

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



T E S I S

**Factores asociados a la hipertensión arterial a diferentes niveles de altitud
del Perú, 2024**

Para optar el título profesional de:

Médico Cirujano

Autor:

Bach. Steven Scott MONAGO ALVINO

Asesor:

Mg. Luis Fernando VILLANUEVA GARCIA

Cerro de Pasco – Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA



T E S I S

**Factores asociados a la hipertensión arterial a diferentes niveles de altitud
del Perú, 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dra. Irma Ana YUPANQUI MARTINEZ
PRESIDENTE

Dra. Evangelina Gaby TUFINO SANTIAGO
MIEMBRO

Mg. William Fermin ESTRELLA URETA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Medicina Humana
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 005-2026-UNDAC/UI-FMH

La Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Humana de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ha realizado el análisis con exclusiones en el Software de similitud **Turnitin Similarity**, en mérito a lo dispuesto en el Artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales 2022, aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario el 21 de abril del 2022, consignándose los datos siguientes:

Presentado por:

Bach. Steven Scott MONAGO ALVINO

Escuela de Formación Profesional de: **MEDICINA HUMANA**

Tipo de Trabajo:

TESIS

Título del Trabajo:

Factores asociados a la hipertensión arterial a diferentes niveles de altitud del Perú, 2024

Asesor: Mag. Luis Fernando VILLANUEVA GARCIA

Índice de Similitud: 21%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 4 de mayo del 2026



Firmado digitalmente por NAPA
SANCHEZ Cesar Martin FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04.05.2026 17:02:10 -05:00

DEDICATORIA

A mi padre, Lucas, por ser el pilar que sostuvo nuestra familia con fortaleza, amor y dedicación. Su ejemplo de esfuerzo y entrega me enseñó el verdadero significado del sacrificio y del compromiso. Gracias por impulsarme siempre a seguir adelante y por demostrarme que con determinación todo es posible.

A mis hermanos, Dairo y Leslie, por su cariño, apoyo y comprensión. Ustedes han sido una fuente constante de motivación y alegría. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

Esta meta también es tan mía como suya, fruto del amor, la unión y la perseverancia que nos definen como familia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente y por ser el espacio donde adquirí los conocimientos y valores que hoy sustentan mi vocación.

A mi asesor, por su orientación constante, su compromiso y sus valiosas observaciones que permitieron mejorar y fortalecer este proyecto.

Y a todas las personas influyentes que, de una u otra manera, me acompañaron en este camino, brindándome su apoyo, confianza y motivación para alcanzar esta meta.

RESUMEN

Objetivo: Determinar los factores asociados a la hipertensión arterial (HTA) en poblaciones ubicadas a distintos niveles de altitud en el Perú durante el año 2024.

Metodología: Se llevó a cabo un estudio de tipo observacional, transversal, analítico y retrospectivo, basado en el análisis secundario de los datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES). Se incluyeron únicamente participantes con información completa respecto a HTA y variables independientes. El análisis estadístico se realizó en tres etapas (univariada, bivariada y multivariada), empleando modelos de regresión de Poisson con varianza robusta y considerando el diseño complejo de la muestra.

Resultados: La mayor prevalencia de HTA se observó en zonas de baja altitud (10,8%), con una reducción en altitudes intermedias y un incremento en altitudes elevadas. Se evidenció una asociación directa entre HTA y factores como edad avanzada, presencia de diabetes mellitus, mayor índice de masa corporal y aumento del perímetro abdominal. Asimismo, variables ambientales como la exposición a biomasa y la región natural mostraron influencia significativa. Los factores conductuales presentaron comportamientos variables según el nivel de altitud, mientras que las características sociodemográficas y el nivel socioeconómico también condicionaron la distribución de la HTA.

Conclusión: La hipertensión arterial en el Perú muestra variaciones según la altitud, determinadas por la interacción de factores clínicos, ambientales, conductuales y sociodemográficos. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar intervenciones de prevención y control adaptadas a las particularidades geográficas y poblacionales.

Palabras clave: Hipertensión arterial, altitud, factores asociados, Perú, ENDES.

ABSTRACT

Objective: To determine the factors associated with hypertension (HTN) in populations located at different altitude levels in Peru during 2024.

Methodology: An observational, analytical, cross-sectional, and retrospective study was conducted using secondary data from the Demographic and Family Health Survey (ENDES). Only participants with complete information on hypertension and the independent variables were included. Statistical analysis was performed in three stages (univariate, bivariate, and multivariate) using Poisson regression models with robust variance, accounting for the complex survey design.

Results: The highest prevalence of hypertension was observed at low altitude (10.8%), decreasing at medium altitude and increasing again at high altitude. A positive association was found between hypertension and advanced age, diabetes mellitus, higher body mass index, and increased abdominal circumference. Environmental factors such as biomass exposure and natural region also showed significant effects. Behavioral factors displayed heterogeneous patterns depending on altitude, while sociodemographic characteristics and socioeconomic status influenced the distribution of hypertension.

Conclusion: Hypertension in Peru exhibits a differential pattern according to altitude, shaped by the interaction of clinical, environmental, behavioral, and sociodemographic factors. These findings highlight the need for tailored prevention and control strategies adapted to specific geographic and population contexts.

Keywords: hypertension, altitude, associated factors, Peru, ENDES.

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) representa uno de los problemas de salud pública más relevantes a nivel global. Se calcula que más de 1 200 millones de personas viven con esta enfermedad, y únicamente una de cada cinco logra un control adecuado de sus cifras de presión arterial, lo que la posiciona como un factor de riesgo clave para enfermedad cardiovascular, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal y muerte prematura (1). En América Latina, la prevalencia de HTA oscila entre el 20 % y el 40 %, evidenciando una tendencia al incremento, relacionada con el envejecimiento de la población, el aumento del sobrepeso y la obesidad, así como modificaciones en los estilos de vida (2).

En el contexto peruano, diversos estudios han señalado que la prevalencia de HTA en adultos se ha mantenido aproximadamente entre 18 % y 20 % durante la última década, mostrando variaciones importantes según la región natural, el nivel socioeconómico y los estilos de vida. La HTA se ha vinculado con factores de riesgo clásicos como la edad avanzada, la obesidad, la diabetes mellitus y el sedentarismo (evidencia de factores de riesgo cardiovascular en poblaciones peruanas). Asimismo, se ha documentado que la prevalencia de hipertensión varía en función de la altitud y el grado de urbanización en el país (análisis de ENDES, 2014-2019), siendo más elevada en zonas urbanas y menor en localidades situadas a gran altitud ($\geq 2\ 500$ m s. n. m.) (INE/EENDES) (3).

En particular, la diversidad geográfica del Perú constituye un entorno singular para el estudio de la hipertensión. Más de un tercio de la población reside por encima de los 2 500 m s. n. m., donde factores ambientales y fisiológicos, como la exposición crónica a hipoxia, inducen adaptaciones cardiovasculares y hemodinámicas que podrían modificar tanto los niveles de presión arterial como los factores asociados a la HTA (4). Por ejemplo, un estudio de alcance nacional basado en datos de ENDES (2016-2019) reportó una menor prevalencia global de hipertensión en individuos que viven a gran altitud en comparación con aquellos que habitan a menor altitud; sin embargo, algunos subtipos, como la hipertensión diastólica aislada, fueron más frecuentes en zonas elevadas (5). De igual manera, investigaciones locales recientes en poblaciones residentes permanentes en altura han evidenciado

asociaciones variables entre HTA y factores como la edad, el consumo de alcohol y la presencia de comorbilidades (prevalencia del 19,6 % en adultos a gran altitud) (6).

La evidencia disponible sugiere que los factores de riesgo tradicionales de HTA, tales como el índice de masa corporal elevado, la diabetes mellitus, el tabaquismo y el bajo nivel socioeconómico, podrían comportarse de manera distinta según el nivel de altitud y el entorno urbano o rural de los individuos. No obstante, los hallazgos actuales son heterogéneos y, en algunos casos, contradictorios respecto a la magnitud y dirección de estas asociaciones en poblaciones peruanas de gran altitud, especialmente con información posterior a ENDES 2019. En este contexto, el presente estudio se justifica por la necesidad de generar evidencia epidemiológica actualizada a nivel nacional utilizando los datos de la ENDES 2024, la cual es representativa del país y permite evaluar de manera conjunta la altitud, las características sociodemográficas, así como los factores conductuales y clínicos vinculados a la HTA. Los resultados obtenidos podrán contribuir a la formulación de estrategias de prevención, diagnóstico oportuno y control de la hipertensión adaptadas a las diversas realidades geográficas del Perú, con implicancias en la planificación de políticas públicas en salud.

En este sentido, la pregunta de investigación que orienta el estudio es: ¿Cuáles son los factores asociados a la hipertensión arterial en la población adulta peruana según diferentes niveles de altitud durante el año 2024? El objetivo general consiste en identificar los factores asociados a la HTA en adultos peruanos en distintos niveles de altitud, mediante el análisis de los microdatos de la ENDES 2024. Para ello, se llevó a cabo un estudio observacional, analítico y de corte transversal, basado en el análisis secundario de los microdatos de dicha encuesta, la cual cuenta con un diseño probabilístico complejo de alcance nacional. Se aplicaron modelos de regresión de Poisson con varianza robusta, ajustados por el diseño muestral, con el fin de estimar razones de prevalencia y evaluar las asociaciones ajustadas considerando variables sociodemográficas y conductuales.

Finalmente, la estructura de la tesis se organiza de la siguiente manera: el Capítulo I aborda el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación; el Capítulo II presenta el marco teórico, los antecedentes y las bases conceptuales; el Capítulo III detalla la

metodología utilizada; y el Capítulo IV expone los resultados, junto con la discusión, conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y planteamiento del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.3.	Formulación del problema	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	8
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	8
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	10
2.1.3.	Antecedentes Locales.....	12

2.2.	Bases teóricas – científicas	13
2.3.	Definición de términos básicos	21
2.4.	Formulación de hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis general	22
2.5.	Identificación de variables	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	27
3.2.	Nivel de investigación.....	27
3.3.	Métodos de investigación	28
3.4.	Diseño de investigación.....	28
3.5.	Población y muestra.....	28
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	31
3.8.	Tratamiento estadístico	32
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	33

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción de la recolección de datos	34
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	34
4.3.	Prueba de hipótesis	36
4.4.	Discusión de resultados	40

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales de los participantes (n = 3099)	34
Tabla 2. Distribución de las características sociodemográficas, conductuales, ambientales y clínicas de los participantes según nivel de altitud (n = 3099).	35
Tabla 3. Prevalencia de hipertensión arterial en la población estudiada según nivel de altitud (n = 3099).	36
Tabla 4. Factores asociados a hipertensión arterial según nivel de altitud en la población peruana (ENDES 2024, n = 3099).	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la prevalencia de hipertensión arterial según nivel de altitud..... 37

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y planteamiento del problema

La hipertensión arterial (HTA) es una de las enfermedades crónicas no transmisibles más importantes y constituye un factor de riesgo significativo para el desarrollo de complicaciones cardiovasculares, cerebrovasculares y renales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente el 30 % de la población adulta a nivel mundial padece esta condición, con una mayor carga en países en desarrollo (7). En el Perú, la HTA continúa siendo un reto relevante para la salud pública, no solo por su alta frecuencia, sino también por las desigualdades en el acceso a los servicios de salud, particularmente en zonas con características geográficas y ambientales diversas (8).

El territorio peruano presenta una notable heterogeneidad, comprendiendo regiones costeras, amazónicas y andinas, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta más de 4 000 m s. n. m. (9). Esta variabilidad geográfica plantea la posibilidad de que la altitud actúe como un modulador fisiopatológico de la HTA, considerando que la exposición prolongada a hipoxia crónica puede generar adaptaciones cardiovasculares y hemodinámicas específicas (10). La evidencia científica ha demostrado que los diferentes niveles de altitud influyen en la presión parcial de

oxígeno, en la fisiología cardiovascular y en los estilos de vida de las poblaciones. Por este motivo, se propone una clasificación en tres niveles: baja altitud (0–1500 m s. n. m.), altitud media (1501–2500 m s. n. m.) y altitud alta (>2500 m s. n. m.), lo que permite distinguir adecuadamente los distintos contextos ambientales y fisiopatológicos en los que se desenvuelven los habitantes del Perú. Esta estratificación resulta fundamental, ya que las respuestas hemodinámicas, los perfiles de riesgo y los factores asociados a la hipertensión pueden variar según el nivel altitudinal, lo que sustenta la necesidad de analizar esta problemática considerando dichas diferencias geográficas (11).

Diversas investigaciones han planteado que los residentes de zonas andinas podrían presentar una menor prevalencia de HTA debido a procesos de adaptación a la hipoxia crónica (12), tales como el aumento del hematocrito, modificaciones en la viscosidad sanguínea, cambios en el tono vascular y la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona. Estos mecanismos pueden incidir directa o indirectamente en los niveles de presión arterial (13). No obstante, estudios más recientes han identificado prevalencias elevadas en ciertas poblaciones de gran altitud, lo que podría explicarse por factores como un mayor consumo de sal, limitaciones en el acceso a servicios de salud y diferencias en los niveles de actividad física (14,15). Por otro lado, en regiones de baja altitud, como la costa y la Amazonía, la carga de HTA parece estar más influenciada por procesos de urbanización, dietas hipercalóricas y estilos de vida sedentarios (16).

Estas variaciones evidencian la importancia de analizar la interacción entre factores biológicos, conductuales, ambientales y socioeconómicos en diferentes contextos altitudinales. La limitada caracterización de los determinantes de la HTA en función de la altitud dificulta el diseño de estrategias de prevención y control adaptadas a las particularidades regionales. En este sentido, resulta necesario explorar si las diferencias en la prevalencia de HTA entre las regiones del Perú pueden

atribuirse a estos factores y al efecto directo de la altitud como condicionante fisiológico y ambiental.

