

DOI: <https://doi.org/10.46296/gt.v9i18edespsep.0451>

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER PROSTÁTICO MEDIANTE EL COCIENTE ENTRE PSA LIBRE Y PSA TOTAL

ASSESSMENT OF PROSTATE CANCER RISK USING THE FREE-TO-TOTAL PSA RATIO

Luzuriaga-Suárez Juan David ¹; Pico-Rivera Patricia Nathaly ²

¹ Instituto Superior Tecnológico España. Ambato, Ecuador.
Correo: juandavidluzuriagasuarez@gmail.com.

² Docente del Instituto Superior Tecnológico España. Ambato, Ecuador.
Correo: patricia.pico@iste.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-4320-2214>.

Resumen

El cáncer de próstata constituye un problema relevante en la población masculina adulta y su evaluación requiere herramientas que permitan estimar el riesgo sin atribuir capacidad diagnóstica a un biomarcador aislado. El objetivo de esta investigación fue evaluar el riesgo de cáncer prostático mediante el cociente entre PSA libre y PSA total en hombres adultos atendidos en el Laboratorio Clínico San Juan de Salcedo. Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, transversal y descriptivo en 30 participantes mayores de 40 años seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional. Las concentraciones séricas de PSA total y PSA libre se determinaron mediante inmunoensayo automatizado por quimioluminiscencia; posteriormente se calculó el porcentaje de PSA libre y se efectuó la estratificación analítica del riesgo. El PSA total presentó una media de $5,95 \pm 2,26$ ng/mL, el PSA libre de $1,29 \pm 0,50$ ng/mL y el porcentaje de PSA libre de $21,83 \pm 3,45$ %. El 73,3 % de los participantes se ubicó entre 4,0 y 10,0 ng/mL de PSA total, mientras que el 26,7 % registró un porcentaje de PSA libre inferior al 20 % y fue clasificado en la categoría de mayor riesgo analítico. La edad se correlacionó de forma positiva con el PSA total ($r = 0,560$; $p = 0,001$) y con el PSA libre ($p = 0,537$; $p = 0,002$), pero no con el porcentaje de PSA libre ($r = -0,025$; $p = 0,894$). Se concluye que el cociente PSA libre/PSA total aporta información complementaria para estratificar el riesgo, especialmente en valores intermedios de PSA total, aunque no sustituye la valoración clínica ni la confirmación diagnóstica.

Palabras claves: Antígeno prostático específico, PSA libre, PSA total, cáncer de próstata, estratificación del riesgo.

Abstract

Prostate cancer is a relevant health problem in adult men, and its assessment requires tools that estimate risk without assigning definitive diagnostic capacity to a single biomarker. This study aimed to assess prostate cancer risk using the free-to-total prostate-specific antigen (PSA) ratio in adult men evaluated at the San Juan Clinical Laboratory in Salcedo. A quantitative, non-experimental, cross-sectional, descriptive study was conducted in 30 participants older than 40 years selected through non-probability purposive sampling. Serum total PSA and free PSA concentrations were measured using automated chemiluminescent immunoassay; the percentage of free PSA was then calculated and used for analytical risk stratification. Mean total PSA was 5.95 ± 2.26 ng/mL, mean free PSA was 1.29 ± 0.50 ng/mL, and mean percentage of free PSA was $21.83 \pm 3.45\%$. A total of 73.3% of participants had total PSA values between 4.0 and 10.0 ng/mL, while 26.7% had a free PSA percentage below 20% and were classified in the higher analytical-risk category. Age showed a positive correlation with total PSA ($r = 0.560$; $p = 0.001$) and free PSA ($p = 0.537$; $p = 0.002$), but not with the percentage of free PSA ($r = -0.025$; $p = 0.894$). The free-to-total PSA ratio therefore provides complementary information for risk stratification, particularly when total PSA values are intermediate, but it does not replace clinical assessment or diagnostic confirmation.

Keywords: Prostate-specific antigen, free PSA, total PSA, prostate cancer, risk stratification.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 23 de junio de 2026.

