CELL PREDICTION IN HIV- AND
TUBERCULOSIS-COINFECTED INDIVIDUALS IN
GUERRERO: A COHORT STUDY IN AN ENDEMIC AREA

María de los Ángeles Salgado Jiménez
Hospital General Regional No 1, Vicente Guerrero

Rafael De La O Echeverría
Hospital General Regional No 1, Vicente Guerrero

Joanico Morales Baltazar
Hospital General Regional No 1, Vicente Guerrero

Jorge Janeman Franco Ríos
Hospital General Regional No 1, Vicente Guerrero

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v9i3.18277

Predicción de Linfocitos T CD4 en Personas Coinfectadas por VIH y Tuberculosis en Guerrero: Estudio de Cohorte en Área Endémica

María de los Ángeles Salgado Jiménez¹ansaji83@gmail.com<https://orcid.org/0000-0003-3078-9156>

Hospital general Regional No 1

Vicente Guerrero

Rafael De La O Echeverría19410443@uagro.mx<https://orcid.org/0009-0001-5597-1643>

Hospital General Regional No 1

Vicente Guerrero

Joanico Morales BaltazarBalta2083@live.com.mx<https://orcid.org/0000-0001-5001-5647>

Hospital general Regional No 1

Vicente Guerrero

Jorge Janeman Franco Ríos11267949@uagro.mx<https://orcid.org/0009-0004-7565-927X>

Hospital general Regional No 1

Vicente Guerrero

RESUMEN

Introducción. Aproximadamente 40 millones de personas en el mundo conviven con el virus de inmunodeficiencia humana, lo cual representa un importante reto para la salud pública y demanda estrategias de intervención efectivas. **Objetivo.** Estimar la predicción de linfocitos T CD4 en pacientes coinfectados con VIH y tuberculosis que se encuentran bajo tratamiento antirretroviral, a fin de identificar diferencias en la recuperación inmunológica. **Material y método.** Se llevó a cabo un estudio de cohorte en la Clínica de VIH del HGR, abarcando el periodo comprendido entre diciembre de 2023 y diciembre de 2024. Para ello se recopiló el historial completo de mediciones de linfocitos T CD4, cargas virales y otros parámetros clínicos de pacientes con VIH. Las variables evaluadas se extrajeron de los antecedentes y datos presentes en las historias clínicas, incluyendo sexo, edad, consumo de tabaco, alcohol y drogas, además de la presencia de comorbilidades tales como neoplasias, cirrosis, insuficiencia cardíaca, enfermedades cardiovasculares, enfermedad renal crónica, diabetes mellitus, asma y otras enfermedades pulmonares crónicas. **Resultados.** Los hallazgos demostraron que la población de linfocitos T CD4 mostró una tendencia creciente de acuerdo con la clasificación de la CDC. Sin embargo, en el grupo de pacientes coinfectados con tuberculosis, la recuperación inmunológica fue más lenta, evidenciando mayores desafíos en el manejo terapéutico de la coinfección. **Conclusión.** Es necesario un seguimiento continuo y estrategias de manejo individualizadas para mejorar respuesta terapéutica.

Palabras clave: virus de inmunodeficiencia humana, tuberculosis pulmonar, linfocitos T CD4, carga viral

¹ Autor principal

Correspondencia: ansaji83@gmail.com

CD4 T Cell Prediction in HIV- and Tuberculosis-Coinfected Individuals in Guerrero: A Cohort Study in an Endemic Area

ABSTRACT

Approximately 40 million people worldwide live with HIV, which represents a significant public health challenge and necessitates effective intervention strategies. **Objective.** To estimate the prediction of T CD4 lymphocytes in patients coinfecting with HIV and tuberculosis who are undergoing antiretroviral treatment, in order to identify differences in immune recovery. **Material and Method.** A cohort study in a series of time was conducted at the HGR HIV Clinic, covering the period from December 2023 to December 2024. For this purpose, the complete history of T CD4 lymphocyte measurements, viral loads, and other clinical parameters of HIV patients was collected. The evaluated variables were extracted from medical records, including gender, age, tobacco use, alcohol and drug consumption, as well as the presence of comorbidities such as neoplasms, cirrhosis, heart failure, cardiovascular diseases, chronic kidney disease, diabetes mellitus, asthma, and other chronic pulmonary diseases. **Results.** The findings demonstrated that the T CD4 lymphocyte population exhibited an increasing trend according to the CDC classification. However, in the group of patients coinfecting with tuberculosis, immune recovery was slower, indicating greater challenges in the therapeutic management of the coinfection. **Conclusion:** Continuous monitoring and individualized management strategies are necessary to improve therapeutic response.

Keywords: human immunodeficiency virus, pulmonary tuberculosis, T CD4 lymphocytes, viral load.

