



Artículo original

Aprendizaje automático para identificar factores asociados al deterioro cognitivo leve en adultos mayores de El Salvador

DOI: 10.5377/alerta.v9i2.22624

Xochitl Sandoval López¹, David A. Tejada², Karina V. Alam³, Zaida I. Álvarez^{4*}

1-4. Instituto Nacional de Salud, San Salvador, El Salvador.

*Correspondencia

✉ zaida.alvarez@salud.gob.sv

1. 0000-0002-0988-1313

3. 0009-0006-1934-4534

2. 0000-0003-2502-1433

4. 0000-0003-3894-9580

Resumen

Introducción. El deterioro cognitivo leve en adultos mayores representa un desafío emergente de salud pública en Latinoamérica por su prevalencia, progresión a demencia y repercusiones funcionales, emocionales y sociales. En El Salvador, se requiere evidencia local para orientar intervenciones. **Objetivo.** Analizar los factores asociados al deterioro cognitivo leve en adultos mayores de El Salvador. **Metodología.** Se realizó un estudio transversal analítico con datos de la Encuesta Nacional de Salud Mental 2022. Se analizaron 1897 adultos mayores. Se aplicaron análisis descriptivos, regresión logística multivariada como modelo de aprendizaje supervisado, y además se utilizó el desbalance de clases se manejó mediante el método de sobremuestreo. El modelo se optimizó con validación cruzada y simulaciones de Monte Carlo. El agrupamiento fue por K-means para caracterizar perfiles territoriales de vulnerabilidad, en RStudio 4.5.0. **Resultados.** La prevalencia de deterioro cognitivo leve fue del 17,7 %. La probabilidad del evento aumentó con la edad (OR 1,05), el sexo femenino (OR 1,51), los síntomas de ansiedad y depresión (OR 1,39; OR 1,04), y la discriminación por edad (OR 1,79). En contraste, la alfabetización (OR 0,26), un mayor nivel de estatus socioeconómico (OR 0,90), residir en zonas urbanas (OR 0,75) y la inactividad laboral (OR 0,55) mostraron asociación protectora ($p < 0,05$). El modelo presentó capacidad discriminativa moderada (AUC 0,75). El agrupamiento identificó mayor concentración de perfiles de alta vulnerabilidad en Morazán, Cabañas y La Unión. **Conclusión.** El deterioro cognitivo leve en adultos mayores salvadoreños es multifactorial. Estos hallazgos pueden orientar un tamizaje oportuno, atención integral y políticas públicas territoriales.

Palabras clave

Disfunción Cognitiva, Aprendizaje Automático, Salud Mental.

Abstract

Introduction. Mild cognitive impairment in older adults represents an emerging public health challenge in Latin America due to its prevalence, progression to dementia, and functional, emotional, and social repercussions. In El Salvador, local evidence is needed to guide interventions. **Objective.** To analyze the factors associated with mild cognitive impairment in older adults in El Salvador. **Methodology.** An analytical cross-sectional study was conducted using data from the 2022 National Mental Health Survey. A total of 1897 older adults with complete records were analyzed. Descriptive analyses, multivariate logistic regression as a supervised prediction model, oversampling of the minority group with mild cognitive impairment using ROSE to reduce imbalance, cross-validation, Monte Carlo simulations, and K-means clustering to characterize territorial vulnerability profiles were applied in RStudio 4.5.0. **Results.** The prevalence of mild cognitive impairment in older adults was 17.7 %. The probability of the event increased with age (OR 1.05), female sex (OR 1.51), symptoms of anxiety and depression (OR 1.39 and OR 1.04, respectively), and age discrimination (OR 1.79). In contrast, literacy (OR 0.26), a higher socioeconomic status (OR 0.90), living in urban areas (OR 0.75), and labor inactivity (OR 0.55) showed a protective association ($p < 0.05$). The model demonstrated moderate discriminatory capacity (AUC 0.75). Clustering identified a higher concentration of highly vulnerable profiles in Morazán, Cabañas, and La Unión. **Conclusion.** Mild cognitive impairment in older Salvadoran adults is multifactorial. These findings can guide timely screening, comprehensive care, and territorial public policies.

Keywords

Cognitive Dysfunction, Machine Learning, Mental Health.



ACCESO ABIERTO

Machine learning to identify factors associated with mild cognitive impairment in older adults in El Salvador

Citación recomendada:

Sandoval López X, Tejada DA, Alam KV, Álvarez ZI. Aprendizaje automático para identificar factores asociados al deterioro cognitivo leve en adultos mayores de El Salvador. Alerta. 2026;9(2):105-116. DOI: 10.5377/alerta.v9i2.22624

Editora:

Hazel García.

Recibido:

1 de septiembre de 2025.

Aceptado:

14 de abril de 2026.

Publicado:

30 de abril de 2026.

Contribución de autoría:

ZIA⁴, XSL¹, DAT², KVA³: concepción del estudio, diseño del manuscrito, análisis de los datos, redacción, revisión y edición. ZIA⁴, DAT²: búsqueda bibliográfica, manejo de datos o software.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Introducción

El envejecimiento poblacional constituye uno de los principales fenómenos demográficos del siglo XXI¹ y responde al descenso sostenido en las tasas de natalidad y al aumento en la esperanza de vida². En 2019,

se estimó que 703 millones de personas en el mundo, tenían 65 años o más, y se proyecta que esta cifra superará los 1500 millones para 2050¹. En Latinoamérica y el Caribe, esta transición demográfica avanza con rapidez. En El Salvador, se prevé que para 2042 el 26,7 % de la población será adulta

mayor^{3,4}. Lo que representa un reto importante para los sistemas de salud, protección social y formulación de políticas públicas⁵.

El deterioro cognitivo es una condición caracterizada por la afectación progresiva de funciones mentales, como la memoria, el lenguaje, la atención y el razonamiento⁶⁻⁸. El deterioro cognitivo leve (DCL) representa un estado intermedio entre el envejecimiento cognitivo normal y los trastornos neurocognitivos mayores, sin formar parte obligatoria del proceso de envejecimiento⁹. Si bien no compromete grave a la autonomía funcional, incrementa de manera significativa el riesgo de progresión a demencia, como la enfermedad de Alzheimer, con tasas anuales de conversión entre el 8 % y el 15 %⁹⁻¹¹.

A nivel global, la prevalencia estimada del DCL es del 19 %, con un rango entre 5,1 % y 41 %, influenciado por aspectos demográficos, culturales y socioeconómicos^{1,12}. Latinoamérica y el Caribe reportan prevalencias de DCL que oscilan entre 6,8 % y 25,5 %, lo que revela una importante heterogeneidad regional¹³. La evidencia señala que la edad avanzada, el sexo, la baja escolaridad, la vulnerabilidad socioeconómica, la multimorbilidad y los determinantes psicosociales influyen en su aparición y progresión^{8,13}. En países comparables de la región, como Chile y Colombia, se han documentado asociaciones con mayor edad, sexo femenino, menor nivel socioeconómico y baja escolaridad^{2,14,15}.

En El Salvador, existe escasa evidencia científica sobre la magnitud y los factores asociados al DCL. La Encuesta Nacional de Salud Mental 2022 (ENSM 2022), desarrollada por el Instituto Nacional de Salud (INS), constituye una fuente de información representativa y de alta calidad para analizar este problema desde una perspectiva poblacional¹⁶. En Centroamérica, la evidencia disponible también es limitada; sin embargo, estudios recientes en Panamá han identificado predictores de cambio cognitivo en mujeres mayores, lo que refuerza la relevancia regional del problema¹⁷.