Fecha de aceptación: 15 de agosto de 2026.

Fecha de publicación: 23 de septiembre de 2026.



1. Introducción

El cáncer de próstata sigue siendo una de las principales enfermedades que afectan a los hombres adultos debido a que puede ser muy difícil detectar a aquellos individuos con un riesgo elevado de desarrollar una patología clínicamente significativa. La evaluación del cáncer de próstata no solo está asociada a la prevalencia de este tumor sino también a la complejidad de distinguir a los pacientes con alteraciones benignas de la glándula prostática de los pacientes con un alto riesgo de desarrollar la enfermedad. Para realizar esta diferenciación es necesario combinar los datos clínicos, las características individuales de los pacientes y los resultados de pruebas de laboratorio los cuales permiten estimar el riesgo de la enfermedad y tomar una decisión sobre las pruebas adicionales. Es por eso que la estrategia actual de detección del cáncer de próstata se ha centrado en seleccionar pacientes para realizar investigaciones adicionales (Denijs et al., 2024).

Uno de los marcadores biológicos más comúnmente utilizados para la evaluación de la próstata es el Antígeno Específico de la Próstata (PSA). En las directrices europeas este biomarcador se define como una de las pruebas claves cuando existe la sospecha de cáncer de próstata, aunque también se destaca que es un biomarcador específico de un órgano y no de una enfermedad neoplásica (EAU, 2025). Esta característica del biomarcador juega un papel crucial en su interpretación ya que un nivel elevado de este no puede vincularse inmediatamente a la existencia de la enfermedad.

Sin embargo, los niveles séricos de este marcador pueden verse influenciados por diversos factores como la edad, el tamaño de la próstata y cambios benignos. Como se menciona en el estudio realizado por Tlaiss et al. (2024), existen correlaciones entre el PSA, la edad, los hallazgos durante el examen rectal digital y los síntomas del tracto urinario inferior que pueden asociarse con diversos parámetros clínicos. Uno de los cambios benignos que pueden influir en el nivel de PSA es la hiperplasia benigna de próstata la cual se

considera uno de los cambios más comunes en pacientes masculinos mayores de 65 años. Al mismo tiempo la aparición de los síntomas del tracto urinario inferior puede ser característicos tanto de pacientes con cáncer de próstata como de pacientes con cáncer benigno (Nordström et al., 2021).

Para utilizar otras estrategias que complementen la evaluación del PSA es a través del análisis de distintas especies moleculares en las cuales circula en la sangre. Según Desbène et al. (2023) el PSA podría estar disponible en varias fracciones como el PSA libre el cual es la especie de la proteína que no está unida a ninguna otra proteína en el plasma y el PSA total el cual es la suma del PSA libre más todas las formas complejas de la proteína presentes en el suero. A partir del cálculo de ambas fracciones se puede determinar la relación entre el PSA libre y el PSA total expresada en porcentaje la cual proporciona más datos para el diagnóstico clínico (Gao et al., 2022). Como señalan Mason et al. (2022) el porcentaje de PSA libre se puede utilizar para estimar el riesgo de la enfermedad de la próstata particularmente

cuando los valores totales de PSA son insuficientes para distinguir entre condiciones benignas y malignas.

La relevancia de este biomarcador depende de la prevalencia comparativa de las distintas fracciones de PSA. Se ha encontrado que niveles más bajos de PSA libre son más comunes en personas con cáncer de próstata mientras que cantidades más grandes son más probables de indicar que una persona no tiene un cáncer de próstata clínicamente significativo (Heo et al., 2025). Sin embargo, Sii et al. (2025) señalaron que los valores umbrales para definir el riesgo de la enfermedad no siempre son similares ya que dependen de la población que se esté estudiando y de la situación clínica específica. Así que, aunque la proporción de PSA libre da información útil sobre el nivel de riesgo, se debe considerar de acuerdo a las particularidades de cada población.