Cabe precisar que el presente estudio se basa en el análisis secundario de datos provenientes de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES 2024) (41), la cual proporciona información representativa a nivel nacional. Para abordar la pregunta de investigación, se reclasificó el lugar de residencia de los participantes en los tres niveles de altitud previamente definidos, permitiendo comparar poblaciones expuestas a distintos entornos ambientales y fisiológicos. Al tratarse de un análisis secundario, no existió contacto directo con los participantes, y todas las estimaciones se realizaron a partir de datos previamente recolectados por el INEI.

1.2. Delimitación de la investigación

a. Delimitación Espacial

El estudio se desarrolló a nivel nacional utilizando los microdatos de la ENDES 2024, encuesta representativa de las 24 regiones del Perú, así como de las áreas urbanas y rurales. (41) Para fines analíticos, el territorio fue clasificado según la altitud del lugar de residencia en tres categorías: baja altitud (0–1500 m s. n. m.), altitud media (1501–2500 m s. n. m.) y altitud alta (>2500 m s. n. m.). Esta categorización permite examinar las diferencias en los factores asociados a la HTA en contextos con características ambientales y fisiológicas diversas.

b. Delimitación Social

La población de estudio estuvo conformada por residentes habituales de las distintas regiones del país, incluyendo tanto zonas urbanas como rurales, y considerando individuos de ambos sexos y diversos niveles socioeconómicos. Dado que se emplearon datos secundarios, los participantes no fueron contactados directamente por el investigador, sino que corresponden a personas previamente encuestadas por el INEI. En consecuencia, no se realizó interacción directa ni recolección primaria de datos.

c. Delimitación Temporal

La investigación se circunscribe al año 2024, utilizando exclusivamente la información recolectada en la ENDES 2024. El análisis e interpretación de los resultados se basan en los datos correspondientes a dicho periodo, sin haberse efectuado recolección adicional de información, ya que el estudio se fundamenta en un análisis secundario.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los factores asociados a la hipertensión arterial a diferentes niveles de altitud del Perú, 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la prevalencia de la hipertensión arterial entre las poblaciones a diferentes altitudes del Perú, 2024?
- ¿Qué factores demográficos están asociados con la hipertensión arterial en cada nivel de altitud del Perú, 2024?
- ¿Qué factores ambientales están asociados con la hipertensión arterial en cada nivel de altitud del Perú, 2024?
- ¿Qué factores conductuales están asociados con la hipertensión arterial en cada nivel de altitud del Perú, 2024?
- ¿Qué factores clínicos están asociados con la hipertensión arterial en cada nivel de altitud del Perú, 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar los factores asociados a la hipertensión arterial en poblaciones ubicadas a diferentes niveles de altitud del Perú, 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de la hipertensión arterial entre las poblaciones

a diferentes altitudes del Perú, 2024.

- Determinar los factores demográficos asociados a la hipertensión arterial en cada nivel de altitud geográfica en Perú, 2024.
- Determinar los factores ambientales asociados a la hipertensión arterial en cada nivel de altitud geográfica en Perú, 2024.
- Determinar los factores conductuales asociados a la hipertensión arterial en cada nivel de altitud geográfica en Perú, 2024.
- Determinar los factores clínicos asociados a la hipertensión arterial en cada nivel de altitud geográfica en Perú, 2024.

1.5. Justificación de la investigación

La hipertensión arterial constituye un problema de salud pública de gran magnitud debido a su elevada prevalencia y a su papel como principal factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares y renales, que representan las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial (17). En el Perú, la diversidad geográfica y altitudinal configura un escenario particular para el estudio de esta enfermedad. Investigaciones previas sugieren que la altitud podría influir en los niveles de presión arterial a través de factores como la hipoxia crónica, el clima y los estilos de vida asociados a cada entorno (18). Sin embargo, aún existe una limitada comprensión de cómo estos factores impactan específicamente en la población peruana.

La relevancia de este estudio radica en que analiza la relación entre altitud e hipertensión arterial en un país con marcada heterogeneidad geográfica, donde la población habita desde zonas costeras hasta áreas por encima de los 4 000 m s. n. Asimismo, la identificación de factores asociados, como características demográficas, hábitos de vida y condiciones ambientales propias de cada nivel altitudinal, permitirá una mejor comprensión de la dinámica de esta enfermedad en contextos locales.

Desde el punto de vista práctico, los resultados podrán servir como base para el diseño de estrategias de prevención y manejo de la HTA adaptadas a las particularidades geográficas y culturales del país. Además, aportarán evidencia científica útil para que los sistemas de salud prioricen intervenciones, fortalezcan la atención primaria y formulen políticas públicas orientadas a reducir la carga de la HTA en el Perú.

Aportaciones por área

Social: El estudio contribuirá a mejorar la salud pública mediante la identificación de factores asociados a la HTA en distintos niveles de altitud, lo que permitirá diseñar intervenciones de prevención y promoción de la salud ajustadas a las necesidades específicas de cada región, disminuyendo la carga de la enfermedad en poblaciones vulnerables. Asimismo, favorecerá la equidad en el acceso a servicios de salud al considerar las características geográficas y culturales.

Teórica: Se ampliará el conocimiento científico sobre la relación entre altitud e hipertensión arterial, aportando evidencia empírica en un contexto geográfico singular como el peruano. Esto contribuirá a una mejor comprensión de los factores fisiológicos, ambientales y sociales involucrados en el desarrollo de la HTA y al debate global sobre la influencia de la geografía en la salud cardiovascular.

Práctica: Los hallazgos podrán ser utilizados por profesionales de la salud y responsables de políticas públicas para implementar programas de prevención y control de la HTA adaptados a las distintas regiones del país. Asimismo, las recomendaciones derivadas facilitarán el desarrollo de intervenciones más eficientes y focalizadas, optimizando el uso de recursos.

Metodológica: El estudio adopta un diseño transversal, adecuado para estimar la prevalencia de HTA y analizar simultáneamente su asociación con múltiples factores en un momento determinado, lo que permite identificar patrones poblacionales y orientar acciones en salud pública. Se emplearon datos de la ENDES, principal encuesta nacional con representatividad, obtenida mediante muestreo

probabilístico estandarizado, lo que garantiza la validez y comparabilidad de los resultados entre regiones y niveles de altitud. Además, el uso de un análisis secundario permite aprovechar una base de datos robusta, optimizando recursos y tiempo sin comprometer la calidad metodológica.

1.6. Limitaciones de la investigación

El estudio presenta limitaciones propias del uso de datos secundarios provenientes de la ENDES. Aunque esta encuesta cuenta con representatividad a nivel nacional, regional y por área urbana y rural, no asegura necesariamente una representación específica para todos los subgrupos según altitud, lo que podría afectar la precisión de algunas estimaciones. Asimismo, el instrumento no contempla ciertas variables relevantes para el análisis de la HTA, como información detallada sobre hábitos dietéticos, consumo de sal, mediciones bioquímicas o seguimiento clínico, lo que restringe la evaluación de algunos factores. Además, variables autorreportadas, como el consumo de tabaco, alcohol o antecedentes personales, pueden estar sujetas a sesgos de memoria o deseabilidad social. Finalmente, debido a su diseño transversal, no es posible establecer relaciones causales, sino únicamente asociaciones entre las variables analizadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Yin (2024) evaluó la asociación entre la policitemia relacionada con la gran altitud y la hipertensión arterial en adultos que residen en el condado de Anduo, localizado a 4 700 m s. n. m., considerado uno de los asentamientos humanos a mayor altitud en el mundo. El estudio, de tipo observacional y corte transversal, incluyó a 387 participantes. Se encontró una prevalencia de hipertensión arterial del 27,1 %, mientras que la policitemia estuvo presente en el 19,6 % de los evaluados. Asimismo, se determinó que por cada incremento de 10 g/L en la hemoglobina, el riesgo de hipertensión arterial aumentaba en un 26 %, y que la presencia de policitemia triplicaba dicho riesgo. Estos resultados sugieren que las adaptaciones hematológicas derivadas de la hipoxia crónica tienen un papel importante en la regulación de la presión arterial. Este antecedente es relevante, ya que evidencia que la exposición a altitudes extremas no solo genera cambios fisiológicos cardiovasculares, sino que también interactúa con factores individuales vinculados al desarrollo de hipertensión arterial, lo que respalda la importancia de analizar estos factores en distintos niveles de altitud en la población peruana (19).

Zila-Velasque (2023) llevó a cabo una revisión sistemática y metaanálisis con el propósito de estimar la prevalencia de hipertensión arterial en poblaciones que habitan por encima de los 1 500 m s. n. m. en América Latina y el Caribe. La búsqueda se realizó en las bases de datos Web of Science, Scopus, PubMed y Embase, incluyendo estudios publicados entre 2000 y 2023. Se incorporaron 30 estudios observacionales de tipo transversal, con un total de 117 406 participantes. Los resultados evidenciaron que la prevalencia de hipertensión arterial varió según el punto de corte utilizado: 19,1 % para $\geq 140/90$ mmHg, 13,1 % para $\geq 130/85$ mmHg y 43,4 % para $\geq 130/80$ mmHg. Además, se observó una mayor prevalencia en hombres respecto a mujeres. La metarregresión no identificó asociación significativa entre la prevalencia de hipertensión arterial y variables como altitud, edad promedio o riesgo de sesgo. De manera destacable, la prevalencia estimada fue menor en comparación con poblaciones a nivel del mar y diferente a la reportada en grupos expuestos a altitudes extremas, como los tibetanos. Este antecedente sugiere que la altitud no tiene un efecto uniforme sobre la hipertensión arterial y que existen variaciones contextuales y regionales, lo que justifica su análisis en poblaciones específicas como la peruana. En este contexto, apoya la necesidad de analizar los factores que están asociados a la hipertensión arterial tomando en cuenta diferentes niveles de altitud en la población adulta peruana (20).

Zhang (2022) desarrolló una revisión sistemática y metaanálisis con el objetivo de estimar la prevalencia combinada de hipertensión arterial en poblaciones que viven a gran altitud. Se incluyeron estudios en inglés y chino publicados hasta febrero de 2021, identificados en bases de datos como PubMed, Embase, Web of Science, CNKI, VIP y Wanfang. Utilizando un modelo de efectos aleatorios, se obtuvo una prevalencia agrupada del 33 %, con una heterogeneidad muy elevada, lo que refleja una considerable variabilidad entre contextos. El análisis por subgrupos mostró que las poblaciones tibetanas presentaron una prevalencia significativamente mayor que las no tibetanas (41 % frente a 18 %), lo que indica la influencia de factores genéticos,

culturales y ambientales en la respuesta a la altitud. Aunque no se encontró una relación clara entre el incremento de la altitud y la prevalencia de hipertensión en poblaciones tibetanas, sí se evidenció un aumento de la presión arterial diastólica. Este antecedente es relevante porque demuestra que el efecto de la altitud sobre la hipertensión no es homogéneo y depende de características poblacionales específicas. En consecuencia, fortalece la necesidad de examinar los factores que están asociados a la hipertensión arterial, teniendo en cuenta el contexto geográfico y poblacional particular del Perú (21).

Prajapati (2020) analizó la prevalencia y los factores asociados a la hipertensión arterial en residentes de zonas de gran altitud en el distrito de Jomsom, Nepal, mediante una encuesta prospectiva aplicada a 617 participantes. Se reportó una prevalencia de hipertensión del 23 %, inferior a la observada en la población general del país, lo que sugiere un posible efecto modulador de la altitud. Entre los factores asociados se identificaron el consumo de alcohol, el tabaquismo, el índice de masa corporal elevado y la relación cintura/cadera aumentada, todos significativamente vinculados con la hipertensión. Asimismo, el sexo masculino presentó mayor riesgo en comparación con el femenino. Estos hallazgos indican que, aunque la altitud podría influir en la prevalencia, los factores de riesgo tradicionales mantienen un rol determinante. Este antecedente es de relevancia para este estudio, ya que evidencia como el entorno altitudinal puede influir en la magnitud de prevalencia de hipertensión arterial, pero no elimina el efecto de factores individuales, conductuales y antropométricos. En ese sentido, sustenta la importancia de analizar estos factores asociados a la hipertensión arterial teniendo en cuenta los distintos niveles en la población adulta del Perú (2).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Ortiz-Saavedra (2024) examinó la relación entre la altitud y la hipertensión arterial en una muestra amplia de adultos peruanos, utilizando datos de la ENDES correspondientes al periodo 2016–2019, con un total de 122 336 participantes. La

hipertensión fue definida según los criterios del JNC-7, y se consideraron zonas de gran altitud aquellas por encima de los 2 500 m s. n. m. El análisis incluyó modelos lineales generalizados de Poisson con varianza robusta y regresión multinomial. Los resultados mostraron que vivir en zonas de gran altitud se asoció con una menor prevalencia de hipertensión arterial en general (RPa: 0,89). Sin embargo, se identificaron diferencias según el subtipo: la hipertensión sistólica aislada fue menos frecuente en altura, mientras que la diastólica aislada fue más común. Estos hallazgos evidencian que la altitud influye de manera diferenciada en los componentes de la presión arterial (sistólica y diastólica). Dicho antecedente es de relevancia para este estudio, porque demuestra la influencia de la altitud en la distribución de los subtipos de HTA en el contexto peruano. Y de esta forma respalda la importancia de analizar estos patrones con datos más recientes como los de la ENDES 2024 (5).