En este contexto, el modelado predictivo y las técnicas de análisis de datos han mostrado utilidad para estudiar el DCL, al facilitar la identificación de patrones complejos de riesgo y mejorar la estratificación poblacional¹⁸⁻²². Revisiones conceptuales y estudios recientes han mostrado la utilidad de los modelos supervisados para identificar factores asociados al deterioro cognitivo y optimizar la detección temprana mediante el análisis integrado de variables clínicas, funcionales, conductuales, del sueño, biomarcadores y neuroimágenes^{18,19,21,23}. Estos modelos han sido aplicados para apoyar la detección temprana y orientar decisiones de salud

pública¹⁸⁻²². No obstante, estos enfoques no sustituyen la evaluación clínica ni el análisis epidemiológico tradicional, sino que los complementan al fortalecer la identificación de grupos con mayor vulnerabilidad^{18,22}.

Desde esta perspectiva, se realizó un análisis secundario de los datos de la ENSM 2022 para identificar los factores sociodemográficos, clínicos, funcionales y psicosociales asociados al DCL en adultos mayores de El Salvador, mediante un enfoque integrado de análisis epidemiológico, modelado predictivo con aprendizaje supervisado y caracterización exploratoria de perfiles de vulnerabilidad. Esta evidencia busca aportar insumos para el diseño de estrategias de tamizaje oportuno, prevención y envejecimiento saludable en El Salvador²⁴.

Metodología

Se realizó un estudio transversal analítico mediante el análisis secundario de los datos de la ENSM 2022, implementada por el Ministerio de Salud de El Salvador a través del INS. La encuesta fue diseñada para obtener información representativa a nivel nacional sobre problemas de salud mental en la población de tres años de edad o más. Para ello, se aplicaron cuestionarios específicos para la niñez (3 a 12 años), adolescentes (13 a 17 años), adultos (≥ 18 años) y adultos mayores (≥ 60 años). Los instrumentos fueron seleccionados y adaptados a partir de escalas previamente validadas y de uso autorizado. El equipo técnico del INS realizó una búsqueda estructurada y revisión técnica de instrumentos, posteriormente, estos fueron evaluados y validados por psicólogos y psiquiatras del Sistema Nacional de Salud y de sociedades profesionales de salud mental. La recolección de datos se efectuó entre agosto y noviembre de 2022, con la participación de 11 269 personas¹⁶.

Para esta investigación, la población de estudio fueron las personas de 60 años o más que completaron los módulos de adultos, vivienda y miembros del hogar. Se incluyeron los casos con registro completo en la variable «Deterioro cognitivo leve». La base inicial contenía 1958 registros, de los cuales se excluyeron 61 por datos incompletos en la variable desenlace, por lo que el análisis se realizó con 1897 participantes.

En el análisis, la variable principal fue el DCL, evaluado mediante el cuestionario SPMSQ (*Short Portable Mental Status Questionnaire*), que explora orientación, cálculo y memoria. Se consideró sin deterioro cognitivo a quienes tuvieron de cero a dos errores y con DCL a quienes presentaron de tres a cuatro errores²⁴.

Entre las principales variables independientes se consideraron factores socio-demográficos, clínicos, funcionales, conductuales y psicosociales. Las variables sociodemográficas incluyeron la edad, el sexo, el área de residencia, la alfabetización, el nivel educativo y el nivel de estatus socioeconómico. Este último se construyó como variable proxy del nivel socioeconómico mediante análisis de componentes principales, integrando doce indicadores de condiciones materiales del hogar, acceso a servicios básicos, hacinamiento y percepción de suficiencia de ingresos^{25,26}. El componente principal resultante se transformó en una variable ordinal de tres niveles: bajo, medio y alto.

Las variables funcionales se evaluaron con el WHODAS 2.0 (*World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0*), instrumento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que mide limitaciones en funcionamiento y participación social. Las psicosociales incluyeron el apoyo comunitario percibido, la discriminación por edad y la resiliencia. Las clínicas consideraron síntomas de depresión, ansiedad, estrés relacionado con la pandemia e ideación suicida. Las conductuales incluyeron el consumo de alcohol, tabaco y sedantes. Los instrumentos utilizados fueron PHQ-9, GAD-7, PCL-5, C-SSRS y ASSIST, los cuales fueron previamente validados para la población salvadoreña. Los datos fueron retomados directamente de la encuesta, sin aplicación ni construcción adicional por parte de los investigadores.

Para las variables continuas se evaluó la normalidad mediante la prueba de Anderson-Darling. Debido a una distribución no normal, se utilizó la mediana y rango intercuartílico como medida de tendencia central y dispersión. Además, se construyeron tablas de frecuencias con porcentajes e intervalos de confianza al 95 %. Las diferencias entre medianas se evaluaron con la prueba U de Mann-Whitney y las diferencias de proporciones mediante chi cuadrado. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$.

Se desarrolló un modelo de regresión logística multivariada como enfoque de modelado de aprendizaje supervisado para identificar factores asociados al DCL. Previamente, se evaluó la colinealidad entre predictores mediante una matriz de correlación, utilizando un umbral de $\pm 0,7$ para identificar variables altamente correlacionadas. Se verificaron los supuestos del modelo, incluyendo independencia de observaciones y linealidad en el logit para variables continuas.

Los valores faltantes en variables categóricas utilizadas en el modelado fueron escasos y se imputaron mediante la moda. Para abordar el desbalance de las clases entre participantes con y sin DCL, se aplicó sobremuestreo de la clase minoritaria solo en el conjunto de entrenamiento, por medio del paquete «ROSE» (*Random OverSampling Examples*) en RStudio mediante la función «ovun.sample» con el método «over».

A continuación, los datos se dividieron en una proporción de 80 % para entrenamiento y de 20 % para prueba. El modelo se entrenó mediante validación cruzada de diez pliegues. El desempeño del modelo se evaluó mediante la curva ROC, el área bajo la curva (AUC), la matriz de confusión y la prueba de razón de verosimilitud (*Likelihood Ratio*). Además, se realizó la validación interna mediante 100 simulaciones de Monte Carlo, con particiones aleatorias repetidas de entrenamiento y prueba, para estimar un AUC promedio como medida robusta de estabilidad del modelo.

Se complementó el análisis con técnicas de aprendizaje automático no supervisado mediante *clustering K-means* para identificar perfiles de vulnerabilidad al DCL. Se seleccionaron variables relevantes, incluyendo edad, sexo, estatus socioeconómico, síntomas depresivos y ansiosos, funcionalidad, estrés, resiliencia, discriminación y estimulación cognitiva; previamente estandarizadas. El número óptimo de conglomerados se definió mediante el método del codo, y la población se clasificó en tres perfiles de vulnerabilidad: alta, moderada y baja, según la carga acumulada de factores adversos.

El Salvador se organiza administrativamente en 14 departamentos, equivalentes a provincias o estados en otros países. Con base en esta estructura, se realizó un análisis cartográfico descriptivo de la distribución territorial de los perfiles de vulnerabilidad por departamento. Se calculó la proporción de participantes clasificados en alta vulnerabilidad en cada departamento y se representó mediante mapas temáticos con gradientes de color. Este componente tuvo un carácter exploratorio y descriptivo, sin aplicar métodos de autocorrelación espacial ni inferencias geográficas.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó en Rstudio versión 4.5.0. Este estudio se desarrolló en conformidad con las Buenas Prácticas Clínicas. Los datos fueron anonimizados para proteger la confidencialidad de los participantes. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud de El Salvador bajo el registro CEINS/2025/005.

Resultados

Características demográficas

Se analizaron un total de 1897 adultos mayores que participaron en la ENSM 2022. La mediana de edad fue de 69 años (RI 64-75), con una edad mínima de 60 años y una máxima de 97 años. Según área de residencia, la mediana de edad para el área urbana fue de 69 años (RI 64-75), mientras que para el área rural de 68 años (RI 63-74), $p < 0,05$. El 52,1 % de los participantes procedieron del área urbana, $p < 0,05$. A nivel departamental, San Salvador (83,1 %) y La Libertad (54,6 %) concentraron la mayor proporción de población urbana. Por el contrario, Morazán (78,5 %), La Unión (77,4 %), Cuscatlán (67,7 %), Ahuachapán (66,3 %) y Sonsonate (57,1 %) mostraron predominio de población rural, $p < 0,05$.