Este aspecto debe tomarse en cuenta debido a que asignar a un determinado porcentaje una probabilidad fija de cáncer puede llevar a una interpretación

inadecuada del indicador. Ho et al. (2024) advierten que la relación PSA libre/PSA total no debe ser considerada como una estimación absoluta ni tampoco como una prueba definitiva para establecer un diagnóstico. Su principal utilidad se encuentra en complementar la información obtenida mediante el PSA total y contribuir a la clasificación de los pacientes según diferentes niveles de riesgo. De esta manera, es posible orientar de mejor forma la valoración clínica sin considerar que una categoría determinada confirme o descarte por sí sola la presencia de cáncer.

Otro de los factores que requiere ser considerado dentro del análisis de estos biomarcadores es la edad. Se han descrito diferentes intervalos de PSA de acuerdo con los grupos etarios, además de una relación positiva entre el incremento de la edad y las concentraciones séricas de PSA (Hosseini et al., 2021; Matti et al., 2022). Sin embargo, no se debe asumir que el PSA total, el PSA libre y el porcentaje de PSA libre presentan necesariamente un comportamiento similar durante el envejecimiento. Aunque el PSA total puede mostrar una tendencia a

incrementarse con la edad, esto no significa que la relación PSA libre/PSA total siga exactamente el mismo patrón. Esta diferencia resulta importante desde el punto de vista metodológico cuando se busca describir el comportamiento de este cociente en distintos grupos de edad.

Otra variable que se debe tener en cuenta al estudiar estos marcadores biológicos es la edad. Se han encontrado diferentes intervalos de PSA dependiendo de los grupos de edad, así como una correlación positiva entre el crecimiento de la edad y los niveles de PSA en suero (Hosseini et al., 2021; Matti et al., 2022). Pero sería imprudente creer que el nivel total de PSA, el PSA libre y el porcentaje de PSA libre exhiban la misma dinámica cuando se trata del envejecimiento. Aunque el nivel total de PSA tiende a crecer con el aumento de la edad, esto no implica automáticamente que la tasa de PSA libre/PSA total se comporte de la misma manera. Este aspecto es particularmente significativo en términos de metodología.

Existe un creciente interés en la actualidad en la integración de varios biomarcadores con la ayuda de factores clínicos en el diagnóstico

temprano del cáncer de próstata. Los enfoques actuales intentan reducir la dependencia del único punto de corte y se introducen diversos factores que harían la evaluación de riesgo más precisa (Denijs et al.,2024). Por lo tanto el estudio de la relación entre el PSA libre y el PSA total desde esta perspectiva no implica que pueda ser usado como un reemplazo de otros instrumentos de diagnóstico, sino que solamente proporciona información adicional en el diagnóstico progresivo. El estudio de la relación entre el PSA libre y el PSA total en esta población particular nos ayuda a evaluar su distribución y comportamiento con relación a las variables clínicas.

Por lo tanto, es útil desde este punto de vista considerar juntos la concentración de PSA total, PSA libre y la relación porcentual entre los dos marcadores en un grupo predefinido y bajo circunstancias de control analítico. Este enfoque permite ampliar la interpretación usando solamente las concentraciones y observar la distribución de un índice de proporcionalidad que está asociado con la estratificación de riesgo. Asimismo, al incluir variables como

la edad es posible ver si existen diferencias en el desempeño de los marcadores sin hacer suposiciones a priori de que todos se comporten de manera similar.

Como consecuencia el objetivo de esta investigación fue estimar la probabilidad de cáncer de próstata basándose en la relación entre el PSA libre y el PSA total entre los participantes del estudio. Para ello se midieron los niveles de ambos indicadores luego se calculó la relación entre ellos y luego se categorizaron los resultados según los criterios definidos antes. Además, se analizó la dinámica de estos indicadores utilizando las características de la población estudiada especialmente su edad.