Mendoza-Quispe (2023) evaluó la interacción entre urbanización y altitud en la prevalencia de hipertensión arterial en el Perú, utilizando datos de ENDES 2014–2019 con una muestra de 186 906 adultos. La definición de hipertensión incluyó mediciones clínicas o autorreporte. Se consideraron las variables de diferentes niveles de altitud y distintas características del entorno urbano, como área de residencia, tipo de asentamiento, densidad poblacional y tamaño de ciudad. La prevalencia global fue de 19 %, siendo mayor en zonas urbanas, ciudades grandes y áreas densamente pobladas. En contraste, se observó menor prevalencia en poblaciones ubicadas a más de 2 500 m y 3 500 m s. n. m., lo que sugiere un posible efecto protector de la altitud. Estos resultados indican que tanto la altitud como la urbanización influyen en la distribución de la hipertensión arterial, lo que pone en evidencia desigualdades asociadas al estilo de vida y al entorno geográfico. Este antecedente resulta pertinente para el presente estudio, ya que sugiere que tanto la altitud como el grado de urbanización influyen en la variación del riesgo de HTA en el Perú. Por ello, resulta relevante analizar los factores asociados a esta condición considerando los distintos

niveles altitudinales, empleando información actualizada proveniente de la ENDES 2024, con el fin de obtener una evaluación más precisa y contextualizada (3).

Hernández-Vásquez (2023) analizó la distribución espacial de la hipertensión arterial en adultos peruanos utilizando datos de la ENDES 2022, con una muestra de 29 422 participantes. Mediante el índice de Moran y análisis de puntos calientes, se estimó una prevalencia estandarizada por edad de 19,2 %, evidenciando una distribución no homogénea en el país. Se identificaron conglomerados de elevada prevalencia en las regiones de costa (Ancash, La Libertad, Tumbes, Piura, Lambayeque y Lima), igual que en zonas de la sierra norte y como en la selva (Madre de Dios y Loreto). Estos patrones sugieren la influencia de factores ambientales y socioeconómicos en la distribución territorial de la hipertensión. Este antecedente es pertinente, porque evidencia que la HTA en el Perú presenta un patrón de distribución espacial definido, influenciado por características geográficas como la altitud. En consecuencia, resulta necesario analizar los factores asociados a esta condición considerando los distintos niveles altitudinales en la población adulta peruana, a fin de comprender mejor su comportamiento y variabilidad (16).

2.1.3. Antecedentes Locales

Solis Bautista (2023) evaluó los factores asociados a la adherencia al tratamiento antihipertensivo en pacientes atendidos en el Hospital Regional Daniel Alcides Carrión de Cerro de Pasco, mediante un estudio no experimental, cuantitativo y descriptivo-correlacional. Se incluyeron 160 pacientes con diagnóstico de HTA, de los cuales solo el 39,4 % presentó adecuada adherencia al tratamiento. Gran parte de los participantes fueron mujeres, con bajo nivel educativo y pertenecientes a estratos socioeconómicos bajos; además, más de la mitad presentaba comorbilidades y larga evolución de la enfermedad. Se identificaron como factores asociados la edad mayor de 60 años, mayor nivel educativo, estado conyugal estable, nivel económico medio y presencia de comorbilidades. Aunque no evalúa directamente la altitud, este estudio resalta la influencia de factores sociales, clínicos y del sistema de salud en el manejo

de la HTA en contextos de gran altitud. Desde este enfoque, se enfatiza la necesidad de incluir tanto variables individuales como contextuales en el análisis de los factores asociados a la hipertensión arterial, considerando los diferentes niveles de altitud en la población peruana (22).

No se identificaron otros estudios adicionales relacionados con el tema.

2.2. Bases teóricas – científicas

La hipertensión arterial (HTA) es una enfermedad crónica no transmisible caracterizada por la elevación sostenida de la presión arterial por encima de los valores considerados normales. Tradicionalmente, se define como cifras de presión arterial sistólica ≥ 140 mmHg y/o presión arterial diastólica ≥ 90 mmHg medidas de manera repetida en condiciones estandarizadas, aunque guías recientes también reconocen puntos de corte menores para etapas tempranas de riesgo cardiovascular. La HTA representa uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su alta prevalencia, curso frecuentemente asintomático y estrecha relación con complicaciones cardiovasculares, cerebrovasculares y renales. Se estima que millones de personas viven con esta condición, muchas de ellas sin diagnóstico oportuno o con control inadecuado, lo que incrementa la carga de enfermedad, discapacidad y mortalidad prematura (23).

La relevancia clínica de la HTA radica en que constituye el factor de riesgo modificable más importante para infarto agudo de miocardio, insuficiencia cardíaca, accidente cerebrovascular, enfermedad renal crónica, retinopatía hipertensiva y enfermedad arterial periférica. Incluso incrementos modestos de la presión arterial pueden asociarse con aumento significativo del riesgo cardiovascular global. En ese sentido, el diagnóstico precoz, la identificación de factores asociados y la implementación de intervenciones preventivas son pilares fundamentales para disminuir su impacto sanitario.

Factores de riesgo asociados a la HTA (24):

La etiología de la hipertensión arterial es multifactorial. En la mayoría de los

casos corresponde a hipertensión primaria o esencial, en la cual no existe una causa única identificable, sino la interacción de múltiples determinantes. En menor proporción, corresponde a hipertensión secundaria, vinculada a enfermedades renales, endocrinas, vasculares o al uso de ciertos fármacos. Para fines epidemiológicos, los factores asociados suelen agruparse en dimensiones demográficas, conductuales, ambientales y clínicas.

- **Factores demográficos:** Incluyen edad, sexo, nivel socioeconómico y área de residencia.
 - ✓ La edad constituye uno de los determinantes más consistentes de la HTA. Con el envejecimiento ocurren cambios estructurales y funcionales en la pared arterial, como pérdida de elasticidad, aumento del colágeno vascular, calcificación y rigidez arterial, lo que favorece el incremento progresivo de la presión sistólica y de la presión de pulso. Por ello, la prevalencia de HTA aumenta marcadamente en adultos mayores.
 - ✓ Respecto al sexo, los hombres suelen presentar mayor prevalencia en etapas tempranas y medias de la adultez. Sin embargo, en mujeres la frecuencia aumenta después de la menopausia, fenómeno relacionado con la disminución del efecto protector estrogénico sobre el endotelio vascular, el metabolismo lipídico y la regulación autonómica.
 - ✓ El nivel socioeconómico influye mediante múltiples vías: acceso limitado a servicios de salud, menor cobertura diagnóstica, barreras para continuidad terapéutica, mayor exposición al estrés crónico, inseguridad alimentaria y menor disponibilidad de entornos saludables para actividad física. En consecuencia, las poblaciones con menores recursos suelen experimentar mayor riesgo y peor control de la enfermedad.
 - ✓ Asimismo, el área de residencia condiciona patrones distintos de riesgo. Las zonas urbanas presentan mayor exposición al sedentarismo, dietas ultraprocesadas, contaminación ambiental y estrés psicosocial; mientras que

en áreas rurales pueden coexistir barreras de acceso sanitario, subdiagnóstico y limitaciones terapéuticas (23).

- **Factores conductuales:** Incluyen consumo de alcohol, tabaquismo, actividad física, dieta y adherencia al tratamiento.
 - ✓ El consumo excesivo de alcohol incrementa la presión arterial por activación simpática, aumento de cortisol, alteración endotelial y cambios en la homeostasis del calcio vascular. Existe además relación dosis-respuesta entre ingesta alcohólica y elevación tensional.
 - ✓ El tabaquismo induce vasoconstricción aguda, disfunción endotelial, estrés oxidativo e inflamación sistémica. Aunque su asociación con HTA sostenida puede variar entre estudios, sí incrementa claramente el riesgo cardiovascular global cuando coexiste con hipertensión.
 - ✓ La actividad física regular ejerce efecto protector al mejorar la sensibilidad a la insulina, favorecer la pérdida de peso, reducir la activación simpática y mejorar la función endotelial. En contraste, el sedentarismo se asocia con mayor incidencia de HTA.
 - ✓ La dieta constituye un componente central. El exceso de sodio favorece retención hídrica y aumento de la presión arterial, especialmente en individuos sensibles a la sal. El alto consumo de grasas saturadas, azúcares refinados y alimentos ultraprocesados contribuye a obesidad y disfunción metabólica. Por el contrario, dietas ricas en frutas, verduras, legumbres, fibra, potasio, calcio y magnesio muestran efectos protectores.
 - ✓ La privación crónica de sueño, la apnea obstructiva del sueño y el estrés psicosocial persistente también se relacionan con elevación tensional mediante mecanismos neuroendocrinos. Finalmente, en personas diagnosticadas, la adherencia terapéutica farmacológica y no farmacológica es esencial para lograr control adecuado (23).

- **Factores ambientales:** comprenden altitud, exposición a biomasa y tipo de entorno.
 - ✓ La altitud modifica la fisiología cardiovascular debido a la hipoxia, generando cambios como aumento del hematocrito y resistencia vascular. Sin embargo, algunos estudios sugieren menor prevalencia de HTA en altura por mecanismos adaptativos. La exposición a biomasa se asocia con inflamación sistémica, mientras que el entorno urbano se vincula a mayor riesgo por estilos de vida poco saludables.
- **Factores clínicos:** Incluyen IMC, circunferencia abdominal y comorbilidades.
 - ✓ El sobrepeso y la obesidad aumentan la presión arterial por expansión del volumen plasmático, activación simpática, resistencia a la insulina, inflamación crónica y activación del sistema RAA. La obesidad abdominal es especialmente relevante por su asociación con adiposidad visceral y riesgo cardiometabólico.
 - ✓ La diabetes mellitus acelera el daño vascular y renal, incrementando la frecuencia de HTA. La enfermedad renal crónica, a su vez, puede ser causa y consecuencia de hipertensión. Los antecedentes familiares reflejan susceptibilidad genética y patrones compartidos de exposición ambiental (23).

Efectos de la altitud en la salud cardiovascular

La altitud influye en la fisiología humana debido a la reducción de la presión de oxígeno, generando adaptaciones como aumento de eritropoyetina, mayor viscosidad sanguínea y cambios en el tono vascular, que pueden impactar la presión arterial (25).

Estudios epidemiológicos muestran variaciones según altitud (5,26):

- ✓ En zonas bajas ($\leq 1\ 500$ m), la HTA se asocia principalmente a estilos de vida.
- ✓ En altitudes intermedias (1 500–2 500 m), puede observarse menor prevalencia por adaptación.
- ✓ En altitudes altas ($\geq 2\ 500$ m), los cambios fisiológicos pueden favorecer el

aumento de la presión arterial.

Sin embargo, la evidencia no es uniforme. Algunos estudios en poblaciones nativas de altura reportan menor presión arterial que en poblaciones migrantes o residentes recientes, lo que sugiere un papel importante de la adaptación biológica y sociocultural.

Modelos teóricos sobre HTA y altitud

La relación entre la hipertensión arterial (HTA) y la altitud ha sido ampliamente estudiada, debido a que las condiciones fisiológicas y ambientales cambian de manera significativa a medida que aumenta la altitud. A continuación, se presentan los principales enfoques teóricos que buscan explicar la influencia de la altitud en el desarrollo y progresión de la hipertensión arterial.

1. Modelo de hipoxia crónica y adaptación cardiovascular

Este modelo se enfoca en los efectos fisiológicos derivados de la exposición prolongada a ambientes de gran altitud, donde la presión parcial de oxígeno es reducida. Plantea que la hipoxia crónica desencadena una serie de respuestas adaptativas en el organismo que pueden incidir en la aparición de hipertensión arterial (27).

Mecanismos involucrados:

- **Vasoconstricción sistémica:** La disminución de oxígeno induce una vasoconstricción generalizada, especialmente a nivel pulmonar y sistémico, lo que incrementa la resistencia vascular y puede elevar la presión arterial.
- **Incremento de eritropoyetina y masa eritrocitaria:** La hipoxia estimula la producción de eritropoyetina, aumentando el número de glóbulos rojos, lo que eleva la viscosidad sanguínea y la resistencia al flujo, favoreciendo el aumento de la presión arterial.
- **Alteración del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAA):** La exposición sostenida a hipoxia activa este sistema, promoviendo la retención de sodio y agua, lo que incrementa el volumen circulante y la presión arterial.

2. Modelo de adaptación al estrés ambiental

Este modelo sostiene que la exposición a condiciones extremas, como la hipoxia en altura, genera una respuesta de estrés en el organismo. Dichas respuestas implican cambios en la regulación cardiovascular y en los mecanismos de control de la presión arterial (28).

Mecanismos involucrados:

- Estrés fisiológico crónico: La adaptación a bajos niveles de oxígeno puede activar de manera persistente el sistema nervioso simpático, incrementando la liberación de catecolaminas y cortisol, lo que contribuye a elevar la presión arterial.
- Reacción cardiovascular adaptativa: Se producen modificaciones en la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y el tono vascular, lo que puede favorecer el incremento sostenido de la presión arterial en individuos expuestos de forma prolongada.

3. Modelo de hipoxia y resistencia vascular

Este enfoque propone que la hipoxia no solo incrementa la viscosidad sanguínea, sino que también altera el tono vascular, generando un aumento de la resistencia periférica. Aunque el organismo desarrolla mecanismos adaptativos frente a la menor disponibilidad de oxígeno, estos pueden tener efectos adversos a largo plazo sobre la salud cardiovascular (29).

Mecanismos involucrados:

- Modificación del tono vascular: Los vasos sanguíneos se vuelven más sensibles a la hipoxia, aumentando su tendencia a la vasoconstricción, lo que eleva la resistencia vascular periférica y la presión arterial.
- Cambios endoteliales: La hipoxia puede alterar la función endotelial, reduciendo la producción de óxido nítrico (NO), un potente vasodilatador, lo que favorece la vasoconstricción.