Respecto al sexo, el 64,1 % de los adultos mayores eran mujeres, $p < 0,05$. A nivel departamental, el predominio femenino se mantuvo, destacando La Paz (71,5 %), Cuscatlán (68,7 %), San Miguel (68,3 %) y San Salvador (68,0 %) en la mayoría de los departamentos, $p < 0,05$; excepto en Ahuachapán (57,3 %) y Morazán (58,5 %). La mediana de edad fue similar entre hombres y mujeres (69 años; RI 64-75), $p < 0,05$.

Caracterización de los casos de deterioro cognitivo leve en los adultos mayores de El Salvador

Del total de adultos mayores analizados, el 17,7 % presentó DCL, $p < 0,01$. La mediana de edad de los casos fue de 73 años (RI 67-78), superior a la de quienes no presentaban esta condición, $p < 0,01$, observándose un incremento progresivo del DCL conforme avanza la edad. La prevalencia de DCL fue más alta en mujeres (20,6 %), que en hombres (12,3 %), con mayor concentración en el grupo de 70 a 79 años (45,1 %). Según el área de residencia, el 23,4 % de los adultos mayores en zonas rurales presentó DCL, frente al 12,3 % de quienes viven en áreas urbanas, $p < 0,01$.

Asimismo, el DCL fue más frecuente en personas no alfabetizadas (36,9 %) en comparación con las alfabetizadas (10,6 %). En cuanto al estrato socioeconómico, el 25,1 % de los adultos mayores del estrato bajo presentó DCL, mientras que en los estratos medio y alto las proporciones fueron menores, con 14,8 % y 12,8 %, respectivamente. Respecto al estado laboral, el 25,0 % de los adultos mayores desempleados presentó DCL. No obstante, del total de casos con DCL, el 87,5 % correspondió a personas en actividad laboral, $p < 0,01$ (Tabla 1).

Según las condiciones de salud y funcionalidad, el 22,1 % de los adultos mayores que consultaron en el sistema público de salud presentaron DCL ($p < 0,01$). La prevalencia fue mayor entre quienes tenían limitaciones funcionales (22,3 %; $p < 0,01$), y dentro del grupo con DCL, el 52,8 % reportó algún grado de limitación ($p > 0,05$). En cuanto a la salud mental, el DCL se presentó en el 19,6 % ($p < 0,01$) de las personas con depresión, y en el 26,6 % ($p < 0,01$) de quienes reportaron ansiedad. Entre los casos identificados con DCL, el 76,4 % tenía depresión y el 27,2 % ansiedad, ambos con $p < 0,01$.

Respecto a los hábitos relacionados con el bienestar, el 27,6 % de los adultos mayores con baja estimulación cognitiva y mala calidad del sueño presentó DCL, frente a proporciones menores en quienes reportaron altos niveles de estimulación (13,3 %) y un sueño adecuado (16,7 %) ($p < 0,01$). En el ámbito psicosocial, el 21,6 % de quienes experimentaron discriminación reportó DCL ($p < 0,01$), proporción que aumentó al 32,3 % entre quienes sufrieron discriminación por la edad ($p < 0,01$). Además, el 23,6 % de los adultos mayores con baja resiliencia presentó DCL ($p < 0,01$) (Tabla 2).

En el análisis según el consumo de sustancias, el 8,9 % de los adultos mayores con un patrón de consumo de alcohol clasificado como riesgoso presentó DCL, mientras que solo el 3,9 % de los casos con DCL reportó este consumo, $p < 0,05$. En cuanto al uso de sedantes, el 37,5 % de los consumidores en riesgo presentó DCL, $p > 0,05$, aunque solo el 2,7 % de los casos con DCL reportó dicho consumo, $p < 0,05$. Respecto al tabaco, la proporción de DCL fue igual entre quienes presentaban consumo riesgoso y quienes no (17,7 % en ambos grupos; $p < 0,05$) (Tabla 2).

Análisis multivariado y validación del desempeño predictivo

Según el modelo de regresión logística multivariado, los factores que aumentaron la probabilidad de DCL fueron la discriminación por edad en los últimos 12 meses (OR 1,79; IC95 % 1,08-2,94), el sexo femenino (OR 1,51; IC95 % 1,16-1,97), la ansiedad (OR 1,39; IC95 % 1,01-1,91), la depresión (OR 1,04; IC95 % 1,01-1,07) y el incremento de la edad (OR 1,05; IC95 % 1,04-1,07), todos con $p < 0,05$. En cambio, se asociaron con menor probabilidad de DCL la alfabetización (OR 0,26; IC95 % 0,20-0,34); estar inactivo o retirado laboralmente (OR 0,55; IC95 % 0,31-0,95); la residencia urbana (OR 0,75; IC95 % 0,59-0,96) y un mayor índice de estatus socioeconómico (OR 0,90; IC95 % 0,82-0,99), todos con $p < 0,05$ (Tabla 3).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población según la presencia de DCL, ENSM 2022

Características	Deterioro cognitivo leve						Total		valor de <i>p</i>
	Sí			No			F	%	
	F	%	IC 95 %	F	%	IC 95 %			
Sexo									
Femenino	251	20,6	(18,5-23,0)	965	79,4	(77,0-81,5)	1216	64,1	<0,01
Masculino	84	12,3	(10,1-15,0)	597	87,7	(85,0-89,9)	681	35,9	<0,01
Grupo de edad									
60 a 69 años	121	11,9	(10,0-14,0)	899	88,1	(86,0-90,0)	1020	53,8	<0,01
70 a 79 años	151	22,9	(19,9-26,3)	507	77,1	(73,7-80,1)	658	34,7	<0,01
≥ 80 años	63	28,8	(23,2-35,1)	156	71,2	(64,9-76,8)	219	11,5	<0,01
Área									
Rural	213	23,4	(20,8-26,3)	696	76,6	(73,7-79,2)	909	47,9	<0,01
Urbano	122	12,3	(10,4-14,5)	866	87,7	(85,5-89,6)	988	52,1	<0,01
Región									
Oriental	85	21,1	(17,4-25,3)	318	78,9	(74,7-82,6)	403	21,2	<0,01
Paracentral	76	20,8	(16,9-25,2)	290	79,2	(74,8-83,1)	366	19,3	<0,01
Occidental	75	20,9	(17,0-25,4)	284	79,1	(74,6-83,0)	359	18,9	<0,01
Central	54	14,0	(10,9-17,9)	331	86,0	(82,1-98,1)	385	20,3	<0,01
Metropolitana	45	11,7	(8,9-15,3)	339	88,3	(84,7-91,7)	384	20,2	<0,01
Estatus socioeconómico									
Bajo	162	25,1	(21,9-28,6)	483	74,9	(71,4-78,1)	645	34,0	<0,01
Medio	94	14,8	(12,3-17,8)	540	85,2	(82,2-87,7)	634	33,4	<0,01
Alto	79	12,8	(10,4-15,6)	539	87,2	(84,4-89,6)	618	32,6	<0,01
Alfabetizado									
Sí	146	10,6	(9,1-12,3)	1239	89,7	(87,7-90,9)	1382	72,9	<0,01
No	189	36,9	(32,8-41,2)	323	63,1	(58,8-67,2)	512	27,0	<0,01
Nivel educativo									
Bajo	27	8,8	(6,1-12,5)	281	91,2	(87,5-93,9)	308	16,2	<0,01
Medio	305	21,6	(19,5-23,8)	1109	78,4	(76,2-80,5)	1414	74,5	<0,01
Alto	3	1,7	(0,6-4,9)	172	98,3	(95,1-99,4)	175	9,2	<0,01
Estado laboral									
Activo	293	18,2	(17,4-25,3)	1318	81,8	(77,4-85,3)	1611	84,9	<0,01
Desempleado	32	25,0	(16,9-25,2)	116	90,6	(86,9-93,2)	128	6,7	<0,01
Retiro laboral	8	5,4	(17,0-25,4)	120	81,1	(77,0-85,4)	148	7,8	<0,01
No dato	2	20,0	(10,9-17,9)	8	80,0	(69,1-90,9)	10	0,5	<0,05
Total	335	17,7	(16,0-19,4)	1562	82,3	(80,6-84,0)	1897	100	<0,01