Marco teórico

Entre otros tipos de neoplasias en los hombres el cáncer de próstata es el más grave tanto por su prevalencia como por la necesidad de un diagnóstico oportuno. Según la última información disponible en el año 2024 el número de nuevos casos diagnosticados de esta enfermedad fue de alrededor de 1.5 millones de casos y el número de

muertes alcanzó casi los 420 mil. En este sentido la prevalencia del cáncer de próstata lo convierte en el segundo tipo de cáncer más frecuente y la cuarta causa principal de muerte por cáncer en los hombres de todo el mundo (Sung et al.,2026).

El progreso del cáncer de próstata puede variar en cuanto al grado de la enfermedad. Según Knipper y otros (2021) el cáncer de próstata utilizando el sistema TNM puede ser descrito como localizado, localmente avanzado o metastásico dependiendo del grado del tumor, los ganglios linfáticos afectados y las metástasis distantes. El estadiamiento clínico implica cuatro etapas de la enfermedad donde en las etapas I y II el tumor se mantiene localizado en la próstata, aunque hay alguna variación dependiendo del grado del tumor, los niveles de PSA y el grado histológico. La etapa III implica el desarrollo de la enfermedad con factores de riesgo aumentados como niveles elevados de PSA, un grado tumoral más alto o la extensión del tumor a los tejidos adyacentes. Por último, la etapa IV implica casos de la participación del tumor en los ganglios linfáticos regionales o en órganos y tejidos

distantes donde los huesos han sido uno de los sitios más comunes para las metástasis (NCI,2024).

La incidencia de este tumor aumenta principalmente con la edad, pero el diagnóstico no se puede hacer basado en este factor ya que existen algunos cambios benignos que ocurren en la glándula prostática los cuales pueden dar lugar a características clínicas y bioquímicas similares a las vistas en el diagnóstico del cáncer. Como lo reportan Devlin y otros (2021) la hiperplasia benigna de la próstata es una alteración que frecuentemente ocurre en los hombres mayores la cual es capaz de producir cambios en el tamaño de la glándula prostática, así como los niveles de los marcadores de la próstata. Además, pueden existir síntomas en el tracto urinario inferior en pacientes con trastornos benignos de la próstata, así como también en los pacientes con cáncer de próstata.

Antígeno prostático específico

El Antígeno Específico de la Próstata (PSA) conocido también como antígeno prostático específico es una glicoproteína que es sintetizada principalmente por las células

epiteliales de la próstata. Garg et al.(2023) definen al PSA como una peptidasa relacionada con la calicreína que es secretada por las células epiteliales de la próstata, la función fisiológica principal del PSA está asociada con la degradación de proteínas del eyaculado que contribuye a la liquificación del semen. A pesar de que su concentración es mucho más alta en el líquido seminal pequeñas cantidades de PSA pueden entrar al flujo sanguíneo y ser identificadas mediante diversos métodos de laboratorio. Por lo tanto, debido a las propiedades antes mencionadas su determinación se ha vuelto ampliamente utilizada en la evaluación de la próstata y en el proceso de diagnóstico temprano de los riesgos de desarrollo de cáncer de próstata (Wei et al.,2023).

El PSA ha sido útil en el diagnóstico de cánceres, pero no es específicamente un biomarcador del cáncer. Las recomendaciones europeas con respecto al uso del PSA en condiciones relacionadas con la próstata establecen que el PSA es un biomarcador específico de la glándula prostática pero no está específicamente asociado con

ninguna condición neoplásica. Esto significa que un nivel elevado de PSA en la sangre no puede por sí solo determinar la presencia de cáncer de próstata (EAU,2025).

El nivel de la PSA puede cambiar debido a varios factores. Además de la presencia del cáncer existen otras enfermedades como la hiperplasia benigna de la próstata, la inflamación y los cambios de la glándula los cuales pueden afectar el nivel de este marcador. Las características clínicas del paciente también son importantes. En el estudio de Tlaiss et al. (2024) sobre la relación entre la PSA y la edad, la DRE y los LUTS se afirma que todos estos factores deben ser evaluados colectivamente en la práctica clínica. Por lo tanto, la PSA sigue siendo más un marcador de riesgo que una herramienta de diagnóstico.