4. Modelo de aumento de la viscosidad sanguínea por adaptación a la altitud

Este modelo plantea que la adaptación a la altitud implica un aumento en la producción de glóbulos rojos, lo que incrementa la viscosidad de la sangre y, en consecuencia, la presión arterial (30).

Mecanismos involucrados:

- Elevación del hematocrito: La mayor producción de eritrocitos incrementa la proporción de glóbulos rojos en la sangre, haciéndola más densa y dificultando su circulación.
- Mayor resistencia al flujo sanguíneo: La sangre más viscosa requiere mayor presión para desplazarse a través del sistema vascular, lo que contribuye al aumento de la presión arterial.

5. Modelo de alteración en la regulación renal de la presión arterial

Este modelo plantea que, en condiciones de gran altitud, el riñón desempeña un rol clave en la regulación de la presión arterial mediante mecanismos relacionados con el equilibrio hidrosalino (31).

Mecanismos involucrados:

- Retención de sodio y agua: **La hipoxia puede modificar la función renal, alterando la regulación del sodio y el agua, lo que incrementa el volumen sanguíneo y la presión arterial.**
- Activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAA): **Este sistema hormonal se activa en respuesta a la altitud, favoreciendo la retención de líquidos y contribuyendo al aumento de la presión arterial.**

Clasificación altitudinal

La clasificación de la altitud utilizada en este estudio se basa en criterios ampliamente aceptados en la medicina de montaña y la epidemiología ambiental. Según la International Society for Mountain Medicine, los cambios fisiológicos comienzan a ser relevantes a partir de los 1 500 m s. n. m., debido a la disminución

significativa de la presión parcial de oxígeno. Esta organización clasifica la altitud en: moderada (1 500–2 500 m), alta (2 500–3 500 m), muy alta (3 500–5 500 m) y extrema (>5 500 m), categorías utilizadas en estudios de fisiología humana y poblacional (32).

En estudios epidemiológicos de Latinoamérica, se emplean clasificaciones similares que distinguen altitud baja (<1 500 m), intermedia (1 500–2 500 m) y elevada (>2 500 m), con el objetivo de analizar los efectos de la hipoxia crónica sobre la salud cardiovascular y metabólica. En concordancia con estas referencias, el presente estudio adopta una clasificación operativa en tres niveles: baja altitud (0–1 500 m), altitud moderada (1 500–2 500 m) y altitud elevada (>2 500 m), lo que permite evaluar el efecto de la altitud sobre la presión arterial en la población peruana (33).

Bases científicas para el estudio de la HTA en el contexto del Perú

El Perú presenta una notable diversidad geográfica que incluye zonas costeras, valles interandinos y regiones altoandinas que superan los 4 000 m s. n. m., lo que constituye un entorno propicio para estudiar la relación entre altitud e hipertensión arterial (16). Investigaciones previas en contextos similares han evidenciado que la prevalencia de HTA puede estar influenciada por diversos factores, entre ellos:

- Estilo de vida: Variaciones en la dieta y la actividad física según la altitud.
- Adaptaciones fisiológicas: Cambios como el aumento del hematocrito y modificaciones en la función vascular en poblaciones de altura.
- Factores socioeconómicos y culturales: Diferencias en el acceso a servicios de salud y en prácticas relacionadas con la alimentación y el autocuidado.

Importancia del uso de datos secundarios en el estudio

El empleo de bases de datos previamente recolectadas permite analizar patrones epidemiológicos a gran escala y en distintos contextos geográficos. En el caso peruano, el acceso a encuestas nacionales facilita la evaluación de la relación entre altitud y HTA, aunque con la limitación de depender de variables ya definidas en dichas bases (34).

Relevancia del estudio para la salud pública

El análisis de la prevalencia y de los factores asociados a la HTA en diferentes niveles de altitud permitirá:

- Formular estrategias de prevención y control adaptadas a las características de cada región.
- Generar evidencia científica extrapolable a otros países con geografía similar.
- Contribuir a la reducción de desigualdades en salud, mejorando el acceso y la calidad de la atención en poblaciones vulnerables.

2.3. Definición de términos básicos

- Hipertensión arterial: Se define como una enfermedad crónica caracterizada por la elevación sostenida de la presión arterial en el sistema vascular, lo que implica un mayor esfuerzo del corazón para impulsar la sangre. Su diagnóstico se establece cuando los valores de presión arterial se mantienen por encima de 140/90 mmHg de forma persistente. En etapas iniciales suele ser asintomática; sin embargo, incrementa de manera importante el riesgo de eventos como infarto de miocardio, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal y daño orgánico. Puede clasificarse en primaria, cuando no se identifica una causa específica, o secundaria, cuando es consecuencia de otras patologías o del uso de determinados fármacos (35).
- Altitud: Corresponde a la elevación de un punto respecto al nivel del mar o a una referencia geodésica establecida. Generalmente se expresa en metros o pies y se emplea para describir la altura de la superficie terrestre. La altitud influye en variables como la presión atmosférica, la temperatura, el clima y la disponibilidad de oxígeno, factores que pueden repercutir en la fisiología humana, especialmente en los mecanismos de adaptación a condiciones de menor oxigenación (36).
- Factores demográficos: Son atributos que caracterizan a una población, tales como edad, sexo, etnia, nivel socioeconómico y localización geográfica, los cuales

pueden influir en el estado de salud y en la respuesta a intervenciones médicas (37).

- Factores ambientales: Comprenden las condiciones del entorno físicas, químicas, biológicas y sociales que pueden impactar en la salud y el comportamiento humano, incluyendo la exposición a contaminantes, las condiciones climáticas, el entorno construido y el acceso a servicios de salud (38).
- Factores conductuales: Se refieren a los hábitos y conductas individuales que influyen en la salud, como los patrones alimentarios, la actividad física, el consumo de tabaco y alcohol, así como el cumplimiento de los tratamientos médicos (39).
- Factores clínicos: Incluyen las características relacionadas con el estado de salud de un individuo, tales como la presencia de enfermedades crónicas, predisposición genética, biomarcadores y resultados de pruebas diagnósticas, que pueden condicionar la evolución de una enfermedad o la respuesta terapéutica (40).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Hipótesis alterna general (H_1):

Existen factores demográficos, ambientales, conductuales y clínicos que se asocian significativamente con la hipertensión arterial en poblaciones ubicadas a diferentes niveles de altitud del Perú, durante el año 2024.

Hipótesis nula general (H_0):

No existen factores demográficos, ambientales, conductuales ni clínicos que se asocien significativamente con la hipertensión arterial en poblaciones ubicadas a diferentes niveles de altitud del Perú, durante el año 2024.

2.5. Identificación de variables

Variables independientes

Factores Demográficos:

- Sexo biológico
- Edad
- Tipo de seguro de salud
- Región de residencia
- Nivel socioeconómico

Factores Conductuales:

- Consumo de bebidas alcohólicas
- Hábito tabáquico
- Nivel de actividad física
- Prácticas alimentarias saludables (ingesta de frutas y verduras)
- Cumplimiento del tratamiento

Factores Ambientales:

- Nivel de altitud
- Exposición a biomasa (uso de leña, carbón u otros combustibles similares)

Factores Clínicos:

- Índice de masa corporal (IMC)
- Medida de circunferencia abdominal
- Presencia de comorbilidades (diabetes mellitus, entre otras)

Variable dependiente

- Presencia de hipertensión arterial

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Indicadores
Hipertensión arterial (HTA)	Trastorno crónico caracterizado por niveles elevados y sostenidos de presión arterial ($\geq 140/90$ mmHg), asociado a riesgo cardiovascular.	Se considera HTA cuando existe diagnóstico reportado en ENDES o valores de presión sistólica ≥ 140 mmHg o diastólica ≥ 90 mmHg.	Dependiente	Nominal dicotómica	Presencia / Ausencia de HTA
Altitud	Altura de un punto geográfico respecto al nivel del mar, que influye en la disponibilidad de oxígeno.	Altitud del lugar de residencia expresada en metros sobre el nivel del mar, agrupada en baja, media y alta.	Independiente	Ordinal	Baja (≤ 1500), media (1501–2500), alta (> 2500)
Edad	Tiempo de vida transcurrido desde el nacimiento.	Edad consignada por el participante en años.	Independiente	Cuantitativa discreta	Años cumplidos
Sexo biológico	Característica biológica que diferencia a hombres y mujeres.	Sexo declarado por el encuestado.	Independiente	Nominal dicotómica	Masculino / Femenino
Tipo de seguro de salud	Tipo de cobertura sanitaria disponible para el individuo.	Modalidad de aseguramiento reportada (SIS, ESSALUD, seguro privado, ninguno, entre otros).	Independiente	Nominal politómica	Categorías de seguro
Región de residencia	Área geográfica donde habita el participante.	Ubicación del hogar según departamento y provincia reportados.	Independiente	Nominal	Costa / Sierra / Selva
Nivel socioeconómico	Posición relativa del individuo según acceso a recursos y condiciones económicas.	Clasificación en quintiles de riqueza según ENDES.	Independiente	Ordinal	Muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto
Consumo de bebidas alcohólicas	Ingesta de bebidas alcohólicas por parte del individuo.	Declaración de consumo actual o reciente de alcohol.	Independiente	Nominal dicotómica	Sí / No
Hábito	Uso de	Reporte de	Independiente	Nominal	Sí / No

tabáquico	productos derivados del tabaco.	consumo actual de cigarrillos.		dicotómica	
Nivel de actividad física	Nivel de práctica de ejercicio físico de forma regular.	Frecuencia semanal de actividad física moderada o vigorosa según criterios de la OMS.	Independiente	Ordinal	Sedentario (0 min), Moderado (1–149 min o <75 min vigorosa), Activo (≥ 150 min o ≥ 75 min vigorosa)
Hábitos alimenticios	Calidad de la dieta, especialmente en relación al consumo de frutas y verduras.	Número de porciones diarias consumidas, de acuerdo con recomendaciones de la OMS.	Independiente	Nominal dicotómica	Inadecuado (<5 porciones), Adecuado (≥ 5 porciones)
Cumplimiento del tratamiento	Grado de cumplimiento de las indicaciones terapéuticas.	Autorreporte de cumplimiento total o parcial del tratamiento indicado.	Independiente	Nominal dicotómica	Adherente / No adherente
Exposición a biomasas	Contacto habitual con humo generado por combustibles sólidos.	Uso reportado de leña, carbón u otros biocombustibles en el hogar.	Independiente	Nominal dicotómica	Expuesto / No expuesto
Índice de masa corporal (IMC)	Indicador antropométrico que relaciona peso y talla para evaluar el estado nutricional.	Cálculo de peso (kg) dividido entre talla al cuadrado (m^2), obtenido mediante mediciones estandarizadas.	Independiente	Cuantitativa continua	IMC en kg/m^2
Medida de circunferencia abdominal	Medida de distribución de grasa corporal a nivel central.	Valor en centímetros registrado según protocolo ENDES.	Independiente	Cuantitativa continua	Hombres: <95 normal, 95–101 riesgo, ≥ 102 alto. Mujeres: <82 normal, 82–87 riesgo, ≥ 88 alto
Comorbilidades	Presencia de enfermedades crónicas asociadas que pueden influir en la salud.	Registro de diagnósticos reportados en la base ENDES.	Independiente	Nominal dicotómica	Presencia / Ausencia
Estilos de vida	Conjunto de conductas relacionadas con la salud que influyen	Variable compuesta construida a partir de actividad física,	Independiente	Nominal dicotómica	Adecuado (conductas saludables) / No saludable

	en el riesgo de enfermedad.	tabaquismo y consumo de alcohol.			(al menos un factor de riesgo)
--	-----------------------------	----------------------------------	--	--	--------------------------------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos con el propósito de contrastar hipótesis, aplicar métodos estadísticos y sustentar teorías. Se trata de una investigación de tipo observacional, con diseño transversal y carácter analítico, desarrollada a partir del análisis secundario de los microdatos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2024 (41).

El diseño transversal permitió estimar la prevalencia de hipertensión arterial en adultos peruanos y examinar su relación con variables sociodemográficas, antropométricas, conductuales y ambientales, incluyendo la altitud. A diferencia de estudios con recolección primaria, en este caso se utilizaron directamente las mediciones registradas por la ENDES (presión arterial, peso, talla, circunferencia abdominal, así como variables sociodemográficas y de comportamiento), sin necesidad de obtener nuevos datos (42).

3.2. Nivel de investigación

La investigación se ubica en un nivel descriptivo-correlacional. Por un lado, el componente descriptivo busca caracterizar las variables en la población de estudio,

identificando su distribución, frecuencias y proporciones. Este enfoque permite describir los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin intervenir sobre ellos, proporcionando una visión objetiva de las características de la población analizada (43).

Por otro lado, el nivel correlacional tiene como finalidad examinar la relación entre dos o más variables, sin implicar necesariamente causalidad. Este enfoque permite determinar la existencia, dirección y magnitud de asociaciones entre las variables estudiadas (44).

3.3. Métodos de investigación

Se emplearon dos enfoques metodológicos complementarios. El método analítico-sintético permitió descomponer la información teórica y empírica en sus elementos fundamentales para identificar aspectos clave, y posteriormente integrarlos en una comprensión global del fenómeno. Asimismo, el método inductivo-deductivo facilitó, por un lado, la generación de generalizaciones a partir de observaciones específicas (inducción) y, por otro, la aplicación de marcos teóricos existentes para interpretar los resultados y fortalecer las conclusiones (deducción) (45).