Artículo recibido 04 abril 2025

Aceptado para publicación: 08 mayo 2025



INTRODUCCIÓN

La infección del virus del VIH es un problema de salud pública a nivel mundial. En México, se reportan aproximadamente 10,000 nuevos casos al año y la atención a las personas que viven con VIH ¹⁻².

Según el Centro Nacional para la Prevención, Control del VIH y el sida (CENSIDA), en México se registraron 327,260 casos de personas bajo tratamiento para el VIH durante el tercer trimestre de 2022.

La incidencia se ha mantenido relativamente constante, con 10,500 nuevos casos de VIH y SIDA diagnosticados solo en el año 2021 ^{1,3,4}.

La tuberculosis, causada por la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*, es una enfermedad infecciosa que afecta principalmente a los pulmones, generando una variedad de síntomas que van desde la tos hasta la hemoptisis. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁵, la tuberculosis es la enfermedad infecciosa más común en los seres humanos, con alrededor de 10 millones de casos nuevos cada año. Aunque el 85% de los casos de tuberculosis pueden curarse con los medicamentos de primera línea, sigue siendo un problema de salud debido a la falta de un tratamiento efectivo, la resistencia a los medicamentos y la falta de apego al tratamiento ^{5 6 7}

Los determinantes de la tuberculosis (TB) están fuertemente influenciados por factores sociales y económicos. ^{6,7}En el estudio se identificó que los países con un índice de desarrollo humano (IDH) y producto interno bruto (PIB) más bajos tienen una mayor incidencia de TB. (6) Específicamente, el riesgo de TB en el país con el IDH más bajo es seis veces mayor que en el país con el IDH más alto. ^{7,8}

En 2023, las autoridades de salud de Guerrero informaron que se tenían registrados 1,252 casos de tuberculosis, de los cuales el 61.3% correspondían al sector masculino y el 38.7% al femenino.⁹ Según el boletín de Vigilancia Epidemiológica de la Semana 52 de 2024, publicado por la Secretaría de Salud de México, Guerrero registró 453 casos acumulados de tuberculosis respiratoria en 2024, en comparación con 406 casos en 2023⁸.

Además, datos del Sistema Nacional de Información en Salud indican que Guerrero tiene una tasa de incidencia de tuberculosis pulmonar de 30.3 casos por cada 100,000 habitantes, situándose entre las entidades con mayor incidencia en el país ^{8 9}.

La situación se deteriora en sujetos con inmunosupresión extrema, donde la tuberculosis miliar o diseminada se convierte en la forma predominante de la enfermedad.



La gravedad de la coinfección puede llevar a manifestaciones intrapulmonares y extrapulmonares inusuales que imitan otras condiciones graves, como neumonía o neoplasias, complicando más el diagnóstico y el tratamiento.^{9 10}

La interacción de estas dos infecciones genera una sinergia destructiva que desafía nuestras estrategias de control y tratamiento. La presencia de coinfección tuberculosis-VIH sin importar el conteo previo de los linfocitos T Cd4 demanda un enfoque multidisciplinario y una respuesta urgente para mitigar su impacto devastador y proteger a los individuos vulnerables en el marco de esta epidemia global^{11,12}.

Material y métodos

Estudio tipo cohorte retrospectiva, todos los conteos de CD4 incluidos en el estudio, pertenecen personas de la clínica del VIH, con antecedente de diagnóstico de tuberculosis del periodo 2019-2024, corroborada mediante baciloscopia, cultivo, estudio clínico, radiológico y/o histopatológico.

Las variables evaluadas fueron obtenidas a partir de los antecedentes (haber padecido tuberculosis) y datos presentes en la historia clínica, se incluyó sexo, edad, presencia de tuberculosis, conteos de linfocitos T Cd4 seriados (cada 6 meses).

Periodo de estudio: se realizó la búsqueda de la información en los expedientes clínicos electrónicos de la población de estudio en un periodo comprendido entre diciembre 2023 a diciembre 2024. De una población establecida en 2200, se obtuvo un cálculo del tamaño de la muestra de 534.

Se tomó en cuenta normativa vigente en materia de investigación en salud, garantizando el respeto a la dignidad, derechos y bienestar de los participantes, en concordancia con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.^{13 14}

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud: Artículo 13: Se prioriza la dignidad y protección de los participantes, evitando procedimientos que generen incomodidad. Artículo 14: La investigación será realizada por profesionales de la salud con experiencia en el área, se tomó en cuenta los principios de la Declaración De Helsinki en investigación biomédica adoptada por la 8 va asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia en junio de 1964 y enmendada por la 29ª Asamblea Médica mundial en Tokio, Japón, octubre 1975, la 35ª Asamblea Médica Mundial de Venecia, Italia, octubre 1983, y la 41ª Asamblea médica Mundial Hong Kong, septiembre 1989 y conforme reglamentos y regulaciones de la secretaría de Salud en materia de investigación clínica¹³



RESULTADOS.