Tabla 2. Condiciones de salud, funcionalidad y factores psicosociales de la población según la presencia de DCL, ENSM 2022

Características	Deterioro cognitivo leve						Total		valor de p
	Sí			No			F	%	
	F	%	IC 95 %	F	%	IC 95 %			
Lugar de consulta									
Público	229	22,1	(19,7 - 24,7)	808	77,9	(75,3 - 80,3)	1037	54,7	<0,01
Privado	84	16,6	(13,6 - 20,1)	422	83,4	(79,9 - 86,4)	506	26,7	<0,01
Seguridad social	18	5,4	(3,4 - 8,4)	315	94,6	(91,6 - 96,6)	333	17,6	<0,01
Otros	4	19,0	(7,7 - 40,0)	17	81,0	(60,0 - 92,3)	21	1,1	<0,01
Diagnóstico de salud mental									
Sí	12	18,8	(11,1 - 30,0)	52	81,3	(70,0-88,9)	64	3,4	<0,01
No	320	17,5	(23,2 - 35,1)	1506	82,5	(80,7-84,2)	1826	96,3	<0,01
No dato	3	42,9	(23,2 - 35,1)	4	57,1	(25,0-84,2)	7	0,4	1,01
Limitaciones funcionales									
Sí	177	22,3	(19,5 - 25,3)	617	77,7	(74,7 - 80,5)	794	41,9	<0,01
Ninguna	158	14,3	(12,4 - 16,5)	945	85,7	(83,5 - 87,6)	1103	58,1	<0,01
Calidad de sueño									
Mala	48	27,6	(21,5 - 34,7)	126	72,4	(65,3 - 78,5)	174	9,2	<0,01
Buena	287	16,7	(15,0 - 18,5)	1436	83,3	(81,5 - 85,0)	1723	90,8	<0,01
Estimulación cognitiva									
Baja	24	27,6	(19,3 - 37,8)	63	72,4	(62,2 - 80,7)	87	4,6	<0,01
Moderada	142	26,2	(22,7 - 30,1)	399	73,8	(69,9 - 77,3)	541	28,5	<0,01
Alta	169	13,3	(11,6 - 15,3)	1100	86,7	(84,7 - 88,4)	1269	66,9	<0,01
Depresión									
Sí	256	19,6	(17,6 - 21,9)	1047	80,4	(78,1 - 82,4)	1303	68,7	<0,01
No	79	13,3	(10,8 - 16,3)	515	86,7	(83,7 - 89,2)	594	31,3	<0,01
Ansiedad									
Sí	91	26,6	(22,2 - 31,5)	251	73,4	(68,5 - 77,8)	342	18,0	<0,01
No	244	15,7	(14,0 - 17,6)	1311	84,3	(82,4 - 86,0)	1555	82,0	<0,01
Estrés Covid-19									
Sí	323	17,9	(16,2 - 19,7)	1486	82,1	(80,3 - 83,8)	1809	95,4	<0,01
No	12	13,6	(8,0 - 22,3)	76	86,4	(77,7 - 92,0)	88	4,6	<0,01
Estrés postraumático									
Sí	20	20,6	(13,8 - 29,7)	77	79,4	(70,3 - 86,2)	97	5,1	<0,01
No	315	17,5	(15,8 - 19,3)	1485	82,5	(80,7 - 84,2)	1800	94,9	<0,01
Discriminación general									
Sí	57	21,6	(17,1 - 26,9)	207	78,4	(73,1 - 82,9)	264	13,9	<0,01
No	278	17,0	(15,3 - 18,9)	1355	83,0	(81,1 - 84,7)	1633	86,1	<0,01
Discriminación por edad									
Sí	31	32,3	(23,8 - 42,2)	65	67,7	(57,8 - 76,2)	96	5,1	<0,01
No	304	16,9	(15,2 - 18,7)	1497	83,1	(81,3 - 84,8)	1801	94,9	<0,01
Riesgo suicida									
Sí	29	26,1	(18,9 - 35,0)	82	73,9	(65,0 - 81,1)	111	5,9	<0,01
No	306	17,1	(15,5 - 19,0)	1480	82,9	(81,0 - 84,5)	1786	94,1	<0,01
Resiliencia									
Baja	98	23,6	(19,8 - 27,9)	317	76,4	(72,1 - 80,2)	415	21,9	<0,01
Moderada	212	15,8	(13,9 - 17,8)	1130	84,2	(82,2 - 86,1)	1342	70,7	<0,01
Alta	25	17,9	(12,4 - 25,0)	115	82,1	(75,0 - 87,6)	140	7,4	<0,01
Apoyo comunitario percibido									
Bajo	21	21,2	(14,3 - 30,3)	78	78,8	(69,7 - 85,7)	99	5,2	<0,01
Moderado	222	18,9	(16,8 - 21,3)	951	81,1	(78,7 - 83,2)	1173	61,8	<0,01
Alto	92	14,7	(12,2 - 17,7)	533	85,3	(82,3 - 87,8)	625	32,9	<0,01
Total	335	17,7	(16,0 - 19,4)	1562	82,3	(80,6 - 84,0)	1897	100	<0,01

Tabla 3. Análisis multivariado de deterioro cognitivo leve en el adulto mayor, ENSM 2022

Variable	Coefficientes	OR	Error estándar	Valor de z	IC95 %	Valor de p
Intercepto	-3,23	-	0,52	-6,19	(0,01-0,10)	< 0,01
Discriminación por edad < 12 meses	0,58	1,79	0,25	2,27	(1,08-2,94)	< 0,05
Sexo femenino	0,41	1,51	0,13	3,08	(1,16-1,97)	< 0,05
Ansiedad	0,33	1,39	0,16	2,00	(1,01-1,91)	< 0,05
Edad	0,05	1,05	0,01	7,03	(1,04-1,07)	< 0,01
Depresión	0,03	1,04	0,02	2,21	(1,01-1,07)	< 0,05
Índice de estatus socioeconómico	-0,10	0,90	0,05	-2,12	(0,82-0,99)	< 0,05
Área urbana	-0,28	0,75	0,13	-2,25	(0,59-0,96)	< 0,05
Estado de inactividad o retiro laboral	-0,61	0,55	0,28	-2,13	(0,31-0,95)	< 0,05
Alfabetizado	-1,34	0,26	0,13	-10,42	(0,20-0,34)	< 0,01

En la evaluación del desempeño predictivo, el modelo mostró una capacidad discriminativa moderada para identificar DCL en adultos mayores. La validación interna mediante 100 simulaciones de Monte Carlo con validación cruzada de diez pliegues con un AUC promedio de 0,7567 con desviación estándar de 0,0221, lo que evidenció la estabilidad interna del modelo. El modelo final, fue evaluado sobre el conjunto de prueba independiente. La curva ROC mostró un AUC de 0,7261 (IC 95 % 0,6592-0,7930), que indicó una capacidad aceptable para discriminar entre adultos mayores con y sin DCL (Figura 1).