3.4. Diseño de investigación

El estudio presenta un diseño observacional de corte transversal, el cual permitió analizar la relación estadística entre variables en un momento determinado. Este tipo de diseño favorece la obtención de resultados en un periodo relativamente corto y con menor costo, además de servir como base para futuras investigaciones. Asimismo, posibilita el análisis de múltiples variables de manera simultánea, manteniendo condiciones constantes durante el periodo de evaluación.

3.5. Población y muestra

Población:

La población accesible estuvo conformada por los registros correspondientes a personas adultas (≥ 18 años) incluidos en la base de datos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2024, que contaban con información

completa sobre hipertensión arterial y las variables independientes de interés. Al tratarse de un análisis secundario de datos, la unidad de análisis correspondió a los registros contenidos en la base ENDES y no a participantes evaluados directamente por el investigador (41).

Criterios de selección de los participantes:

Criterios de inclusión:

- Registros de individuos de 18 años o más.
- Participantes que completaron la sección individual de la ENDES 2024.
- Disponibilidad de información completa sobre HTA y variables principales del estudio.

Criterios de exclusión:

- Registros con datos incompletos o inconsistentes en la variable dependiente.
- Información faltante en variables clave (demográficas, clínicas, ambientales o conductuales).
- Datos geográficos insuficientes o altitudes no clasificables.

Estos criterios fueron aplicados sobre registros de la base de datos, sin interacción directa con personas.

Tipo de muestra:

Se utilizó la muestra de la ENDES 2024, la cual responde a un diseño probabilístico, estratificado, bietápico y por conglomerados, elaborado por el INEI. Este diseño asegura representatividad a nivel nacional, regional y según área de residencia. La unidad de análisis fue el individuo adulto con información completa.

Cálculo de tamaño muestra y muestreo

Para garantizar la validez estadística de los resultados, se calculó el tamaño de muestra requerido para estimar una inferencia poblacional:

Donde:

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2}$$

- n_0 = tamaño de muestra inicial
- Z = valor Z para el nivel de confianza deseado (1.96 para 95 %)
- p = proporción esperada (0.20 en este caso)
- $1-p$ = proporción complementaria (0.80)
- e = error máximo admisible (0.02)

Con fines metodológicos, se efectuó una estimación teórica del tamaño mínimo de muestra necesario para calcular una proporción poblacional. Para ello, se utilizó la fórmula estándar para proporciones, considerando un nivel de confianza del 95 % ($Z = 1.96$), una proporción esperada de 0.20, un error máximo permitido de 0.02 y un efecto de diseño (DEFF) de 1.5, obteniéndose un tamaño mínimo estimado de 2306 participantes. Este cálculo tuvo únicamente un propósito referencial, orientado a verificar que la base de datos disponible contara con el tamaño suficiente para lograr estimaciones con adecuada precisión.

No obstante, dado que el estudio corresponde a un análisis secundario de la ENDES 2024, la muestra final no fue producto de un muestreo directo, sino que se derivó de los registros existentes en la base de datos. En este sentido, se incluyeron todos los individuos de 18 años o más que disponían de información completa en las variables principales del estudio (presión arterial, peso, talla, circunferencia abdominal, edad y sexo). Tras el proceso de depuración y exclusión de registros incompletos, la muestra final quedó conformada por 3099 participantes, correspondiente al total de observaciones válidas para el análisis.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante técnicas estadísticas tanto descriptivas como analíticas. Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo con el fin de estimar la prevalencia de hipertensión arterial y describir las características de la población según variables sociodemográficas, clínicas, conductuales y ambientales. Posteriormente, se aplicaron métodos analíticos mediante modelos de regresión de Poisson con varianza robusta, con el objetivo de identificar los factores asociados, incorporando el ajuste por el diseño muestral complejo de la encuesta (estratificación, ponderación y conglomerados).

Instrumento:

La fuente de datos provino de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2024, la cual emplea cuestionarios estandarizados y validados a nivel nacional. Este instrumento recopila información mediante entrevistas directas, mediciones antropométricas y registro de presión arterial con equipos calibrados. La ENDES constituye la base de datos primaria utilizada en este estudio. La información fue obtenida a través del portal oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática (<https://www.inei.gob.pe/bases-de-datos/>), accediendo a la sección de microdatos, consulta por encuestas, seleccionando la encuesta ENDES correspondiente al año 2024 (41). Dentro de esta base, los módulos RECH0111, RECH0, RCH1, RECH4, RECH23, RECHM y CSALUD01 proporcionaron las variables necesarias para el análisis.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Stata versión 17. Considerando que la ENDES emplea un diseño muestral probabilístico, estratificado y multietápico, todos los análisis se efectuaron incorporando el diseño complejo de la encuesta. Para ello, se utilizaron los pesos muestrales (v005/1,000,000), los estratos (v022) y las unidades primarias de muestreo (v021), lo que permitió obtener

estimaciones representativas a nivel nacional y regional. Los análisis se desarrollaron aplicando la estructura de ponderación mediante el comando svy.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el estudio, se estableció una categorización de la altitud en tres niveles: baja (0–1500 m s. n. m.), media (1501–2500 m s. n. m.) y alta (>2500 m s. n. m.). Esta clasificación se sustenta en criterios fisiológicos ampliamente aceptados, considerando que a partir de los 1500 m s. n. m. se produce una reducción significativa de la presión parcial de oxígeno, y que por encima de los 2500 m s. n. m. la hipoxia crónica induce adaptaciones cardiovasculares y hematológicas que pueden influir en la prevalencia y en los factores asociados a la hipertensión arterial. Por ello, esta estratificación permite comparar poblaciones sometidas a distintos contextos ambientales y fisiopatológicos, mejorando la precisión del análisis del efecto de la altitud.

En una primera etapa, se llevó a cabo un análisis univariado para describir las características de la población. Las variables cualitativas (como sexo, nivel educativo, tipo de seguro, región de residencia, consumo de alcohol, tabaquismo y adherencia al tratamiento) se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Por su parte, las variables cuantitativas (edad, índice de masa corporal y circunferencia abdominal) se describieron mediante medidas de tendencia central (media o mediana) y de dispersión (desviación estándar o rango intercuartílico), según su distribución. La normalidad de estas variables fue evaluada mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk, dependiendo del tamaño de la muestra.

Posteriormente, se realizó un análisis bivariado con el objetivo de evaluar la asociación entre la hipertensión arterial (variable dependiente) y las variables independientes agrupadas en factores demográficos, clínicos, conductuales y ambientales. Para variables categóricas se empleó la prueba de chi-cuadrado o, en caso necesario, la prueba exacta de Fisher. Para variables cuantitativas, se aplicó la prueba t de Student cuando presentaban distribución normal, o la prueba de Mann-

Whitney U en caso contrario. Asimismo, se calcularon razones de prevalencia crudas (RP) con sus respectivos intervalos de confianza al 95 % (IC95 %), lo que permitió estimar la magnitud de las asociaciones.

Finalmente, se desarrolló un análisis multivariado mediante modelos de regresión de Poisson con varianza robusta, con el fin de identificar los factores asociados de manera independiente a la hipertensión arterial, controlando posibles variables confusoras. En este modelo se incluyeron aquellas variables con significancia estadística en el análisis bivariado ($p < 0.05$) o con relevancia epidemiológica. Los resultados se expresaron como razones de prevalencia ajustadas (RPa) con sus respectivos intervalos de confianza.

Adicionalmente, se efectuó un análisis estratificado según niveles de altitud (baja, media y alta), con el propósito de explorar posibles diferencias en los factores asociados a la hipertensión en función del contexto geográfico. Este análisis permitió evaluar si los factores de riesgo presentan comportamientos diferenciados según la exposición a hipoxia crónica. Todos los análisis se realizaron considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$ y ajustando por el diseño muestral complejo.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El estudio presenta relevancia en salud pública debido al impacto de la hipertensión arterial sobre la calidad de vida y su contribución a la morbilidad y mortalidad, especialmente en poblaciones que residen en zonas de gran altitud en el Perú.

Al tratarse de un análisis secundario, la información utilizada proviene de la ENDES 2024, la cual se encuentra regulada por el Decreto Supremo N.º 043-2001-PCM. Este marco normativo establece la confidencialidad de los datos recolectados, garantizando que la información de las unidades de análisis no sea divulgada, salvo en situaciones administrativas o judiciales debidamente justificadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de la recolección de datos

El estudio se sustentó en el análisis de datos secundarios obtenidos de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) 2024, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú. Esta encuesta proporciona información representativa a nivel nacional sobre aspectos sociodemográficos, condiciones de salud, estado nutricional y factores de riesgo en la población peruana.

Para el desarrollo del análisis, se seleccionaron variables vinculadas a la hipertensión arterial y sus posibles determinantes, incluyendo factores demográficos, ambientales, conductuales y clínicos. Asimismo, la altitud geográfica fue clasificada de acuerdo con la localización de las viviendas de los participantes, agrupándose en tres categorías: baja, media y alta.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Tabla 1. Características generales de los participantes ($n = 3099$)

Variable	Media (\pm DE)	Mínimo	Máximo
Edad (años)	40.96 (\pm 16.26)	18	97
Presión sistólica promedio (mmHg)	116.41 (\pm 17.33)	60	220
Presión diastólica promedio (mmHg)	74.18 (\pm 10.34)	40	142.5
Peso corporal (kg)	67.20 (\pm 14.02)	24.5	199.4
Estatura (cm)	157.05 (\pm 8.75)	119	198.5

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.

Interpretación:

La población presentó una edad promedio de 40,96 años, con amplia variabilidad. Los valores promedio de presión arterial se encontraron dentro de rangos normales, aunque con máximos elevados que evidencian presencia de casos hipertensos. Asimismo, se observaron valores antropométricos heterogéneos, lo que refleja diversidad en las características de la muestra. **(Tabla 1).**

Tabla 2. Distribución de las características sociodemográficas, conductuales, ambientales y clínicas de los participantes según nivel de altitud (n = 3099).

Variable	Categoría	Baja n (%)	Media n (%)	Alta n (%)
Sexo	Masculino	883 (60.7)	134 (9.2)	439 (30.2)
	Femenino	972 (59.2)	141 (8.6)	530 (32.3)
Tipo de seguro de salud	Privado/paraestatal	364 (62.7)	59 (10.2)	158 (27.2)
	Público (Estado)	1,320 (57.7)	194 (8.5)	772 (33.8)
	Sin seguro/desconoce	166 (74.1)	22 (9.8)	36 (16.1)
Nivel socioeconómico	Más pobre	517 (42.5)	112 (9.2)	587 (48.3)
	Pobre	495 (62.0)	75 (9.4)	229 (28.7)
	Medio	401 (79.3)	26 (5.1)	79 (15.6)
	Rico	276 (80.9)	29 (8.5)	36 (10.6)
Región natural	Más rico	166 (70.0)	33 (13.9)	38 (16.0)
	Lima	268 (100)	0 (0)	0 (0)
	Costa	753 (93.8)	44 (5.5)	6 (0.8)
	Sierra	62 (5.3)	157 (13.4)	949 (81.2)
Exposición a biomasa	Selva	772 (89.8)	74 (8.6)	14 (1.6)
	No expuesto	1,382 (71.1)	160 (8.2)	401 (20.6)
	Expuesto	332 (34.6)	99 (10.3)	529 (55.1)
Consumo de alcohol	No cocina	18 (90.0)	0 (0)	2 (10.0)
	Consume	652 (61.5)	83 (7.8)	326 (30.7)
Tabaquismo	Consume	628 (63.8)	97 (9.9)	259 (26.3)
	No fuma	117 (65.4)	21 (11.7)	41 (22.9)
Estilo de vida	Fuma	194 (58.1)	30 (9.0)	110 (32.9)
	No saludable	1,593 (60.1)	239 (9.0)	817 (30.8)
Cumplimiento del tratamiento	Saludable	11 (61.1)	3 (16.7)	4 (22.2)
	Sí	116 (74.8)	6 (3.9)	33 (21.3)
Índice de masa corporal (IMC)	No	23 (79.3)	2 (6.9)	4 (13.8)
	Bajo peso	57 (55.3)	13 (12.6)	33 (32.0)
	Normal	559 (51.4)	102 (9.4)	426 (39.2)
	Sobrepeso	697 (61.1)	116 (10.2)	327 (28.7)
	Obesidad I	432 (72.0)	40 (6.7)	128 (21.3)
	Obesidad II	74 (59.7)	4 (3.2)	46 (37.1)
Perímetro abdominal	Obesidad III	36 (80.0)	0 (0)	9 (20.0)
	Normal	672 (55.0)	124 (10.1)	427 (34.9)
	Elevado	388 (59.8)	53 (8.2)	208 (32.1)
Comorbilidades	Muy elevado	795 (64.8)	98 (8.0)	334 (27.2)
	Sí	106 (79.7)	16 (12.0)	11 (8.3)
	No	1,749 (59.0)	259 (8.7)	958 (32.3)

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.

Interpretación:

La distribución de los participantes muestra un predominio de residencia en zonas de baja altitud en la mayoría de variables, con proporciones cercanas al 60 %. En contraste, la altitud elevada se concentra principalmente en la región sierra (81,2 %) y en los niveles socioeconómicos más bajos, donde el grupo más pobre alcanza un 48,3 % en zonas de gran altitud.

La exposición a biomasa presenta una diferencia marcada según altitud, siendo más frecuente en zonas altas (55,1 %) en comparación con zonas bajas (34,6 %), lo que evidencia un patrón ambiental diferenciado. Por otro lado, las variables conductuales como consumo de alcohol y tabaquismo no muestran variaciones sustanciales entre niveles altitudinales, manteniendo proporciones relativamente homogéneas.