Se realizó la predicción en el historial del conteo de linfocitos T CD4 con un máximo de seis mediciones a partir de un conjunto de 534 datos numéricos, en los cuales se registraron los conteos de linfocitos T CD4 y las cargas virales a lo largo del tiempo.

Tabla 1

Resultados

Regresión Lineal

Modelo	R	R ²	R ² corregida	RMSE
Medidas de Ajuste del Modelo				
1	0.810	0.656	0.654	149

Nota. Models estimated using sample size of N=447

Predictor	Estimador	EE	t	p
Coeficientes del Modelo - H3_CD4				
Constante	126.614	14.7544	8.58	<.001
H2_CD4	0.573	0.0432	13.27	<.001
H1_CD4	0.253	0.0415	6.09	<.001

Tabla 2

Regresión Lineal

Modelo	R	R ²	R ² corregida	RMSE
Medidas de Ajuste del Modelo				
1	0.802	0.644	0.642	153

Nota. Models estimated using sample size of N=354

Predictor	Estimador	EE	t	p
Coeficientes del Modelo - H4_CD4				
Constante	103.830	18.1824	5.71	<.001
H2_CD4	0.230	0.0523	4.40	<.001
H3_CD4	0.596	0.0548	10.88	<.001

Los resultados generales del análisis de regresión lineal se reflejan en las medidas de ajuste del modelo obtenidas, presentando los siguientes valores: $R = 0.810$ y 0.802 , $R^2 = 0.656$ y 0.644 y R^2 corregido = 0.654 y 0.642 respectivamente. Estos valores indican que el modelo explica aproximadamente el 65% de la variabilidad en los datos, lo que se traduce en una buena capacidad predictiva del modelo con respecto a la evolución del conteo de linfocitos T CD4. Además, se identificó en la predicción de cada tercera medición de la serie numérica se observó un valor p estadísticamente significativo en los coeficientes del modelo, lo que sugiere que a partir de dos tomas previas se puede predecir la tercera, ello traduce un dato relevante en la predicción del conteo de las células T CD4.

El hecho de que el R^2 corregido sea de 0.654 sugiere que, al ajustar el modelo por el número de predictores, la capacidad explicativa sigue siendo significativa, aunque con una ligera reducción. Estos resultados respaldan la confiabilidad del modelo para realizar predicciones sobre la evolución de los linfocitos T CD4 en el tiempo.

Además, el análisis de los valores p asociados a los coeficientes de regresión revela información crucial sobre la significancia estadística de cada predictor. En particular, la constante del modelo tiene un valor $p < 0.001$, lo que indica que su contribución es altamente significativa. Asimismo, los coeficientes para $H3_CD4$ y $H4_CD4$ también presenta un valor $p < 0.001$, lo que sugiere que estas variables tienen un impacto relevante en la predicción del conteo de linfocitos T CD4 para el tercer valor, tomando dos mediciones previas.

Por otro lado, la variable **H1_CV** muestra un valor $p < 0.001$, lo que indica que tiene un impacto significativo en la evolución de la carga viral y, por ende, en la respuesta inmunológica de los pacientes. Desde un punto de vista clínico, este modelo es de gran utilidad para la infectología y la medicina en general, ya que permite evaluar cómo evolucionan los conteos de linfocitos T CD4 en personas que viven con VIH, particularmente en un contexto donde la tuberculosis es una enfermedad endémica. La coinfección por tuberculosis es un factor de gran importancia, ya que afecta la capacidad del sistema inmunológico para recuperar los linfocitos T CD4 en el tiempo.

Estos hallazgos refuerzan la importancia del monitoreo continuo de los conteos de linfocitos T CD4 y la carga viral en pacientes con VIH, especialmente en aquellos con tuberculosis.

La predicción del comportamiento inmunológico a lo largo del tiempo permite a los profesionales de la salud tomar decisiones más personalizadas sobre el tratamiento y seguimiento de estos pacientes.