En el mejor escenario de validación, la exactitud global del modelo fue de 71,9 %, con una sensibilidad de 66,5 %, especificidad de 77,0 %, valor predictivo positivo de 72,9 %, valor predictivo negativo de 71,2 % y exactitud balanceada de 71,8 %. La prueba de razón de verosimilitud mostró un ajuste global significativo ($p < 0,01$).

Análisis de agrupamiento y distribución territorial de perfiles de vulnerabilidad

El clúster de alta vulnerabilidad concentró mayor discapacidad funcional (WHODAS), síntomas severos de depresión y ansiedad, estrés por COVID-19, experiencias de discriminación por edad, baja resiliencia, escasa estimulación cognitiva, mayor edad y menor nivel de estatus socioeconómico. El clúster de moderada vulnerabilidad agrupó síntomas moderados de depresión y ansiedad, niveles intermedios de discapacidad funcional y resiliencia intermedia. El clúster de baja vulnerabilidad mostró mejor funcionalidad, menores niveles de malestar emocional, alta resiliencia y adecuada estimulación cognitiva, constituyendo un perfil relativamente más favorable.

Este análisis evidenció una distribución heterogénea de la vulnerabilidad al DCL entre los adultos mayores en El Salvador. Del total de participantes, el 21,1 % (400) se clasificó en alta vulnerabilidad, el 45,9 % (871) en moderada vulnerabilidad y el 33,0 % (626) en baja vulnerabilidad. En la distribución territorial, los departamentos de Cabañas (30,7 %; 23), Morazán (27,7 %; 18) y La Unión (26,9 %; 25) presentaron la mayor proporción de adultos mayores en el perfil de alta vulnerabilidad. En contraste, Ahuachapán (42,7 %; 38) y Santa Ana (38,0 %; 60) registraron la mayor proporción de adultos mayores en el perfil de baja vulnerabilidad, $p < 0,05$ (Figura 2).

Discusión

El DCL en personas adultas mayores constituye un fenómeno multifactorial, determinado por factores biológicos, emocionales, sociales y estructurales^{8,13}. En el presente estudio, basado en datos de la ENSM 2022, la prevalencia de DCL fue de 17,7 %, valor consistente con el rango reportado en América Latina y el Caribe (6,8 % a 25,5 %) y comparable con Colombia (19,7 %), lo que respalda la validez externa de los hallazgos en contextos regionales similares^{13,14}. En contraste, las diferencias respecto a Chile, donde se han reportado prevalencias menores (9,1 % y 10,4 %), probablemente reflejan variaciones en los instrumentos de tamizaje, puntos de corte, perfiles sociodemográficos y desigualdades contextuales entre poblaciones^{2,7,15}.

Una fortaleza relevante fue integrar análisis epidemiológico clásico con modelado predictivo de aprendizaje supervisado, basado en regresión logística con validación interna. Hasta donde se conoce, este estudio constituye una de las primeras aproximaciones en El Salvador que combina análisis epidemiológico, modelado predictivo y agrupamiento exploratorio del DCL en adultos mayores. El

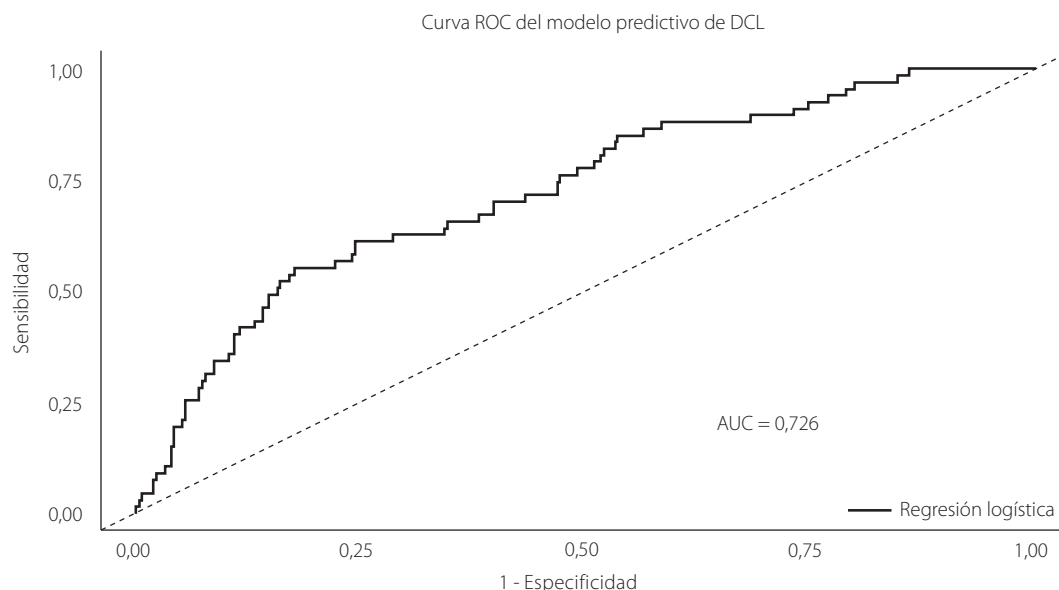


Figura 1. Curva ROC del modelo predictivo final para deterioro cognitivo leve en adultos mayores de El Salvador, ENSM 2022.

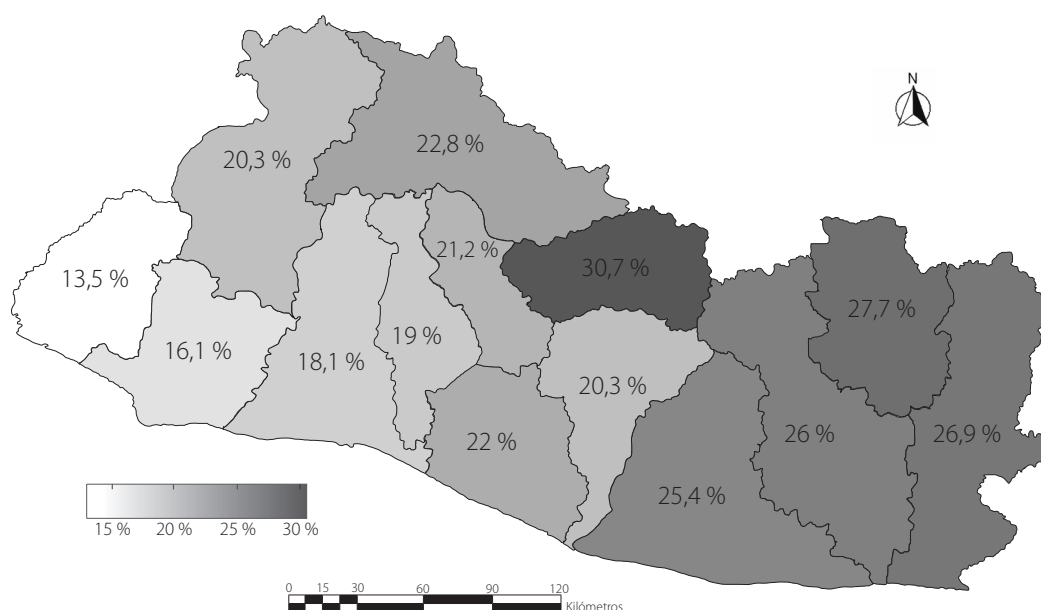


Figura 2. Distribución territorial de perfiles de alta vulnerabilidad al deterioro cognitivo leve en adultos mayores, El Salvador, ENSM 2022.

modelo mostró una capacidad discriminativa moderada y utilidad para la estratificación poblacional y la priorización de tamizaje, aunque no sustituye la evaluación clínica individual¹⁸⁻²². En términos aplicados, este enfoque puede apoyar la detección temprana de grupos con mayor vulnerabilidad, el seguimiento comunitario y el diseño de estrategias de prevención y vigilancia del deterioro cognitivo en atención primaria, especialmente en contextos con recursos limitados²².