PSA total y sus limitaciones

El PSA existe en la sangre en diversas formas. Una parte está compleja con proteínas del plasma mientras que la otra existe sin complejo. Estas dos fracciones combinadas forman el PSA total que comúnmente se utiliza en el primer

diagnóstico. Desbène et al. (2023) describen estas diferentes formas circulantes del PSA y su utilidad dentro de la evaluación prostática. Aunque un nivel elevado del PSA total tiene altas posibilidades de indicar la existencia de algún problema de la próstata, existe mucha superposición entre los que tienen una condición benigna y los que tienen cáncer (Garg et al., 2023).

Este problema es especialmente relevante cuando las concentraciones están en el rango medio. Los datos actuales han hecho imposible confiar únicamente en la interpretación basada en un solo punto de corte. Por ejemplo, las actuales directrices europeas sugieren la realización de pruebas repetidas del PSA en algunos hombres asintomáticos con concentraciones del examen que van de 3 a 10 ng/ml (European Association of Urology [EAU], 2026). En caso de continuar el riesgo se pueden realizar procedimientos de evaluación adicionales como las resonancias magnéticas y el uso de otros marcadores séricos o urinarios. La EAU (2026) recomienda precisamente complementar la valoración del riesgo con métodos

adicionales cuando los niveles de PSA continúan siendo sospechosos.

Esta interpretación de la PSA se encuentra también en las últimas directrices estadounidenses. La actualización AUA/SUO de 2026 dice que la detección temprana debe tomar en cuenta los niveles de la PSA combinados con los riesgos personales, otros marcadores biológicos, la IRM y las indicaciones adecuadas para la biopsia, evitando una conclusión automática basada únicamente en el nivel de la concentración de la PSA (Lin et al., 2026).

PSA libre

El PSA libre es equivalente a la proporción del antígeno prostático particular que se encuentra presente en la sangre no complejo con ninguna proteína. Gao et al. (2022) señalan que esta fracción puede aportar información adicional en la diferenciación entre enfermedades prostáticas benignas y malignas. El valor del PSA libre se ha vuelto importante debido a las disparidades notadas en la proporción de cada forma de PSA entre las condiciones benignas y malignas que afectan a la glándula prostática. Normalmente

niveles bajos de PSA libre indican una mayor posibilidad de cáncer mientras que niveles altos de PSA libre suelen detectarse en trastornos benignos (Sii et al., 2025).

Pero el PSA libre nunca debe ser evaluado solo. Su relevancia aumenta si se toma en relación con el PSA total de tal manera que se pueda hacer un cociente entre los dos. Esto es muy útil en pacientes cuyo PSA total cae dentro de los rangos que hacen difícil la diferenciación entre trastornos benignos y malignos (Gao et al., 2022).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el riesgo de cáncer de próstata mediante la relación entre el PSA libre y el PSA total en hombres adultos atendidos en el Laboratorio Clínico San Juan de la ciudad de Salcedo.

Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones séricas de PSA total y PSA libre en hombres adultos incluidos en el estudio.

- Calcular el porcentaje de PSA libre con respecto al PSA total y clasificar a la población de estudio según las categorías de riesgo prostático establecidas para la investigación.
- Analizar la relación entre la edad de los participantes y las concentraciones de PSA total, PSA libre y el porcentaje de PSA libre.

2. Metodología

Diseño de la investigación

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, debido a que el análisis se basó en datos numéricos obtenidos a partir de las concentraciones séricas del antígeno prostático específico total (PSA total) y del antígeno prostático específico libre (PSA libre). A partir de estas determinaciones se calculó el porcentaje de PSA libre con relación al PSA total, permitiendo obtener una medida proporcional entre ambos biomarcadores.

El diseño de la investigación fue no experimental, puesto que las variables fueron observadas y

analizadas de acuerdo con la forma en que se presentaron en cada participante, sin aplicar intervenciones que pudieran modificar sus concentraciones. De igual manera, el estudio fue de corte transversal, ya que la información clínica y los resultados de laboratorio se recopilaron en un momento específico durante el periodo comprendido entre agosto y septiembre de 2026.