Tabla 3 correspondiente al historial de linfocitos T CD4 por grupo etario

		H1_CD4_C	C_EDAD	H1_CD4	H2_CD4	H4_CD4	H3_CD4	H5_CD4	H6_CD4
Descriptivas									
N	A¶	18 A 40 AÑOS	83	78	55	70	28	7	
		41 A 55 AÑOS	67	63	46	54	25	11	
		56 AÑOS O MÁS	32	32	23	30	16	9	
	B¶	18 A 40 AÑOS	110	102	68	89	41	13	
		41 A 55 AÑOS	79	77	60	73	37	15	
		56 AÑOS O MÁS	35	35	26	34	15	5	
	C¶	18 A 40 AÑOS	89	78	47	62	23	9	
		41 A 55 AÑOS	34	31	21	26	16	5	
		56 AÑOS O MÁS	11	10	7	8	4	2	
Perdidos	A¶	18 A 40 AÑOS	0	5	28	13	55	76	
		41 A 55 AÑOS	0	4	21	13	42	56	
		56 AÑOS O MÁS	0	0	9	2	16	23	
	B¶	18 A 40 AÑOS	0	8	42	21	69	97	
		41 A 55 AÑOS	0	2	19	6	42	64	
		56 AÑOS O MÁS	0	0	9	1	20	30	
	C¶	18 A 40 AÑOS	5	16	47	32	71	85	
		41 A 55 AÑOS	2	5	15	10	20	31	
		56 AÑOS O MÁS	1	2	5	4	8	10	
Media	A¶	18 A 40 AÑOS	716	690	719	737	701	623	
		41 A 55 AÑOS	711	663	624	667	611	604	
		56 AÑOS O MÁS	761	674	671	677	643	619	
	B¶	18 A 40 AÑOS	339	439	523	478	526	483	
		41 A 55 AÑOS	371	436	468	455	466	435	
		56 AÑOS O MÁS	368	409	444	427	484	453	
	C¶	18 A 40 AÑOS	94.5	217	319	288	393	400	
		41 A 55 AÑOS	95.8	202	268	249	362	268	
		56 AÑOS O MÁS	87.5	244	276	271	186	220	
Mediana	A¶	18 A 40 AÑOS	674	654	707	704	681	570	
		41 A 55 AÑOS	632	642	596	643	615	609	
		56 AÑOS O MÁS	636	578	629	631	597	624	
	B¶	18 A 40 AÑOS	339	434	499	472	481	489	
		41 A 55 AÑOS	385	435	430	443	512	361	
		56 AÑOS O MÁS	375	369	462	405	448	417	
	C¶	18 A 40 AÑOS	93	191	288	258	331	326	
		41 A 55 AÑOS	98.0	167	176	174	287	272	
		56 AÑOS O MÁS	90	230	256	242	148	220	
Desviación estándar	LEVE	18 A 40 AÑOS	185	244	259	238	287	199	
		41 A 55 AÑOS	191	215	219	218	113	66.7	
		56 AÑOS O MÁS	257	256	261	252	200	86.2	
	MODERADO	18 A 40 AÑOS	87.5	178	202	179	164	107	
		41 A 55 AÑOS	89.4	152	234	164	150	213	
		56 AÑOS O MÁS	80.8	157	166	148	168	197	
	SIDA	18 A 40 AÑOS	60.5	155	149	163	237	190	
		41 A 55 AÑOS	51.4	173	221	222	271	126	
		56 AÑOS O MÁS	58.9	175	157	183	121	168	
	Mínimo	18 A 40 AÑOS	501	268	167	321	6	451	
		41 A 55 AÑOS	500	194	120	316	373	514	
		56 AÑOS O MÁS	500	338	260	80	319	467	
	MODERADO	18 A 40 AÑOS	203	6	80.0	151	252	321	
		41 A 55 AÑOS	200	52	100	134	170	87	
		56 AÑOS O MÁS	204	180	41.0	192	228	195	
	SIDA	18 A 40 AÑOS	0	10	49.0	55	54	222	
		41 A 55 AÑOS	0	28	5.00	35	28	95	
		56 AÑOS O MÁS	5	75	78.0	54	87	101	

Grafico 1. Rectas de regresión de mejor ajuste, se observa la distribución de los linfocitos T CD4 tomando en cuenta la presencia de tuberculosis, edad y conteo.