Los síntomas depresivos y ansiosos mostraron asociación significativa con el DCL, en concordancia con la evidencia que documenta una estrecha relación entre salud

mental y la función cognitiva en el envejecimiento^{27,28}. La magnitud observada fue menor a la reportada en Chile, donde la presencia de síntomas ansiosos y depresivos se asoció con más del doble de probabilidad de deterioro cognitivo (OR 2,27; IC 95 % 1,35-3,83)². Asimismo, diversos estudios respaldan una relación bidireccional, en la que los síntomas afectivos y el DCL se potencian mutuamente y aceleran la pérdida funcional²⁷⁻³². Como la salud mental constituye un factor potencialmente modificable, estos resultados respaldan la incorporación del tamizaje conjunto de síntomas afectivos y función cognitiva en atención primaria³⁰⁻³².

La mayor probabilidad de DCL observada en mujeres es congruente con estudios latinoamericanos que reportan mayor frecuencia y declive cognitivo en este grupo^{13,14}. La evidencia sugiere que, aunque los hombres poseen mayor reserva cognitiva estructural, las mujeres manifiestan síntomas desde etapas neuropatológicas tempranas³³. Este patrón probablemente refleja la interacción entre cambios neurobiológicos vinculados al envejecimiento cerebral, mayor carga de comorbilidades y desigualdades estructurales acumuladas a lo largo del curso de vida^{17,33-35}. Estos hallazgos respaldan la necesidad de incorporar un enfoque de género en las estrategias de prevención y tamizaje cognitivo³⁵.

La asociación entre envejecimiento y DCL fue consistente con la literatura regional. En Chile, cada año adicional de vida incrementó la probabilidad de deterioro cognitivo (OR 1,08; IC95 % 1,04-1,11; $p = 0,001$)². De forma similar, estudios en Perú y México han documentado un aumento progresivo de la prevalencia de deterioro cognitivo con la edad, especialmente después de los 70 años^{12,36}. Este patrón respalda que el envejecimiento actúa como un proceso acumulativo de vulnerabilidad biológica, funcional y social, que puede intensificarse en contextos de desigualdad y menor acceso a redes de apoyo y cuidados³⁷⁻³⁹.

Otro hallazgo relevante fue la asociación entre discriminación por edad y DCL. Este resultado sugiere que el edadismo y otros determinantes sociales influyen en la salud cognitiva más allá de los factores biomédicos tradicionales^{40,41}. La evidencia muestra que la discriminación crónica incrementa el estrés, el aislamiento social y la vulnerabilidad neuropsicológica, al favorecer trayectorias de envejecimiento menos saludables⁴⁰⁻⁴³. En ese sentido, este hallazgo amplía la comprensión del DCL como un fenómeno no solo clínico, sino también socialmente condicionado, con implicaciones relevantes para políticas de envejecimiento saludable.

Entre los factores protectores, la alfabetización mostró el mayor efecto, en concordancia con la teoría de reserva cognitiva, que plantea que la educación favorece redes neuronales más eficientes y mayor capacidad de compensación frente al DCL⁴⁴. Este hallazgo es consistente con estudios de Colombia, donde la educación secundaria o superior redujo un 71 % la probabilidad de DCL (OR ajustado 0,29; IC95 % 0,25-0,34)⁴⁵, así como en Perú e India donde la baja escolaridad se ha asociado con mayor deterioro cognitivo y funcional^{8,12}. En conjunto estos resultados refuerzan el papel de la educación a lo largo del curso de vida como determinante clave de envejecimiento saludable.

De igual forma, la inactividad o retiro laboral se asoció con menor probabilidad de DCL; sin embargo, este hallazgo debe interpretarse con cautela, ya que podría reflejar menor exposición a entornos laborales adversos o estrés crónico^{46,47}. En Colombia se reportó mayor probabilidad de deterioro cognitivo entre personas laboralmente activas (OR 2,74), especialmente en empleo informal y sin protección social¹⁴. En India, aunque los resultados no son concluyentes, se sugiere que la jubilación podría favorecer la salud mental por el «efecto de alivio», al reducir exigencias cognitivas estresantes⁴⁶. No obstante, también es posible que exista causalidad inversa: adultos mayores cognitivamente sanos podrían permanecer activos por más tiempo^{46,47}.

Asimismo, un mayor índice de estatus socioeconómico y residir en áreas urbanas se asociaron a menor probabilidad de DCL. Estos hallazgos sugieren que mejores condiciones materiales, mayor capacidad para cubrir necesidades básicas y mejor acceso a servicios pueden ejercer un efecto protector sobre la salud cognitiva^{8,14,46}. De igual forma, residir en zonas urbanas podría favorecer la función cognitiva por la mayor disponibilidad de servicios sociales y de salud, así como por mayores oportunidades de participación y estimulación social y cognitiva, en consonancia con estudios de América Latina¹³.

Además, el análisis de agrupamiento identificó perfiles de vulnerabilidad al DCL: alto, moderado y bajo, según la carga funcional, emocional y psicosocial, así como su distribución territorial. Aunque este componente fue exploratorio y no permite inferencias departamentales, aportó una aproximación útil para identificar patrones de vulnerabilidad y orientar hipótesis, vigilancia local y priorización programática.

Estudios en China e Italia han aplicado enfoques similares para identificar poblaciones con mayor vulnerabilidad cognitiva^{48,49}. En Centroamérica, donde la evidencia aún es escasa, este enfoque aporta una perspectiva innovadora para fortalecer la planificación preventiva.

No obstante, el estudio presenta limitaciones. El diseño transversal impide establecer temporalidad o causalidad; el uso de datos secundarios puede introducir sesgo de información y confusión residual; y la evaluación del DCL se basó en una escala breve, sin pruebas neuropsicológicas complementarias. Además, el modelo predictivo pudo estar expuesto a sobreajuste por el balanceo de clases, aunque la validación cruzada y las simulaciones de Monte Carlo respaldan su estabilidad interna. Por ello,

los hallazgos deben interpretarse con cautela en términos causales y de predicción individual. Futuros estudios deberían evaluar la progresión a la demencia, incorporar biomarcadores y comparar algoritmos más complejos para optimizar la predicción individual y poblacional.

Conclusión

Los resultados muestran que el DCL en adultos mayores salvadoreños es un fenómeno multifactorial, influido por factores sociodemográficos, emocionales, funcionales y psicosociales. La edad, el sexo femenino, los síntomas afectivos y la discriminación por edad se asociaron a mayor probabilidad de DCL, mientras que la alfabetización y mejores condiciones socioeconómicas mostraron un efecto protector. El análisis de agrupamiento permitió identificar perfiles de vulnerabilidad útiles para orientar acciones preventivas en contextos de mayor riesgo. En conjunto, estos hallazgos respaldan la incorporación del tamizaje cognitivo y de salud mental en atención primaria, el fortalecimiento de intervenciones sobre envejecimiento saludable y alfabetización, y el diseño de políticas públicas focalizadas para reducir inequidades en salud cognitiva.