En relación con los indicadores clínicos, el sobrepeso (61,1 %) y la obesidad tipo I (72,0 %) son más prevalentes en zonas de baja altitud, mientras que en altitudes elevadas se observa una mayor proporción de individuos con IMC normal (39,2 %) y bajo peso (32,0 %). Asimismo, el perímetro abdominal elevado y muy elevado también es más frecuente en zonas bajas.

Finalmente, la mayoría de los participantes no presenta comorbilidades (59,0 % en baja altitud y 32,3 % en alta), mientras que la presencia de estas condiciones es más frecuente en zonas de baja altitud (79,7 %). En conjunto, estos hallazgos evidencian diferencias relevantes en la distribución de factores sociodemográficos, ambientales y clínicos según el nivel de altitud (**Tabla 2**).

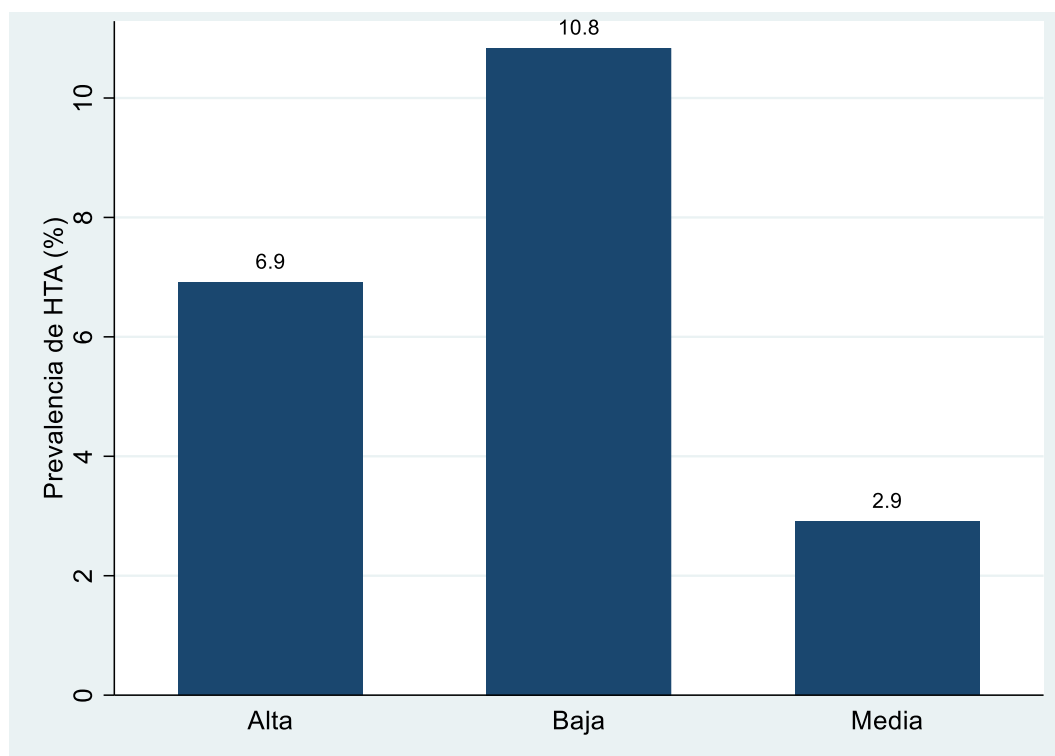
4.3. Prueba de hipótesis

Tabla 3. Prevalencia de hipertensión arterial en la población estudiada según nivel de altitud (n = 3099).

Nivel de altitud	HTA Sí n (%)	HTA No n (%)	Total	Prevalencia % (IC95%)
Baja	201 (10.8)	1,654 (89.2)	1,855	10.8 (9.5 – 12.3)
Media	8 (2.9)	267 (97.1)	275	2.9 (1.5 – 5.7)
Alta	67 (6.9)	902 (93.1)	969	6.9 (5.5 – 8.7)
Total	276 (8.9)	2,823 (91.1)	3,099	8.9 (7.9 – 10.0)

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.

Figura 1. Distribución de la prevalencia de hipertensión arterial según nivel de altitud.



Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.

Interpretación:

La prevalencia global de hipertensión arterial fue de 8,9 % (IC95%: 7,9–10,0). Al estratificar por altitud, se observó una mayor prevalencia en zonas de baja altitud (10,8 %; IC95%: 9,5–12,3), seguida de las zonas de alta altitud (6,9 %; IC95%: 5,5–8,7), mientras que la menor prevalencia se registró en altitudes medias (2,9 %; IC95%: 1,5–5,7).

Estos resultados evidencian un gradiente altitudinal inverso, con una tendencia a menor prevalencia de hipertensión arterial a medida que aumenta la altitud, especialmente en niveles intermedios (**Tabla 3**).

Tabla 4. Factores asociados a hipertensión arterial según nivel de altitud en la población peruana (ENDES 2024, n = 3099).

Variable	Categoría / Referencia	Baja altitud RP (IC95%)	p	Altitud media RP (IC95%)	p	Alta altitud RP (IC95%)	p
Factores demográficos							
Sexo	Femenino (Ref: Masculino)	1.00 (0.99–1.02)	0.879	1.01 (0.99–1.03)	0.420	1.00 (0.98–1.01)	0.577
Edad (continua)	—	0.99 (0.99–0.99)	<0.001	0.99 (0.99–1.00)	0.084	0.99 (0.99–0.99)	<0.001
Seguro de salud	Estado (Ref: Privado)	1.01 (0.99–1.04)	0.201	1.01 (0.98–1.03)	0.631	0.99 (0.97–1.01)	0.233
	Ninguno/ Desconocido	1.00 (0.96–1.03)	0.824	1.03 (1.00–1.06)	0.039	0.98 (0.93–1.02)	0.322
Nivel socioeconómico	Pobre (Ref: Más pobre)	0.97 (0.96–0.99)	0.009	1.01 (0.98–1.04)	0.618	1.01 (0.99–1.03)	0.136
	Medio	0.93 (0.91–0.95)	<0.001	1.02 (1.00–1.04)	0.029	1.03 (1.01–1.05)	0.001
	Rico	0.96 (0.93–0.98)	0.002	1.02 (1.00–1.04)	0.083	1.03 (1.02–1.05)	<0.001
	Más rico	0.96 (0.93–0.99)	0.016	1.04 (1.00–1.07)	0.049	1.04 (1.02–1.06)	<0.001
Región natural	Costa (Ref: Lima)	0.98 (0.96–1.00)	0.029	—	—	—	—
	Sierra	0.97 (0.94–1.01)	0.136	0.98 (0.95–1.02)	0.345	1.15 (0.93–1.42)	0.196
	Selva	0.96 (0.93–0.98)	0.001	1.01 (0.98–1.03)	0.361	1.18 (0.95–1.47)	0.119
Factores ambientales							
Exposición a biomasa	Sí (Ref: No)	1.01 (0.99–1.03)	0.336	1.00 (0.98–1.02)	0.966	0.99 (0.97–1.01)	0.202
Tipo de cocina	No cocina	1.00 (0.92–1.08)	0.926	—	—	1.03 (1.02–1.04)	<0.001
Factores conductuales							
Consumo de alcohol	Sí (Ref: No)	1.01 (0.99–1.03)	0.336	—	—	0.98 (0.96–1.00)	0.045
Tabaquismo	Fumador (Ref: No)	1.03 (1.00–1.06)	0.077	—	—	0.98 (0.96–1.00)	0.046
Estilo de vida	Adecuado (Ref: Inadecuado)	0.95 (0.92–0.99)	0.011	—	—	1.01 (0.99–1.02)	0.055
Factores clínicos							
IMC	Normal (Ref: Obesidad III)	0.98 (0.97–1.06)	0.419	0.99 (0.98–1.00)	0.116	0.98 (0.96–0.99)	0.014
	Sobrepeso	1.02 (0.98–1.06)	0.389	0.99 (0.98–1.01)	0.268	0.95 (0.93–0.97)	<0.001
	Obesidad I	1.03 (0.99–1.08)	0.156	0.99 (0.95–1.03)	0.477	0.95 (0.91–0.98)	0.001

	Obesidad II	0.96 (0.89–1.03)	0.241	0.997 (0.99–1.01)	0.677	0.95 (0.90–1.00)	0.059
Perímetro abdominal	No normal (Ref: Normal)	0.97 (0.94–0.99)	0.002	1.02 (0.99–1.03)	0.095	0.98 (0.96–1.01)	0.153
	Riesgo elevado	0.96 (0.93–0.98)	<0.001	1.01 (0.98–1.03)	0.675	0.99 (0.96–1.01)	0.383
Comorbilidades	Sí (Ref: No)	1.14 (1.08–1.20)	<0.001	1.13 (1.00–1.28)	0.049	1.05 (0.94–1.08)	0.408

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.

Interpretación:

Baja altitud: En este grupo, la edad mostró una asociación significativa e inversa con la hipertensión arterial (RP=0.99; $p<0.001$). En cuanto al nivel socioeconómico, pertenecer a categorías superiores (pobre, medio, rico y más rico) se asoció con menor prevalencia de HTA en comparación con el grupo más pobre ($p<0.05$). Asimismo, residir en la selva se relacionó con una menor prevalencia (RP=0.96; $p=0.001$). Entre los factores conductuales, un estilo de vida adecuado evidenció un efecto protector (RP=0.95; $p=0.011$). Respecto a los factores clínicos, tanto un perímetro abdominal no normal como elevado se asociaron con menor prevalencia de HTA ($p<0.01$), mientras que la presencia de comorbilidades incrementó significativamente la prevalencia de hipertensión (RP=1.14; $p<0.001$). No se observaron asociaciones significativas con sexo, consumo de alcohol, tabaquismo ni exposición a biomasa.

Altitud media: En este estrato, los factores asociados fueron más limitados. La edad no mostró asociación significativa ($p=0.084$). En el ámbito sociodemográfico, no contar con seguro de salud se asoció con mayor prevalencia de HTA (RP=1.03; $p=0.039$). Asimismo, los niveles socioeconómicos medio y más rico evidenciaron una ligera mayor prevalencia en comparación con el grupo más pobre ($p<0.05$). En cuanto a los factores clínicos, únicamente la presencia de comorbilidades mostró asociación significativa (RP=1.13; $p=0.049$). No se evidenciaron asociaciones relevantes con factores conductuales, ambientales ni antropométricos.

Alta altitud: En zonas de mayor altitud, la edad nuevamente mostró una asociación significativa inversa con la HTA (RP=0.99; $p<0.001$). A nivel socioeconómico, los grupos medio, rico y más rico presentaron mayor prevalencia de hipertensión en comparación con el grupo más pobre ($p\leq 0.001$). En relación con factores conductuales, el consumo de alcohol (RP=0.98; $p=0.045$) y el tabaquismo (RP=0.98; $p=0.046$) mostraron asociaciones significativas, aunque con un efecto leve. En el ámbito ambiental, el no uso de cocina se asoció con mayor prevalencia (RP=1.03; $p<0.001$). Respecto a los factores clínicos, un IMC normal, sobrepeso y obesidad I se asociaron con menor prevalencia de HTA en comparación con obesidad grado III ($p<0.05$). No se evidenció asociación significativa con comorbilidades ni perímetro abdominal (**Tabla 4**).

4.4. Discusión de resultados

La hipertensión arterial representa uno de los principales problemas de salud pública tanto en el Perú como a nivel global, debido a su papel como factor de riesgo clave para enfermedades cardiovasculares, renales y cerebrovasculares. En el presente estudio se analizaron los factores asociados a la hipertensión en poblaciones distribuidas en distintos niveles de altitud, considerando variables demográficas, ambientales, conductuales y clínicas. Los hallazgos evidenciaron patrones diferenciados según el contexto geográfico y social, lo cual resulta fundamental para orientar intervenciones específicas de prevención y control en poblaciones con características heterogéneas.

En relación con los factores demográficos, se observó una mayor prevalencia de hipertensión en hombres, adultos mayores y personas con menor nivel educativo. Estos resultados son consistentes con lo reportado en estudios previos realizados en el Perú, como el de Hernández-Vásquez et al. (2023), quienes identificaron una mayor frecuencia en varones (21,6%) y en adultos mayores de 60 años (35,3%) (16). De igual forma, Marín-Baldoceda (2024) evidenció que el subdiagnóstico de hipertensión era más frecuente en hombres y en individuos con menor nivel educativo (4). Estas

diferencias podrían explicarse por factores biológicos y hormonales, considerando que la testosterona se ha relacionado con niveles más elevados de presión arterial, mientras que los estrógenos ejercen un efecto protector en mujeres premenopáusicas. Asimismo, el envejecimiento se asocia con mayor rigidez arterial y deterioro progresivo de la función renal, lo que incrementa el riesgo de desarrollar hipertensión (46).

Respecto a los factores ambientales, la exposición a biomasa y la residencia en áreas rurales mostraron asociación con la hipertensión arterial. Estos resultados coinciden con lo descrito por Marín-Baldoceda (2024), quien reportó una mayor probabilidad de hipertensión no diagnosticada en individuos expuestos a biomasa (4). De manera similar, Hernández-Vásquez (2023) identificó una mayor concentración de casos en regiones costeras del país, como Tumbes y Piura (16). Este comportamiento podría atribuirse a la exposición crónica a contaminantes derivados de la combustión de biomasa, los cuales generan estrés oxidativo, inflamación sistémica y disfunción endotelial, procesos que favorecen el incremento de la presión arterial. A nivel internacional, la evidencia respalda esta relación: Liu et al. (2025) demostraron que el uso de combustibles sólidos en el hogar se asocia con niveles más elevados de presión arterial debido a la exposición a material particulado fino (47). Asimismo, Kanagasabai et al. (2021) reportaron que la inhalación prolongada de humo doméstico contribuye a la rigidez arterial y a un estado inflamatorio crónico (48). Adicionalmente, las zonas rurales suelen presentar limitaciones estructurales, como menor acceso a servicios de salud, retraso en el diagnóstico, escasa disponibilidad de equipos para medición y menor educación en salud. Estas condiciones incrementan la vulnerabilidad de la población y han sido ampliamente documentadas en estudios tanto nacionales como internacionales. En países andinos, se ha observado que la exposición a biomasa en ambientes cerrados y con ventilación deficiente incrementa la carga de enfermedad cardiovascular, lo que refuerza su papel como determinante ambiental y social de la hipertensión.