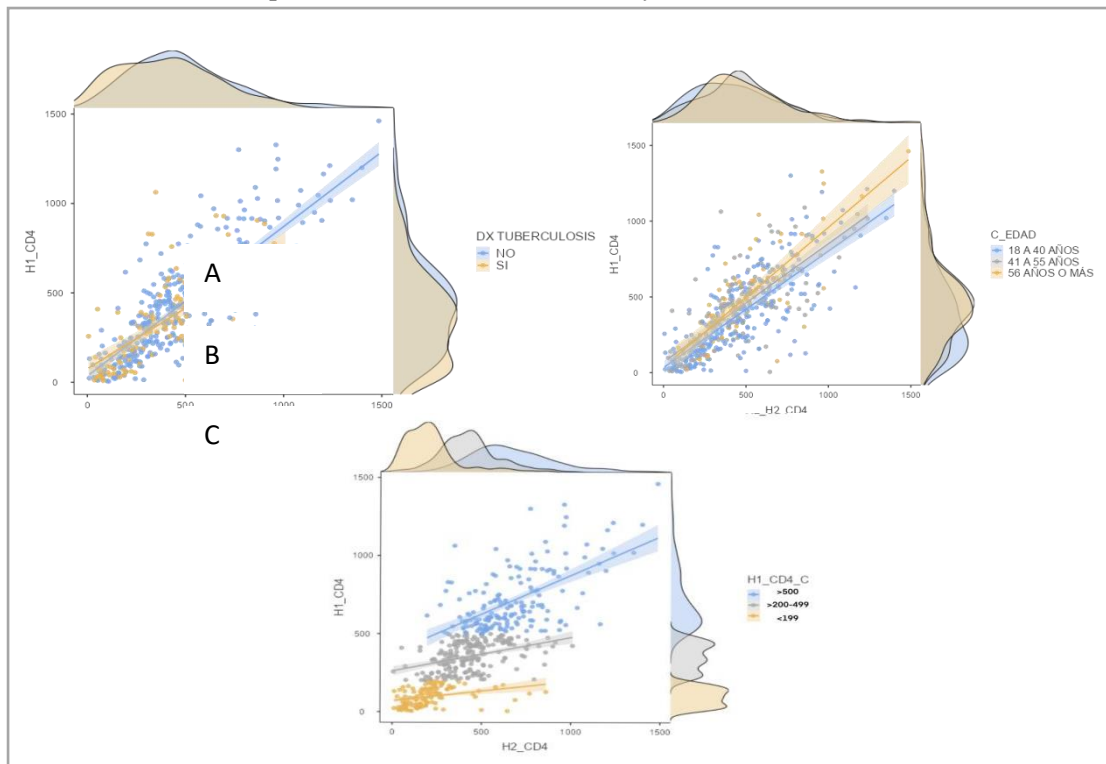


Gráfico 2. Histogramas con gráficos de densidad sobrepuesto en diferentes tomas de CD4.

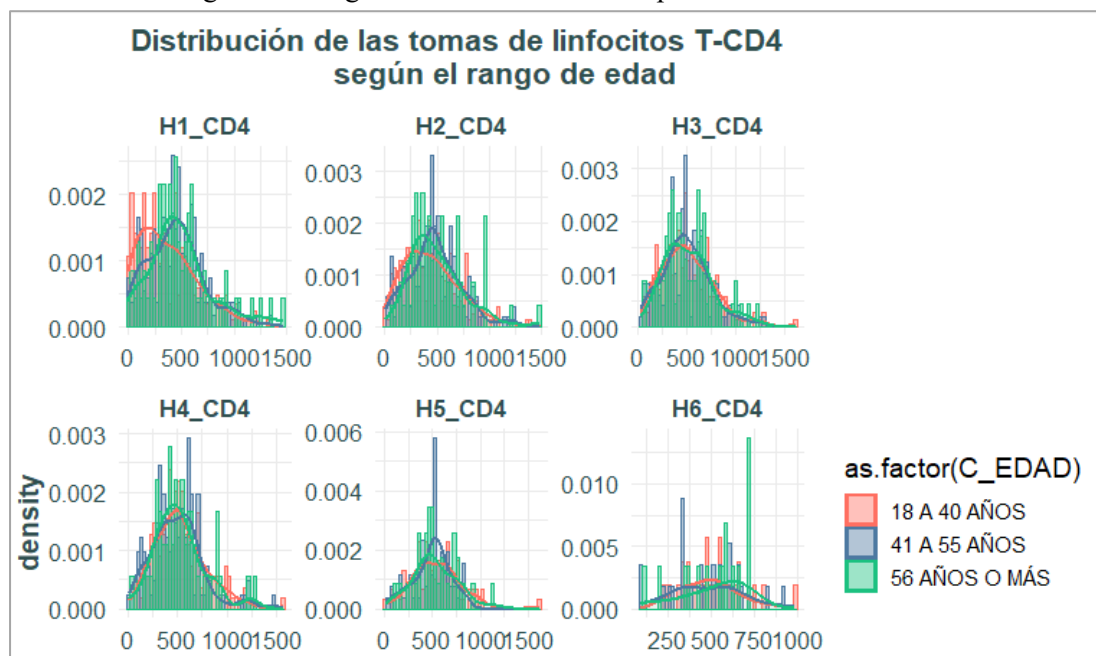


Gráfico 3. Histogramas con gráficos de densidad sobrepuesto en diferentes tomas de CD4.