Referencias bibliográficas

1. He CYY, Zhou Z, Kan MMP, Chan DHY, Wong ACT, Mok KHY *et al.* Modifiable risk factors for mild cognitive impairment among cognitively normal community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews.* 2024;99:102350. DOI: [10.1016/j.arr.2024.102350](https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102350)
2. Felmer L, Nazar G. Factores de riesgo de deterioro cognitivo en adultos mayores chilenos. *Rev. méd. Chile.* 2023;151(11):1490-1500. DOI: [10.4067/s0034-98872023001101490](https://doi.org/10.4067/s0034-98872023001101490)
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Envejecimiento en América Latina y el Caribe: inclusión y derechos de las personas mayores.* Santiago. 2022. Consultado el 15 de abril de 2025. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/48567>
4. Huenchuan S. *Cuidados de largo plazo para personas mayores: perspectivas demográficas y sociales en el Caribe hispano, Centroamérica y México.* Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2024. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/81082>
5. Loza SB, Foss MP, Silva AB, Tafur-Lafuente M, Lima NKC, Donadi EA, *et al.* Depression and cognitive decline as indicators of mental health in older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics Plus.* 2024;1(4):100066. DOI: [10.1016/j.aggp.2024.100066](https://doi.org/10.1016/j.aggp.2024.100066)
6. World Health Organization (WHO). *Mental health of older adults.* Fecha de consulta: 10 de abril de 2025. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults>
7. Gela YY, Fekadu SA, Belsti Y, Akalu Y, Dagneb B, Getnet M, *et al.* Cognitive impairment and associated factors among mature and older adults living in the community of Gondar town, Ethiopia, 2020. *Sci Rep.* 2022;12(1):7545. DOI: [10.1038/s41598-022-11735-2](https://doi.org/10.1038/s41598-022-11735-2)
8. N H, Hari G. Risk Factors and Predictors of Cognitive Impairment in Older Adults: A Retrospective Cross-Sectional Study. *Archives of Gerontology and Geriatrics Plus.* 2025 Apr:100154. DOI: [10.1016/j.aggp.2025.100154](https://doi.org/10.1016/j.aggp.2025.100154)
9. Kasper S, Bancher C, Eckert A, Förstl H, Frölich L, Hort J, *et al.* Management of mild cognitive impairment (MCI): The need for national and international guidelines. *The World Journal of Biological Psychiatry.* 2020;21(8):579-594. DOI: [10.1080/15622975.2019.1696473](https://doi.org/10.1080/15622975.2019.1696473)
10. Delbari A, Tabatabaei F, Ghasemi H, Azimi A, Bidkhorri M, Saatchi M, *et al.* Prevalence and associated factors of mild cognitive impairment among middle-aged and older adults: Results of the first phase of Ardakan Cohort Study on Aging. *Health Sci Rep.* 2024;7(1):e1827. DOI: [10.1002/hsr2.1827](https://doi.org/10.1002/hsr2.1827)
11. Espinosa Ferro Y, Mesa Trujillo D, Llibre JJ. Prevalence and risk associations of mild cognitive impairment in community-dwelling elderly people. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias.* 2022;1:16. DOI: [10.56294/sctconf2022225](https://doi.org/10.56294/sctconf2022225)
12. Zegarra-Valdivia JA, Chino-Vilca BN, Paredes-Manrique CN. Prevalencia De Deterioro Cognitivo Leve En Peruanos Adultos Mayores Y De Mediana Edad. *Rev Ecuat Neurol.* 2023;32(1):43-54. DOI: [10.46997/revecuatneurol32100043](https://doi.org/10.46997/revecuatneurol32100043)
13. Ribeiro FS, Teixeira-Santos AC, Leist AK. The prevalence of mild cognitive impairment in Latin America and the Caribbean: a systematic review and meta-analysis. *Ageing & Mental Health.* 2022;26(9):1710-1720. DOI: [10.1080/13607863.2021.2003297](https://doi.org/10.1080/13607863.2021.2003297)
14. Sarmiento Buitrago AF, Cerón Perdomo D, Mayorga Bogota MA. Asociación entre el deterioro cognitivo y factores socioeconómicos y sociodemográficos en adultos mayores colombianos. *Revista*

- Colombiana de Psiquiatría. 2024;53(2):134-141. DOI: [10.1016/j.rcp.2022.02.005](https://doi.org/10.1016/j.rcp.2022.02.005)
15. Bonilla-Santos J, González-Hernández A, Cala-Martínez DY, Gómez-Morales DF, Calceto-Garavito LN, Forero-Aldana AE, *et al.* Prevalence of Mild Cognitive Impairment in Southern Regions of Colombia. *Journal of Alzheimer's Disease Reports*. 2023;7(1):1455-464. DOI: [10.3233/ADR-230041](https://doi.org/10.3233/ADR-230041)
 16. Ministerio de Salud de El Salvador. Encuesta Nacional de Salud Mental 2022. El Salvador: Instituto Nacional de Salud; 2023. Fecha de consulta: 15 de abril de 2025. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2024/01/1524422/informe-final-de-encuesta-nacional-de-salud-mental-2022-ins.pdf>
 17. Oviedo DC, Tratner AE, Rodríguez-Araña S, Villarreal AE, Rangel G, Carreira MB, *et al.* Predictors of cognitive change in cognitively healthy older women in Panama: the PARI-HD study. *Front. Glob. Womens Health*. 2024;5. DOI: [10.3389/fgwh.2024.1353657](https://doi.org/10.3389/fgwh.2024.1353657)
 18. Graham SA, Lee EE, Jeste DV, Van Patten R, Twamley EW, Nebeker C, *et al.* Artificial intelligence approaches to predicting and detecting cognitive decline in older adults: A conceptual review. *Psychiatry Research*. 2020;284:112732. DOI: [10.1016/j.psychres.2019.112732](https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112732)
 19. Wang S, Wang W, Li X, Liu Y, Wei J, Zheng J, *et al.* Using machine learning algorithms for predicting cognitive impairment and identifying modifiable factors among Chinese elderly people. *Front. Aging Neurosci*. 2022;14:977034. DOI: [10.3389/fnagi.2022.977034](https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.977034)
 20. Hong J, Seol Y, Lee S, Yoon J, Lee J, *et al.* Prediction of Cognitive Impairment Using Sleep Lifelog Data and LSTM Model. *Mathematics*. 2024;12(20):3208. DOI: [10.3390/math12203208](https://doi.org/10.3390/math12203208)
 21. Guo AY, Laporte JP, Singh K, Bae J, Bergeron K, Park KS, *et al.* Machine learning diagnosis of mild cognitive impairment using advanced diffusion MRI and CSF biomarkers. *Alz & Dem Diag Ass & Dis Mo*. 2025;17(3):e70182. DOI: [10.1002/dad2.70182](https://doi.org/10.1002/dad2.70182)
 22. Wiemken TL, Kelley RR. Machine Learning in Epidemiology and Health Outcomes Research. *Annu. Rev. Public Health*. 2020;41(1):21-36. DOI: [10.1146/annurev-publhealth-040119-094437](https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040119-094437)
 23. Abdul Rahimapandi HD, Maskat R, Musa R, Ardi N. Depression prediction using machine learning: a review. *IJ-Al*. 2022;11(3):1108. DOI: [10.11591/ijai.v11.i3.pp1108-1118](https://doi.org/10.11591/ijai.v11.i3.pp1108-1118)
 24. Angamarca Coello DE, González Ortega Á, Muñoz Palomeque DG, Domínguez Villizhañay JD. Eficacia del mini mental y PFEIFFER (SPMSQ) para detectar deterioro cognitivo en mayores de 65 años. *revistavive*. 2021;3(9):149-157. DOI: [10.33996/revistavive.v3i9.55](https://doi.org/10.33996/revistavive.v3i9.55)
 25. Howe LD, Hargreaves JR, Huttly SR. Issues in the construction of wealth indices for the measurement of socio-economic position in low-income countries. *Emerg Themes Epidemiol*. 2008;5(1):3. DOI: [10.1186/1742-7622-5-3](https://doi.org/10.1186/1742-7622-5-3)
 26. Vyas S, Kumaranayake L. Constructing socio-economic status indices: how to use principal components analysis. *Health Policy and Planning*. 2006;21(6):459-468. DOI: [10.1093/heapol/czl029](https://doi.org/10.1093/heapol/czl029)
 27. Smith L, Jacob L, López-Sánchez GF, Butler L, Barnett Y, *et al.* Anxiety symptoms and mild cognitive impairment among community-dwelling older adults from low- and middle-income countries. *Journal of Affective Disorders*. 2021;291:57-64. DOI: [10.1016/j.jad.2021.04.076](https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.04.076)
 28. Gaertner B, Fuchs J, Kuhnert R, Neuhauser H. Dementia risk factors and cognitive function in a nationwide population-based sample aged 65+. *European Journal of Public Health*. 2024;34(Supplement _3):ckae144.238. DOI: [10.1093/eurpub/ckae144.238](https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae144.238)
 29. Guo Y, Pai M, Xue B, Lu W. Bidirectional association between depressive symptoms and mild cognitive impairment over 20 years: Evidence from the Health and Retirement Study in the United States. *Journal of Affective Disorders*. 2023;338:449-458. DOI: [10.1016/j.jad.2023.06.046](https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.06.046)
 30. Parada Muñoz K, Guapisaca Juca JF, Bueno Pacheco GA. Deterioro cognitivo y depresión en adultos mayores: una revisión sistemática de los últimos 5 años. *RCUI*. 2022;9(2):77-93. DOI: [10.35290/rcui.v9n2.2022.525](https://doi.org/10.35290/rcui.v9n2.2022.525)
 31. Wang J, Chen S, Xue J. Depressive symptoms mediate the longitudinal relationships between sleep quality and cognitive functions among older adults with mild cognitive impairment: A cross-lagged modeling analysis. *Sci Rep*. 2024;14(1). DOI: [10.1038/s41598-024-72159-8](https://doi.org/10.1038/s41598-024-72159-8)
 32. Perlman G, Cogo-Moreira H, Wu C-Y, Herrmann N, Swardfager W. Depression interacts with allostatic load to predict cognitive decline in middle-age. *Psychoneuroendocrinology*. 2023;153:106135. DOI: [10.1016/j.psyneuen.2023.106135](https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106135)
 33. Williamson J, Yabluchanskiy A, Mukli P, Wu DH, Sonntag W, Ciro C, *et al.* Sex differences in brain functional connectivity of hippocampus in mild cognitive impairment. *Front. Aging Neurosci*. 2022;14. DOI: [10.3389/fnagi.2022.959394](https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.959394)