En cuanto a los factores conductuales, tanto el consumo de alcohol como el tabaquismo se asociaron con la presencia de hipertensión. Estos hallazgos son concordantes con lo reportado por Díaz-Lazo (2025), quien identificó al alcohol como un factor de riesgo relevante (6), así como con Tello Merino (2023), quien evidenció una asociación entre tabaquismo e hipertensión en población peruana (49). Desde el punto de vista fisiológico, el alcohol incrementa la actividad del sistema nervioso simpático y la liberación de renina, lo que eleva la presión arterial, mientras que el tabaco induce vasoconstricción y daño endotelial. A nivel internacional, metaanálisis de cohortes han demostrado una relación dosis-respuesta entre el consumo de alcohol y el incremento de la presión arterial, especialmente en consumidores moderados y altos (50),(51). En conjunto, estos factores actúan de manera sinérgica, promoviendo inflamación y alteraciones vasculares que favorecen el desarrollo de hipertensión (52).

En relación con los factores clínicos, la obesidad y la diabetes mellitus mostraron una asociación significativa con la hipertensión arterial. Estos resultados coinciden con estudios nacionales que reconocen a la obesidad como un determinante importante de hipertensión (8), así como con lo reportado por Marín-Baldoceda (2024), quien encontró que la diabetes se relaciona con una menor probabilidad de hipertensión no diagnosticada, probablemente debido a un mayor contacto con los servicios de salud (4). Desde el enfoque fisiopatológico, la obesidad incrementa el volumen circulante, activa el sistema renina-angiotensina-aldosterona y aumenta la resistencia vascular periférica, mientras que la diabetes favorece la disfunción endotelial, el estrés oxidativo y la rigidez arterial (53). La coexistencia de ambas condiciones configura un perfil metabólico de alto riesgo cardiovascular. Estudios experimentales han demostrado que la adiposidad visceral promueve la liberación de citocinas proinflamatorias como TNF- α e IL-6, las cuales alteran la función vascular. Asimismo, en la diabetes, la hiperglucemia crónica disminuye la biodisponibilidad de óxido nítrico y acelera el daño vascular, facilitando el desarrollo de hipertensión incluso

en etapas tempranas (1). Estos mecanismos refuerzan la importancia de intervenir sobre estas comorbilidades para reducir el riesgo cardiovascular (54).

En conjunto, los resultados del estudio confirman que la hipertensión arterial en el Perú responde a un fenómeno multifactorial en el que interactúan determinantes biológicos, conductuales, ambientales y sociales. La asociación con variables como sexo, edad, nivel educativo, exposición a biomasa, consumo de alcohol, tabaquismo, obesidad y diabetes evidencia la complejidad del riesgo cardiovascular en diferentes contextos. Asimismo, la altitud se posiciona como un factor relevante que modula la distribución de la enfermedad, probablemente a través de mecanismos fisiológicos relacionados con la hipoxia crónica. A pesar de las limitaciones inherentes al diseño transversal, los hallazgos fueron consistentes con la evidencia disponible y aportan información valiosa para el diseño de estrategias integrales de prevención. En este sentido, resulta necesario fortalecer políticas de salud orientadas a la detección temprana, el control de factores de riesgo y la reducción de exposiciones ambientales perjudiciales, especialmente en poblaciones vulnerables. La comprensión de estos determinantes permitirá desarrollar intervenciones más efectivas y adaptadas a la realidad peruana.

Limitaciones del estudio

El estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, al tratarse de un análisis secundario basado en la ENDES 2024, se dependió de la información previamente recolectada, lo que limitó la inclusión de variables relevantes no disponibles, como el consumo de sal, la adherencia al tratamiento antihipertensivo o ciertos biomarcadores cardiometabólicos. Asimismo, el diseño transversal impide establecer relaciones de causalidad, permitiendo únicamente identificar asociaciones entre las variables estudiadas.

Por otro lado, la existencia de datos faltantes en algunas variables, principalmente antropométricas y de presión arterial, redujo el tamaño final de la muestra analizada; sin embargo, este proceso de depuración permitió asegurar la

calidad de la información utilizada. Adicionalmente, la medición de la presión arterial se realizó en una única visita, lo cual podría generar cierto sesgo de medición en comparación con evaluaciones clínicas que incluyen múltiples mediciones en distintos momentos. Finalmente, aunque se emplearon ponderadores y se ajustó el análisis al diseño complejo de la encuesta, no se descarta la presencia de factores residuales no medidos que puedan haber influido en las asociaciones observadas entre altitud e hipertensión arterial.

CONCLUSIONES

1. La prevalencia de hipertensión arterial presentó variaciones según el nivel de altitud, observándose una mayor frecuencia en zonas de baja altitud (10.8%), lo que podría estar relacionado con factores ambientales y patrones de vida propios de contextos más urbanizados.
2. La edad, la presencia de diabetes mellitus y los indicadores de adiposidad, como el índice de masa corporal y el perímetro abdominal, mostraron una asociación directa con la hipertensión, evidenciando su relevancia como determinantes clínicos.
3. La exposición a biomasa y las diferencias entre regiones naturales sugieren que los factores ambientales desempeñan un papel importante en la modulación del riesgo de hipertensión arterial.
4. Los factores conductuales, incluyendo el consumo de tabaco, la ingesta de alcohol y el estilo de vida, mostraron asociaciones variables según la altitud, lo que refleja una interacción entre los hábitos individuales y el entorno geográfico.
5. Las variables sociodemográficas y el nivel socioeconómico influyeron en la distribución de la hipertensión, destacando la necesidad de intervenciones diferenciadas según las características poblacionales y regionales.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar e implementar estrategias de tamizaje oportuno para hipertensión arterial, priorizando poblaciones residentes en zonas de baja altitud y grupos con mayor vulnerabilidad, como adultos mayores, personas con comorbilidades y niveles socioeconómicos desfavorables.
2. Fomentar la adopción de estilos de vida saludables, promoviendo la actividad física regular, una alimentación equilibrada y la reducción del consumo de tabaco y alcohol, considerando las particularidades culturales y geográficas de cada región.
3. Disminuir la exposición a humo de biomasa mediante la promoción de tecnologías de cocción más limpias y mejoras en la ventilación de los hogares, especialmente en áreas donde este factor se asocia con mayor riesgo de hipertensión.
4. Incorporar el manejo integral de comorbilidades, como diabetes mellitus y obesidad, dentro de los programas de prevención y control de la hipertensión en el primer nivel de atención.
5. Reforzar los sistemas de vigilancia epidemiológica e impulsar estudios longitudinales que permitan evaluar la evolución de la hipertensión y la interacción de factores clínicos, conductuales y ambientales en función de la altitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El Meouchy P, Wahoud M, Allam S, Chedid R, Karam W, Karam S. Hypertension Related to Obesity: Pathogenesis, Characteristics and Factors for Control. *Int J Mol Sci.* enero de 2022;23(20):12305. doi:10.3390/ijms232012305
2. Prajapati D, Poudel P, Hirachan A, Sherpa K, Sharma B, Karki D, et al. Prevalence and determinants of Systemic Hypertension in Inhabitants of high altitude of Nepal. *Asian J Med Sci.* 1 de mayo de 2020;11(3):12-6. doi:10.3126/ajms.v11i3.27064
3. Mendoza-Quispe D, Chambergo-Michilot D, Moscoso-Porras M, Bernabe-Ortiz A. Hypertension prevalence by degrees of urbanization and altitude in Peru: pooled analysis of 186906 participants. *J Hypertens.* 1 de julio de 2023;41(7):1142-51. doi:10.1097/HJH.0000000000003444 PubMed PMID: 37071440.
4. Marin Baldoceca KL. Factores asociados a la hipertensión arterial no diagnosticada en población peruana mayor o igual a 40 años. Estudio poblacional peruano (ENDES 2020-2021) [Internet]. 2024 [citado 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/7632>
5. Ortiz-Saavedra B, Montes-Madariaga ES, Moreno-Loaiza O, Toro-Huamanchumo CJ. Hypertension subtypes at high altitude in Peru: Analysis of the Demographic and Family Health Survey 2016-2019. *PloS One.* 2024;19(4):e0300457. doi:10.1371/journal.pone.0300457 PubMed PMID: 38608222; PubMed Central PMCID: PMC11014732.
6. Diaz-Lazo A, Diaz-Meyzan L, Alanya-Hilario M. Prevalencia y factores asociados a hipertensión arterial en pobladores que viven en altitud. *Rev Cuerpo Méd Hosp Nac Almanzor Aguinaga Asenjo.* 24 de agosto de 2025;18(2). doi:10.35434/rcmhnaaa.2025.182.2525
7. Weschenfelder Magrini D, Gue Martini J. Hipertensión arterial: principales factores de riesgo modificables en la estrategia salud de la familia. *Enferm Glob.* abril de 2012;11(26):344-53. doi:10.4321/S1695-61412012000200022
8. Ruiz-Alejos A, Carrillo-Larco RM, Bernabé-Ortiz A, Ruiz-Alejos A, Carrillo-Larco RM,

- Bernabé-Ortiz A. Prevalencia e incidencia de hipertensión arterial en Perú: revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. octubre de 2021;38(4):521-9. doi:10.17843/rpmesp.2021.384.8502
9. World Bank Blogs [Internet]. [citado 15 de enero de 2025]. Peru: Visions of development at 4,000 meters above sea level. Disponible en: <https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/peru-visions-development-4000-meters-above-sea-level>
 10. Lang M, Bilo G, Caravita S, Parati G. Blood pressure and high altitude: physiological response and clinical management. *Medwave*. 27 de mayo de 2021;21(04):e8194-e8194. doi:10.5867/medwave.2021.04.8194
 11. Romero Giraldo M, Avendaño-Olivares J, Vargas-Fernández R, Runzer-Colmenares FM. Diferencias según sexo en los factores asociados a hipertensión arterial en el Perú: Análisis de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2017. *An Fac Med*. 31 de marzo de 2020;81(1). doi:10.15381/anales.v81i1.16724
 12. Régulo Agusti C. Epidemiología de la Hipertensión Arterial en el Perú. *Acta Médica Peru*. 2006;23(2):69-75.
 13. Hansen AB, Morales G, Amin SB, Simpson LL, Hofstaetter F, Anholm JD, et al. Global REACH 2018: the adaptive phenotype to life with chronic mountain sickness and polycythaemia. *J Physiol*. 2021;599(17):4021-44. doi:10.1113/JP281730
 14. Bhuiyan MA, Galdes N, Cuschieri S, Hu P. A comparative systematic review of risk factors, prevalence, and challenges contributing to non-communicable diseases in South Asia, Africa, and Caribbeans. *J Health Popul Nutr*. 9 de septiembre de 2024;43(1):140. doi:10.1186/s41043-024-00607-2
 15. Enfermedades no transmisibles [Internet]. [citado 20 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
 16. Hernández-Vásquez A, Carrillo Morote BN, Azurin Gonzales V del C, Turpo Cayo EY, Azañedo D. Análisis espacial de la hipertensión arterial en adultos peruanos, 2022. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc*. 2023;4(2):48-54. doi:10.47487/apcyccv.v4i2.296 PubMed

PMID: 37780947; PubMed Central PMCID: PMC10538923.

17. Vidalón Fernández A. Hipertensión Arterial: una introducción general. *Acta Médica Peru.* mayo de 2006;23(2):67-8.
18. Vega LS, Ruiz Mori CE, Fuentes Neira WL, Vega LS, Ruiz Mori CE, Fuentes Neira WL. Presión arterial sistémica en las poblaciones peruanas de la altura. *Rev Peru Ginecol Obstet.* octubre de 2021;67(4). doi:10.31403/rpgo.v67i2379
19. Yin R, Wu Y, Li M, Liu C, Pu X, Yi W. Association between high-altitude polycythemia and hypertension: a cross-sectional study in adults at Tibetan ultrahigh altitudes. *J Hum Hypertens.* julio de 2024;38(7):555-60. doi:10.1038/s41371-024-00916-3
20. Zila-Velasque JP, Soriano-Moreno DR, Medina-Ramirez SA, Ccami-Bernal F, Castro-Diaz SD, Cortez-Soto AG, et al. Prevalence of hypertension in adults living at altitude in Latin America and the Caribbean: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE.* 12 de octubre de 2023;18(10):e0292111. doi:10.1371/journal.pone.0292111 PubMed PMID: 37824544; PubMed Central PMCID: PMC10569637.
21. Zhang X, Zhang Z, Ye R, Meng Q, Chen X. Prevalence of hypertension and its relationship with altitude in highland areas: a systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res.* agosto de 2022;45(8):1225-39. doi:10.1038/s41440-022-00955-8
22. Solis Bautista AL. Factores asociados a la adherencia al tratamiento en adultos con hipertensión arterial en el Hospital Dr. Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco 2023. *Univ Nac Daniel Alcides Carrión [Internet].* 14 de diciembre de 2023 [citado 13 de enero de 2025]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3720>
23. Iqbal AM, Jamal SF. Essential Hypertension. En: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 15 de enero de 2025].* Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539859/> PubMed PMID: 30969681.
24. Rajkumar E, Romate J. Behavioural Risk Factors, Hypertension Knowledge, and Hypertension in Rural India. *Int J Hypertens.* 9 de marzo de 2020;2020:8108202. doi:10.1155/2020/8108202 PubMed PMID: 32231796; PubMed Central PMCID: PMC7085393.