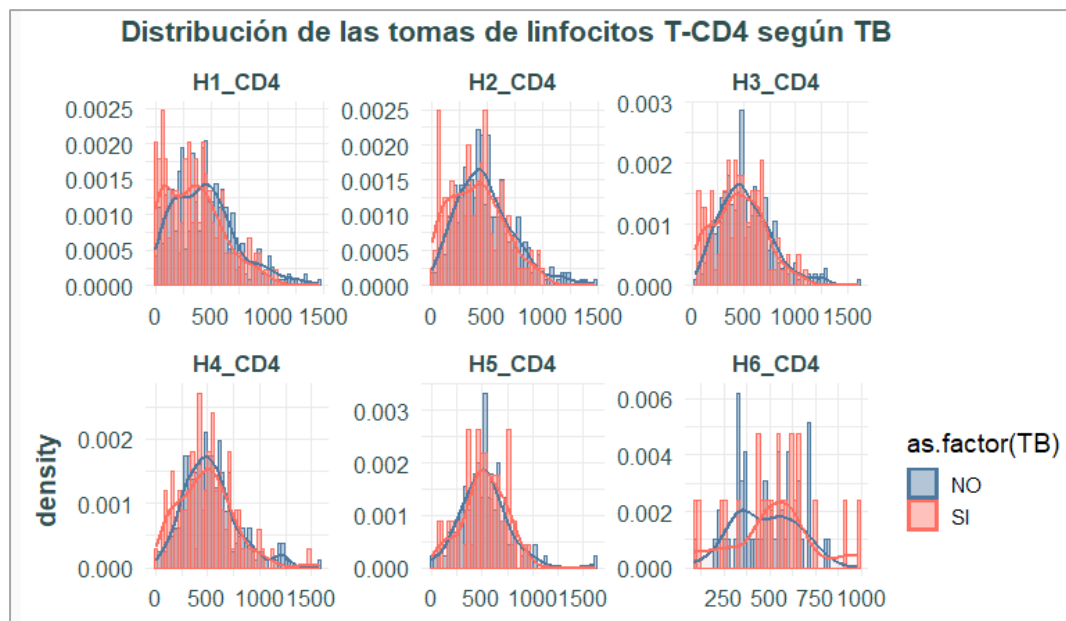
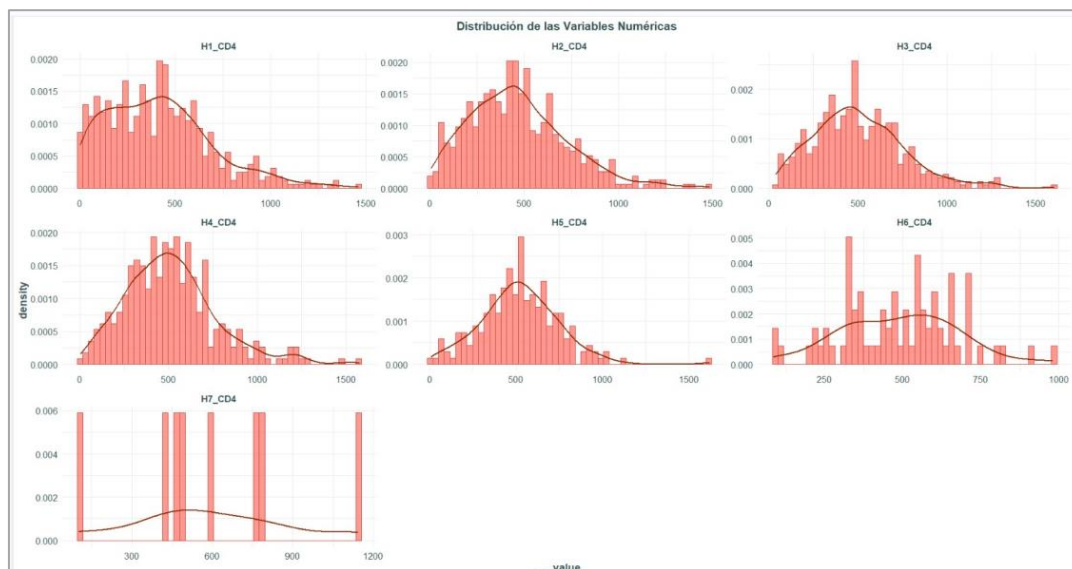


Gráfico 4. Histogramas con gráficos de densidad sobrepuesto en diferentes tomas de CD4



DISCUSIÓN

El R^2 es una medida estadística de ajuste que nos indica que tanto se acerca los valores reales a la predicción, este coeficiente tiende del 0 al 1, en los resultados de la presente investigación la cual se llevó a cabo en Guerrero un estado endémico en tuberculosis, se obtuvo un R^2 de 0.77, fue un valor próximo a la unidad, y traduce una predicción buena en el conteo de linfocitos Tcd4 de personas que viven con VIH.