34. Watermeyer TJ, Gregory S, Leetham E, Udeh-Momoh CT, Muniz-Terrera G. Hormone replacement therapy, menopausal age and lifestyle variables are associated with better cognitive performance at follow-up but not cognition over time in older-adult women irrespective of APOE4 carrier status and co-morbidities. *Front. Dement.* 2025;3. DOI: [10.3389/frdem.2024.1496051](https://doi.org/10.3389/frdem.2024.1496051)
35. Moguilner S, Baez S, Hernandez H, Migeot J, Legaz A, Gonzalez-Gomez R, *et al.* Brain clocks capture diversity and disparities in aging and dementia across geographically diverse populations. *Nat Med.* 2024;30(12):3646-3657. DOI: [10.1038/s41591-024-03209-x](https://doi.org/10.1038/s41591-024-03209-x)
36. González-Carballo C, Kuri-Morales P, Chiquete E, Rojas-Russell M, Santacruz-Benitez R, Ramirez-Reyes R, *et al.* Cognitive impairment at older ages among 8000 men and women living in Mexico City: a cross-sectional analyses of a prospective study. *BMC Public Health.* 2024;24(1). DOI: [10.1186/s12889-024-21093-5](https://doi.org/10.1186/s12889-024-21093-5)
37. Vita L, Pérez Parra MM, Castillo J, Roca M, Bruno D. The Impact of Social Vulnerability in the Elderly Cognition. *Act Scie Neuro.* 2024 Mar 1:35-44. DOI: [10.31080/ASNE.2024.07.0716](https://doi.org/10.31080/ASNE.2024.07.0716)
38. Cardona M, Andrés P. Are social isolation and loneliness associated with cognitive decline in ageing? *Front. Aging Neurosci.* 2023;15:1075563. DOI: [10.3389/fnagi.2023.1075563](https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1075563)
39. Arboleda-Merino LC, Walker E, Fansler SD, Park SK, Bakulski KM. Social vulnerability and cognitive functioning among older adults in the United States National Health and Nutrition Examination Survey. *Alzheimer's & Dementia.* 2024;20(S7):e089835. DOI: [10.1002/alz.089835](https://doi.org/10.1002/alz.089835)
40. Kang H, Kim H. Ageism and Psychological Well-Being Among Older Adults: A Systematic Review. *Gerontology and Geriatric Medicine.* 2022;8. DOI: [10.1177/23337214221087023](https://doi.org/10.1177/23337214221087023)
41. Doncel-García B, Mosquera-Lajas Á, Fernández-Gutiérrez N, Fernández-Atutxa A, Lizaso I, Irazusta J. Relationship between negative stereotypes toward aging and multidimensional variables in older people living in two different social environments. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2022;98:104567. DOI: [10.1016/j.archger.2021.104567](https://doi.org/10.1016/j.archger.2021.104567)
42. Tibiriçá L, Jester DJ, Kohn JN, Williams AP, McEvoy LK, Palmer BW. Perceived discrimination and nativity status: risk of cognitive impairment among Latin American older adults. *International Psychogeriatrics.* 2024;36(9):818-830. DOI: [10.1017/S1041610223004374](https://doi.org/10.1017/S1041610223004374)
43. Derrer-Merk E, Reyes-Rodríguez M, Salazar A, Guevara M, Rodríguez G, Fonseca AM, *et al.* Is protecting older adults from COVID-19 ageism? A comparative cross-cultural constructive grounded theory from the United Kingdom and Colombia. *Journal of Social Issues.* 2022;78(4):900-923. DOI: [10.1111/josi.12538](https://doi.org/10.1111/josi.12538)
44. Nogueira J, Gerardo B, Santana I, Simões MR, Freitas S. The Assessment of Cognitive Reserve: A Systematic Review of the Most Used Quantitative Measurement Methods of Cognitive Reserve for Aging. *Front. Psychol.* 2022;13:847186. DOI: [10.3389/fpsyg.2022.847186](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.847186)
45. O'Donovan G, Hamer M, Sarmiento OL, Hessel P. Education in early life markedly reduces the probability of cognitive impairment in later life in Colombia. *Sci Rep.* 2020;10(1):17685. DOI: [10.1038/s41598-020-74822-2](https://doi.org/10.1038/s41598-020-74822-2)
46. Muhammad T, Srivastava S, Sekher TV. Assessing socioeconomic inequalities in cognitive impairment among older adults: a study based on a cross-sectional survey in India. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):389. DOI: [10.1186/s12877-022-03076-6](https://doi.org/10.1186/s12877-022-03076-6)
47. Hamm JM, Heckhausen J, Shane J, Lachman ME. Risk of cognitive declines with retirement: Who declines and why? *Psychology and Aging.* 2020;35(3):449-457. DOI: [10.1037/pag0000453](https://doi.org/10.1037/pag0000453)
48. Ran W, Yu Q. Data-driven clustering approach to identify novel clusters of high cognitive impairment risk among Chinese community-dwelling elderly people with normal cognition: A national cohort study. *J Glob Health.* 2024;14:04088. DOI: [10.7189/jogh.14.04088](https://doi.org/10.7189/jogh.14.04088)
49. Bernini S, Valcarengi A, Ballante E, Fassio F, Picascia M, *et al.* A data-driven cluster analysis to explore cognitive reserve and modifiable risk factors in early phases of cognitive decline. *Sci Rep.* 2025;15(1):4616. DOI: [10.1038/s41598-025-88340-6](https://doi.org/10.1038/s41598-025-88340-6)