25. Grocott M, Montgomery H, Vercueil A. High-altitude physiology and pathophysiology: implications and relevance for intensive care medicine. *Crit Care*. 2007;11(1):203. doi:10.1186/cc5142 PubMed PMID: 17291330; PubMed Central PMCID: PMC2151873.
26. Imray C, Booth A, Wright A, Bradwell A. Acute altitude illnesses [Internet]. 15 de agosto de 2011. doi:10.1136/bmj.d4943
27. Williams AM, Levine BD, Stembridge M. A change of heart: Mechanisms of cardiac adaptation to acute and chronic hypoxia. *J Physiol*. septiembre de 2022;600(18):4089-104. doi:10.1113/JP281724 PubMed PMID: 35930370; PubMed Central PMCID: PMC9544656.
28. Bartscher M, Gatterer H, Bartscher J, Mairböurl H. Extreme Terrestrial Environments: Life in Thermal Stress and Hypoxia. A Narrative Review. *Front Physiol*. 16 de mayo de 2018;9:572. doi:10.3389/fphys.2018.00572 PubMed PMID: 29867589; PubMed Central PMCID: PMC5964295.
29. Waypa GB, Schumacker PT. HYPOXIA-INDUCED CHANGES IN PULMONARY AND SYSTEMIC VASCULAR RESISTANCE: WHERE IS THE O₂ SENSOR? *Respir Physiol Neurobiol*. 31 de diciembre de 2010;174(3):201-11. doi:10.1016/j.resp.2010.08.007 PubMed PMID: 20713189; PubMed Central PMCID: PMC2991475.
30. D'Alessandro A, Nemkov T, Sun K, Liu H, Song A, Monte AA, et al. AltitudeOmics: Red Blood Cell metabolic adaptation to high altitude hypoxia. *J Proteome Res*. 7 de octubre de 2016;15(10):3883-95. doi:10.1021/acs.jproteome.6b00733 PubMed PMID: 27646145; PubMed Central PMCID: PMC5512539.
31. Kim GH. Primary Role of the Kidney in Pathogenesis of Hypertension. *Life*. 14 de enero de 2024;14(1):119. doi:10.3390/life14010119 PubMed PMID: 38255734; PubMed Central PMCID: PMC10817438.
32. West J, Schoene R, Luks A, Milledge J. *High Altitude Medicine and Physiology* 5E. 5.^a ed. London: CRC Press; 2012. 584 p. doi:10.1201/b13633
33. Hackett PH, Roach RC. High-Altitude Illness. *N Engl J Med*. 12 de julio de 2001;345(2):107-14. doi:10.1056/NEJM200107123450206

34. ATLAS.ti [Internet]. [citado 15 de enero de 2025]. Datos primarios frente a datos secundarios: Distinciones clave y usos. Disponible en: <https://atlasti.com/es/research-hub/datos-primarios-secundarios>
35. Hipertensión - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. 2024 [citado 15 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/hipertension>
36. Altitud - Concepto, medición, clima y diferencia con latitud. <https://concepto.de/> [Internet]. [citado 15 de enero de 2025]. Disponible en: <https://concepto.de/altitud/>
37. Pampel FC, Krueger PM, Denney JT. Socioeconomic Disparities in Health Behaviors. *Annu Rev Sociol.* agosto de 2010;36:349-70. doi:10.1146/annurev.soc.012809.102529 PubMed PMID: 21909182; PubMed Central PMCID: PMC3169799.
38. van den Bosch M. Urban green spaces and health - a review of evidence. 2016.
39. Spring B, Howe D, Berendsen M, McFadden HG, Hitchcock K, Rademaker AW, et al. Behavioral intervention to promote smoking cessation and prevent weight gain: a systematic review and meta-analysis. *Addict Abingdon Engl.* septiembre de 2009;104(9):1472-86. doi:10.1111/j.1360-0443.2009.02610.x PubMed PMID: 19549058; PubMed Central PMCID: PMC2728794.
40. Qaseem A, Harrod CS, Crandall CJ, Wilt TJ, Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians, Balk EM, et al. Screening for Colorectal Cancer in Asymptomatic Average-Risk Adults: A Guidance Statement From the American College of Physicians (Version 2). *Ann Intern Med.* agosto de 2023;176(8):1092-100. doi:10.7326/M23-0779 PubMed PMID: 37523709.
41. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2024. Informe Nacional [Internet]. Lima: INEI; 2024 [citado 15 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://proyectos.inei.gob.pe/microdatos/>
42. Rojas JAH, Noa LLT, Flores WAM. Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas. *Horiz Cienc.* 2022;12(23):27-47.
43. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación [Internet]. McGraw Hill España; 2014 [citado 4 de junio de 2025]. Disponible

en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>

44. Tamayo MT y. El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa; 2001. 444 p.
45. Rodríguez Jiménez A, Pérez Jacinto O. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento [Internet]. 2017 [citado 20 de noviembre de 2024]. Disponible en: <https://journal.universidadean.edu.co/>
46. Boese AC, Kim SC, Yin KJ, Lee JP, Hamblin MH. Sex differences in vascular physiology and pathophysiology: estrogen and androgen signaling in health and disease. *Am J Physiol - Heart Circ Physiol*. 1 de septiembre de 2017;313(3):H524-45. doi:10.1152/ajpheart.00217.2016 PubMed PMID: 28626075; PubMed Central PMCID: PMC5625178.
47. Liu M, Xu H, Gu Y, Zhu J, Zhang H, Lu H, et al. Impacts of Household Solid Fuel Combustion on Blood Pressure: Mechanisms and Implications. *Environ Health*. 22 de enero de 2025;3(5):458-68. doi:10.1021/envhealth.4c00182 PubMed PMID: 40400548; PubMed Central PMCID: PMC12090016.
48. Kanagasabai T, Xie W, Yan L, Zhao L, Carter E, Guo D, et al. Household Air Pollution and Blood Pressure, Vascular Damage, and Subclinical Indicators of Cardiovascular Disease in Older Chinese Adults. *Am J Hypertens*. 10 de septiembre de 2021;35(2):121-31. doi:10.1093/ajh/hpab141 PubMed PMID: 34505873; PubMed Central PMCID: PMC8807175.
49. Tello Merino AA. Factores de riesgo asociados a hipertensión arterial en pacientes adultos atendidos en el Centro de Salud San Sebastián del Cercado de Lima durante el 2022. *Univ Nac Federico Villarreal* [Internet]. 2023 [citado 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7064>
50. Roerecke M, Kaczorowski J, Tobe SW, Gmel G, Hasan OSM, Rehm J. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health*. febrero de 2017;2(2):e108-20. doi:10.1016/S2468-2667(17)30003-8 PubMed PMID: 29253389; PubMed Central PMCID: PMC6118407.
51. May 10 LR, 2024. www.heart.org [Internet]. [citado 6 de diciembre de 2025]. Smoking and

High Blood Pressure. Disponible en: <https://www.heart.org/en/health-topics/high-blood-pressure/changes-you-can-make-to-manage-high-blood-pressure/smoking-high-blood-pressure-and-your-health>

52. Gao N, Liu T, Wang Y, Chen M, Yu L, Fu C, et al. Assessing the association between smoking and hypertension: Smoking status, type of tobacco products, and interaction with alcohol consumption. *Front Cardiovasc Med.* 2023;10:1027988. doi:10.3389/fcvm.2023.1027988 PubMed PMID: 36844742; PubMed Central PMCID: PMC9947503.
53. Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, Wang Z, Hall ME. Obesity-Induced Hypertension. *Circ Res.* 13 de marzo de 2015;116(6):991-1006. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.305697
54. Petrie JR, Guzik TJ, Touyz RM. Diabetes, Hypertension, and Cardiovascular Disease: Clinical Insights and Vascular Mechanisms. *Can J Cardiol.* mayo de 2018;34(5):575-84. doi:10.1016/j.cjca.2017.12.005 PubMed PMID: 29459239; PubMed Central PMCID: PMC5953551.

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de recolección de datos

I. Datos Generales del Participante

Código del participante: _____

Edad (en años): _____

Sexo biológico:

Masculino

Femenino

Región de residencia:

Costa

Sierra

Selva

Altitud del lugar de residencia:

Baja (≤ 1500 msnm)

Media (1501–2500 msnm)

Alta (> 2500 msnm)

Nivel socioeconómico (según quintil de riqueza):

Muy bajo

Bajo

Medio

Alto

Muy alto

Tipo de seguro de salud:

SIS

ESSALUD

Privado

Ninguno

Otro: _____

II. Comportamiento y Estilo de Vida

¿Ha consumido bebidas alcohólicas en los últimos 30 días?

Sí

No

¿Fuma actualmente cigarrillos u otros productos de tabaco?

Sí

No

Nivel de actividad física semanal:

Sedentario (0 días)

Moderado (1–2 días/semana)

Activo (3 o más días/semana)

¿Cuántas porciones de frutas y verduras consume al día?

0

1–2

3–4

5 o más

En caso de tener hipertensión, ¿cumple regularmente con su tratamiento médico?

Sí (Adherente)

No (No adherente)

No aplica (No hipertenso)

III. Condiciones del Hogar

¿En su vivienda se utiliza leña, carbón o biomasa para cocinar?

Sí

No

IV. Datos Clínicos (autorreportados o medidos)

Peso (kg): _____

Talla (m): _____

Índice de Masa Corporal (IMC): _____ (se calcula como $\text{Peso} / \text{Talla}^2$)

Circunferencia abdominal (cm): _____

¿Presenta alguna de estas enfermedades?

Diabetes mellitus

Otra: _____

Ninguna

V. Diagnóstico de Hipertensión Arterial

¿Alguna vez le han diagnosticado hipertensión arterial?

Sí

No

Medición reciente de presión arterial (si está disponible):

Presión sistólica: _____ mmHg

Presión diastólica: _____ mmHg

Fuente: elaboración propia con base en los diccionarios y módulos de la Encuesta

Demográfica y de Salud Familiar (ENDES 2024)

Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población, muestra y muestreo	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Plan de análisis de datos
<p>Problema general: ¿Cuáles son los factores asociados a la hipertensión arterial en adultos peruanos según niveles de altitud, utilizando datos de ENDES 2024?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Qué factores sociodemográficos se asocian a hipertensión arterial? ¿Qué factores conductuales y ambientales se asocian a hipertensión arterial? ¿Cómo se comporta la prevalencia de hipertensión 	<p>Objetivo general: Determinar los factores asociados a la hipertensión arterial en adultos peruanos según niveles de altitud, ENDES 2024.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identificar la asociación entre factores sociodemográficos e hipertensión arterial. Evaluar la asociación entre factores conductuales/ambientales e hipertensión arterial. Estimar la prevalencia de hipertensión arterial según niveles de altitud. Determinar la asociación entre factores clínicos e hipertensión según altitud. 	<p>Hipótesis general: Existen factores sociodemográficos, conductuales, clínicos y ambientales que se asocian significativamente a la hipertensión arterial en adultos peruanos, y estas asociaciones varían según el nivel de altitud.</p>	<p>Variable dependiente: • Hipertensión arterial (sí/no).</p> <p>Variables independientes: Sociodemográficas: edad, sexo, educación, región natural, área rural/urbana, quintil de riqueza. Conductuales: consumo de alcohol, tabaquismo. Ambientales: exposición a biomasa. Clínicas: IMC, obesidad, diabetes mellitus, obesidad central, estado nutricional. Altitud: baja (<1500 m), moderada (1500–2499 m), alta (≥2500 m).</p>	<p>Tipo de estudio: Observacional, transversal, analítico.</p> <p>Diseño: Estudio transversal analítico utilizando datos secundarios de la ENDES 2024.</p> <p>Análisis con ponderadores: Sí, se aplicaron factores de expansión y diseño complejo (svy).</p>	<p>Población: Adultos de 18 años o más incluidos en ENDES 2024.</p> <p>Muestra: 3099 adultos con información completa en variables de interés (selección final tras depuración).</p> <p>Muestreo: Probabilístico, estratificado, bietápica, con ponderación (diseño ENDES).</p> <p>Criterios de inclusión: Adultos ≥18 años con</p>	<p>Técnica: Revisión de bases de datos públicas (ENDES 2024).</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Base de datos del INEI (módulos salud, hogar, individual). Ficha técnica del INEI para medición de presión arterial. Cuestionarios estandarizados ENDES. <p>Procedimiento: descarga, depuración, codificación, recategorización y análisis de variables.</p>	<p>Análisis descriptivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Frecuencias, proporciones, medias y desviaciones estándar. Prevalencia de hipertensión por altitud. <p>Análisis bivariado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Chi-cuadrado corregido por diseño (svy: tab). T de Student o U de Mann-Whitney según distribución. <p>Análisis multivariado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Regresión logística

<p>según niveles de altitud? 4. ¿Qué factores clínicos se asocian a hipertensión arterial según altitud?</p>			<p>Variables de control: acceso a seguro, región, estado civil.</p>		<p>medición de presión arterial y variables completas. Criterios de exclusión: Datos faltantes en variables clave.</p>		<p>múltiple con svy. • Modelos ajustados por confusores. • Estimación de OR ajustados con IC95%. Software: Stata 17.</p>
--	--	--	--	--	---	--	---

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos de ENDES 2024.