En cuanto al alcance, la investigación fue principalmente descriptiva, debido a que se buscó caracterizar las concentraciones de PSA total y PSA libre, calcular la relación entre ambos biomarcadores y establecer la distribución de los participantes de acuerdo con las categorías de riesgo definidas previamente para el estudio. A su vez, se analizó de manera complementaria el comportamiento de estas variables en función de la edad de los participantes, sin que este análisis estuviera orientado a determinar relaciones de causalidad.

Población y muestra

Población

La población considerada dentro de la investigación estuvo integrada por hombres adultos que acudieron al Laboratorio Clínico San Juan, ubicado en la ciudad de Salcedo, durante el período definido para el estudio y que contaban con una indicación médica para la valoración de biomarcadores prostáticos. Debido a que se trata de un laboratorio privado, no se dispone de un registro general previo que permita establecer de manera permanente el número de pacientes que acuden para este tipo de análisis. Sin embargo, durante el período establecido para la investigación se registró un total de 30 hombres, quienes constituyeron la población accesible del estudio.

Muestra

En cada participante se registró la edad, además de las concentraciones séricas correspondientes al PSA total y PSA libre. Posteriormente, a partir de estos resultados se calculó el porcentaje de PSA libre respecto al PSA total, permitiendo realizar la

estratificación analítica del riesgo según los criterios definidos para la investigación.

Criterios de inclusión

- Hombres mayores de 40 años atendidos en el Laboratorio Clínico San Juan durante el periodo establecido para la investigación.
- Participantes con solicitud médica para evaluación prostática mediante PSA.
- Pacientes que contaran con resultados de PSA total y PSA libre obtenidos a partir de una misma toma de muestra.
- Participantes en quienes fuera posible calcular la relación entre PSA libre y PSA total.
- Pacientes con síntomas del tracto urinario inferior, como nicturia, disminución de la fuerza del flujo urinario, intermitencia urinaria o sensación de vaciamiento incompleto, siempre que cumplieran con los demás criterios establecidos.
- Participantes que aceptaran voluntariamente formar parte del estudio.
- Firma del consentimiento informado correspondiente.

Criterios de exclusión

- Participantes con diagnóstico previo confirmado de cáncer de próstata y bajo tratamiento activo.
- Pacientes con antecedente reciente de biopsia prostática.
- Participantes con manipulación prostática reciente.
- Pacientes con antecedente de cirugía prostática previa que pudiera interferir con la interpretación de los biomarcadores.
- Participantes con infección urinaria activa confirmada.
- Pacientes con instrumentación reciente del tracto urinario.
- Participantes con sondaje vesical reciente.
- Pacientes con antecedente de eyaculación durante las 48 horas previas a la toma de muestra.
- Participantes que hubieran realizado ejercicio físico intenso con presión perineal durante las 48 horas previas a la toma de muestra.
- Pacientes en quienes no se dispusiera simultáneamente de los valores de PSA total y PSA libre, debido a que esto impedía

calcular el indicador principal de la investigación.

Obtención y procesamiento de las muestras

Las muestras sanguíneas se obtuvieron mediante venopunción periférica, siguiendo los procedimientos establecidos por el Laboratorio Clínico San Juan para la identificación del paciente, la recolección, manipulación y procesamiento de muestras biológicas.

La sangre se recolectó en el tubo correspondiente para la obtención de suero. Posteriormente, las muestras fueron centrifugadas de acuerdo con el procedimiento operativo del laboratorio y el suero obtenido se utilizó para la determinación cuantitativa del PSA total y del PSA libre.