El análisis de los datos numéricos en el tiempo es de importancia para el área médica en particular para la infectología, ya que el desarrollar tuberculosis en una persona previamente inmunosuprimida, afecta la velocidad en el aumento de linfocitos T CD4 en el tiempo.

Existen en México pocos estudios abordando el tema de predicciones utilizando valores numéricos de linfocitos T Cd4 de personas que viven con VIH. Salgado y colaboradores han contribuido realizando predicciones de linfocitos en el país sin la presencia de tuberculosis en el año 2020,¹³⁻¹⁴ y realizaron análisis de conglomerados utilizando la distancia euclídea para observar el comportamiento de linfocitos T CD4 por grupos poblacionales en el tiempo a través de técnicas como el aprendizaje no supervisado.¹⁵

Dentro de las contribuciones de otros países destaca la del autor Rodríguez Solorzano en Colombia, ha destacado por ser pionero en cálculos fractales, y predicciones de linfocitos TCD4 en el VIH utilizando métodos estadísticos que difieren a los presentes resultados.^{16 - 17}

La predicción del recuento de linfocitos T CD4 en pacientes con infección por VIH constituye un componente esencial en la evaluación de la progresión de la enfermedad y en la determinación de la respuesta al tratamiento antirretroviral. El presente estudio, basado en un modelo de regresión lineal, evidenció un coeficiente de determinación (R^2) de 0.77, lo que denota una capacidad robusta para explicar la variabilidad observada en los recuentos de CD4. Este hallazgo se encuentra en consonancia con investigaciones previas que han empleado métodos estadísticos clásicos, confirmando la utilidad de dichos modelos en el seguimiento de parámetros inmunológicos^{19 20}.

Sin embargo, en los últimos años se ha observado una creciente tendencia hacia la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para la predicción del recuento de linfocitos T CD4. Estudios recientes han demostrado que estos métodos permiten identificar, de manera más precisa, variables determinantes que influyen en la recuperación inmunológica, ofreciendo una perspectiva que supera las limitaciones inherentes a los modelos lineales tradicionales²¹. La capacidad de estos algoritmos para manejar grandes volúmenes de datos y para detectar interacciones complejas entre múltiples factores ha contribuido significativamente a mejorar la precisión de las predicciones clínicas.

Adicionalmente, en escenarios donde la coinfección con tuberculosis es prevalente, se han desarrollado modelos conjuntos que integran tanto el recuento de CD4 como la presencia de tuberculosis.

Dichos estudios han evidenciado que la coinfección con tuberculosis acelera la disminución de los linfocitos T CD4 y afecta de manera adversa la carga viral, lo que resalta la necesidad de incorporar variables relacionadas con otras comorbilidades para lograr una predicción más integral y realista del estado inmunológico ²² Este enfoque resulta especialmente relevante en regiones endémicas, donde la interacción entre estas dos patologías puede influir de forma crítica en el manejo terapéutico.

Por otra parte, investigaciones dirigidas a poblaciones pediátricas han implementado modelos no lineales de efectos mixtos para predecir la reconstitución inmunológica a largo plazo. Los hallazgos indican que la iniciación temprana de la terapia antirretroviral y la preservación de recuentos de CD4 relativamente altos se asocian con mejores resultados a largo plazo, lo que subraya la importancia de estrategias de intervención precoz en este grupo etario ²³ Este tipo de estudios aporta evidencia valiosa para la formulación de protocolos de tratamiento personalizados, que pueden optimizar la evolución clínica y la calidad de vida de los niños infectados.

CONCLUSIÓN

La recuperación del conteo de linfocitos T CD4 en pacientes con VIH/TB varía según la edad y el estado inmunológico inicial. Se observó una recuperación más rápida en el grupo de 18 a 40 años en comparación con aquellos de 41-55 y mayores de 56 años. Asimismo, los pacientes con conteos iniciales superiores a 500 células (A1 según la clasificación CDC) mostraron una mejor respuesta en la recuperación de linfocitos T CD4 en comparación con aquellos con niveles entre 201-499 y menos de 200 células. Estos hallazgos resaltan la importancia del diagnóstico temprano y el inicio oportuno del tratamiento antirretroviral.²⁴

Contribución de los Autores, Financiamiento y Conflictos de Interés

Los autores del presente declaran no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Miranda Gómez, O., & Nápoles Pérez, M. (2009). Historia y teorías de la aparición del virus de la inmunodeficiencia humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 38(3-4).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S013865572009000300007&lng=es
2. ONUSIDA. (2025). *Hoja informativa — Últimas estadísticas sobre el estado de la epidemia de sida*. <https://www.unaids.org/es/resources/fact-sheet>



3. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud, Dirección General de Epidemiología. (2022). *Sistema de vigilancia epidemiológica de VIH: Informe histórico de VIH 1er trimestre 2022*.
<https://www.gob.mx/salud>
4. Organización Mundial de la Salud. (2023). *Global tuberculosis report 2023*.
<https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023>
5. Ferrán Torres, R. M., García Cortina, J. R., & Baldoquín Rodríguez, W. (2022). Tendencias y desigualdades de la tuberculosis en provincias cubanas para potenciar intervenciones diferenciadas. *Revista Cubana de Salud Pública*, 48(2).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662022000200005&lng=es
6. Organización de las Naciones Unidas. (2018). *General Assembly High-Level Meeting on Ending TB*. <https://www.who.int/news-room/events/un-general-assembly-high-level-meeting-on-ending-tb>
7. Bernal, O., López, R., Montoro, E., Avedillo, P., Westby, K., & Ghidinelli, M. (2020). Social determinants and the Sustainable Development Goals' tuberculosis target in the Americas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, e153. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.153>
8. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG). (2025). *Catálogo Nacional de Indicadores*.
<https://www.snieg.mx/cni/escenario.aspx?d=n&gen=190&idOrden=1.1&ind=6300000063>
9. Pérez, M., Rodríguez Quindt, A., & Rodríguez Suchi, M. (2020). Factores de riesgo en población no VIH con tuberculosis en Uruguay. *Revista Uruguaya de Medicina Interna*, 5(1), 6–18.
<https://doi.org/10.26445/05.01.1>
10. Factores asociados con la coinfección tuberculosis/VIH en América Latina: una revisión sistemática. (s.f.). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9523494>
11. Centro Nacional para la Prevención y el Control del VIH y el SIDA. (2022). *Boletín DAI: Día Mundial del Sida*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/778212/BOLETIN_DAI_DIA_MUNDIAL_DE_L_SIDA_.pdf



12. Infecciones oportunistas en pacientes con VIH/SIDA atendidos en el Hospital de Infectología, Guayaquil, Ecuador. (2020). *Facsalud*, 4(7), 37–42. <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1218>
13. Asociación Médica Mundial. (s.f.). *Declaración de Helsinki*. <https://www.wma.net/es/que-hacemos/etica-medica/declaracion-de-helsinki/>
14. Diario Oficial de la Federación. (1984, 7 de febrero). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4652777&fecha=07/02/1984
15. Salgado-Jiménez, M. A., Villagómez-Méndez, J., Joanico-Morales, B., & Cortés-Rafael, M. (2020). Importancia de la predicción de linfocitos T CD4 en el VIH mediante la teoría de los conjuntos y la probabilidad. *Medicina Interna de México*, 36(2), 159–165. <https://doi.org/10.24245/mim.v36i2.3119>
16. Salgado-Jiménez, M. Á., Villagómez-Méndez, J., Joanico-Morales, B., et al. (2020). Utilidad clínica de la desviación cuadrática media en el seguimiento de pacientes con VIH. *Medicina Interna de México*, 36(3), 277–284.
17. Salgado-Jiménez, M. de los A., Acuña González, J. P., Morales Baltazar, J., & Villagómez-Méndez, J. (2024). Análisis de conglomerados usando la distancia Euclidiana en el comportamiento de linfocitos T CD4. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 61. <https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/1485>
18. Rodríguez Solórzano, L., Restrepo, M., Hernández Zoghbi, A., & Rodríguez, J. (2016). Cálculo fractal de la variabilidad del CD4 para la determinación del costo de la prima mensual de un seguro de VIH. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 9(17), 106–113. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v9i17.1242>
19. Organización Mundial de la Salud (OMS) & Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2024). *Terapia antirretroviral*. <https://www.paho.org/es/temas/terapia-antirretroviral>
20. Predicción de la concentración de linfocitos T CD4 basada en el hemograma. (s.f.). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022016000200056&script=sci_arttext



21. Predicción del recuento de linfocitos T CD4 utilizando aprendizaje automático. (s.f.).
<https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2022.867737/full>
22. Impacto de la tuberculosis en la cinética del recuento de células T CD4 entre pacientes coinfectados con VIH. (s.f.). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3552174/>
23. Sutcliffe, C. G., van Dijk, J. H., Munsanje, B., Hamangaba, F., Thuma, P. E., & Moss, W. J. (2013). Predicción de la reconstitución a largo plazo de CD4 en niños infectados por el VIH. *PLoS Medicine*, 10(3), e1001542. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001542>
24. Gómez-Vasco, J. D., Candelo, C., Victoria, S., & Luna, L. (2021). Vulnerabilidad social, un blanco fatal de la coinfección tuberculosis-VIH en Cali. *Infectio*, 25(4), 207–211.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-93922021000400207