Ambos biomarcadores se procesaron mediante un inmunoensayo automatizado basado en quimioluminiscencia, con las concentraciones expresadas en ng/mL. Esta técnica metodológica se basa en la interacción especial del PSA existente en la muestra y los anticuerpos que reaccionan con este

antígeno para producir complejos inmunitarios. En este proceso ocurre una reacción especial de quimioluminiscencia la cual da lugar a algunos señales de luz la intensidad de las cuales es registrada por el sistema del equipo. Esta intensidad depende de la concentración de la sustancia analizada. En cuanto al PSA total se puede estimar todas las formas de este PSA las cuales son reconocibles por el sistema de análisis pero en cuanto al PSA libre se aplican los anticuerpos especiales los cuales permiten cuantificar la parte de este antígeno que no se asocia con las proteínas del plasma. Para asegurar la comparación de los resultados de análisis tanto el PSA total como el PSA libre fueron medidos en el mismo sistema analítico del laboratorio.

Como parte del control de calidad analítica, antes de procesar las muestras se verificaron los controles internos de los analitos evaluados. Solo se consideraron los resultados de los participantes cuando los materiales de control arrojaron valores dentro de los intervalos de aceptación establecidos por el laboratorio.

Determinación del porcentaje de PSA libre

Con las concentraciones séricas de PSA total y PSA libre ya disponibles, se calculó para cada participante el porcentaje de PSA libre mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ PSA libre} = \left(\frac{\text{PSA libre}}{\text{PSA total}} \right) \times 100$$

Maravi Sanchez, A. A. (2025).

Ambas determinaciones se expresaron en las mismas unidades de concentración antes de realizar el cálculo. El porcentaje resultante se utilizó como indicador complementario para la estratificación analítica del riesgo prostático. Y como este cociente es una herramienta de apoyo mas no un método confirmatorio de cáncer de próstata, las categorías obtenidas se interpretaron únicamente como niveles de riesgo, nunca como diagnósticos definitivos.

La clasificación de los participantes se realizó mediante un punto de corte operacional del 20 % correspondiente al porcentaje de PSA libre. Los valores inferiores al 20 % fueron categorizados como mayor riesgo analítico, mientras que

aquellos valores iguales o superiores al 20 % se consideraron como menor riesgo analítico. Este criterio se empleó únicamente con fines de estratificación y su interpretación se realizó con precaución, debido a que la literatura reciente evidencia variaciones en los puntos de corte según la población analizada y el contexto clínico (Ho et al., 2024; Sii et al., 2025). Además, el resultado del PSA total fue considerado de manera conjunta con el cociente, evitando de esta forma una interpretación aislada de este indicador.

Variables del estudio

La variable principal de la investigación fue el porcentaje de PSA libre, obtenido a partir de la relación entre las concentraciones séricas de PSA libre y PSA total. Dentro de las variables bioquímicas se consideraron las concentraciones de PSA total (ng/mL), PSA libre (ng/mL) y el porcentaje de PSA libre (%). A su vez, la edad de los participantes, expresada en años, fue incluida como variable sociodemográfica. También se consideró como variable categórica el nivel de riesgo establecido a partir

de los criterios definidos previamente para la relación PSA libre/PSA total.

Plan de análisis estadístico

El primer paso implicó la captura de los datos en una matriz generada a través de la aplicación de Microsoft Excel donde se hizo el codificado de los sujetos, se verificó la confiabilidad de la información y se limpió los datos. Al mismo tiempo, en esta misma matriz se calculó el porcentaje de PSA libre de cada sujeto. Después de este proceso la base de datos fue analizada usando IBM SPSS Statics versión 25.

Se determinaron la tendencia central y las medidas de dispersión para las variables cuantitativas. Según Guglielmetti y otros (2022) la determinación de las estadísticas descriptivas debe tener en cuenta el comportamiento de la distribución de los datos porque la media y la desviación estándar serían apropiadas para una variable normalmente distribuida mientras que la mediana y el rango intercuartil serían buenas medidas en caso de datos no normalmente distribuidos. Desde este punto de vista, dentro de este estudio se consideró la media y la desviación estándar para las

variables normalmente distribuidas mientras que la mediana y el rango intercuartil para las que no mostraron una distribución normal.

Se dieron descripciones individuales de la concentración total de PSA, la concentración de PSA libre y el porcentaje de PSA libre. Además, los participantes fueron clasificados según las categorías de riesgo utilizadas en el estudio donde se encontraron la frecuencia absoluta y el porcentaje para cada categoría. La frecuencia y el porcentaje se pueden utilizar para describir datos categóricos mientras que las medidas para los datos cuantitativos se basan en el tipo de distribución (Guglielmetti et al.,2022).

La edad se describió tanto como una variable continua como de rango para mostrar el comportamiento de los marcadores biológicos en diferentes grupos de participantes. Para encontrar la relación entre la edad y las concentraciones de PSA total, PSA libre y el porcentaje de PSA libre se consideró el comportamiento y la relación entre las variables. Según Guglielmetti y otros (2022) el coeficiente de correlación de Pearson permite el estudio de las relaciones lineales

entre variables cuantificadas mientras que el coeficiente de correlación de Spearman es un método alternativo que utiliza los rangos para estudiar las relaciones monótonas en particular si la distribución de los datos no es normal. Finalmente, los hallazgos fueron representados a través de tablas y gráficos permitiendo la visualización de la distribución del PSA total, el PSA libre, el porcentaje de PSA libre y las distintas categorías de riesgo dentro de la población estudiada. La representación gráfica puede ser utilizada como un instrumento adicional para explorar el comportamiento de los datos y confirmar las suposiciones antes de ejecutar algunas pruebas estadísticas (Shatz, 2024).

Antes de establecer la relación de la edad con el PSA total, el PSA libre y el porcentaje de PSA libre se determinó la validez de algunos supuestos necesarios para realizar una prueba de correlación. La normalidad de las variables cuantitativas se comprobó utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Según Shatz (2024) esta es una de las formas en las cuales podemos

comprobar si la distribución se desvía significativamente de la normalidad; sin embargo, siempre se recomienda usar métodos gráficos junto con ella. Así en este estudio de caso un valor p mayor a 0.05 se consideró como evidencia de la falta de pruebas suficientes para rechazar la suposición de normalidad.

Además, se investigó la forma de asociación entre las variables utilizando gráficos de dispersión para ver si existe alguna relación lineal o monótona. La evaluación gráfica es importante porque la selección de una prueba de correlación no puede basarse únicamente en una prueba de normalidad, sino que también debe tomar en consideración el patrón de los datos y la presencia de valores atípicos (Shatz, 2024).

Para aquellos casos donde hubo una distribución normal aproximada de las variables, también hubo una relación lineal y no hubo valores atípicos que pudieran influir el análisis de alguna manera significativa, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson. Según Guglielmetti y otros (2022) el uso de la correlación de Pearson se da principalmente cuando se trata del

análisis de relaciones lineales entre variables cuantitativas mientras que la correlación de Spearman utiliza los rangos de las observaciones y es apropiada para relaciones monótonas cuando se viola el criterio de normalidad. En caso de haber indicadores de la violación de la suposición de normalidad se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman debido a su naturaleza no paramétrica y su cálculo basado en los rangos teniendo en cuenta la presencia de una relación monótona (Kovari & Katona, 2023).

Dado el análisis de estas suposiciones se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para estudiar la relación entre la edad y el PSA total y entre la edad y el porcentaje de PSA libre. Sin embargo, la relación entre la edad y el PSA libre se determinó mediante el coeficiente de correlación de Spearman ya que esta variable no era normal. Para todas las pruebas estadísticas realizadas el nivel de significancia se estableció en $\alpha=0.05$, el cual es un nivel común para establecer los criterios del proceso de toma de decisiones estadísticas (Guglielmetti et al., 2022).

Consideraciones éticas

La participación dentro de la investigación fue de carácter voluntario y estuvo precedida por la explicación de los objetivos y procedimientos establecidos para el estudio. Cada participante manifestó su aceptación mediante la firma del consentimiento informado correspondiente.

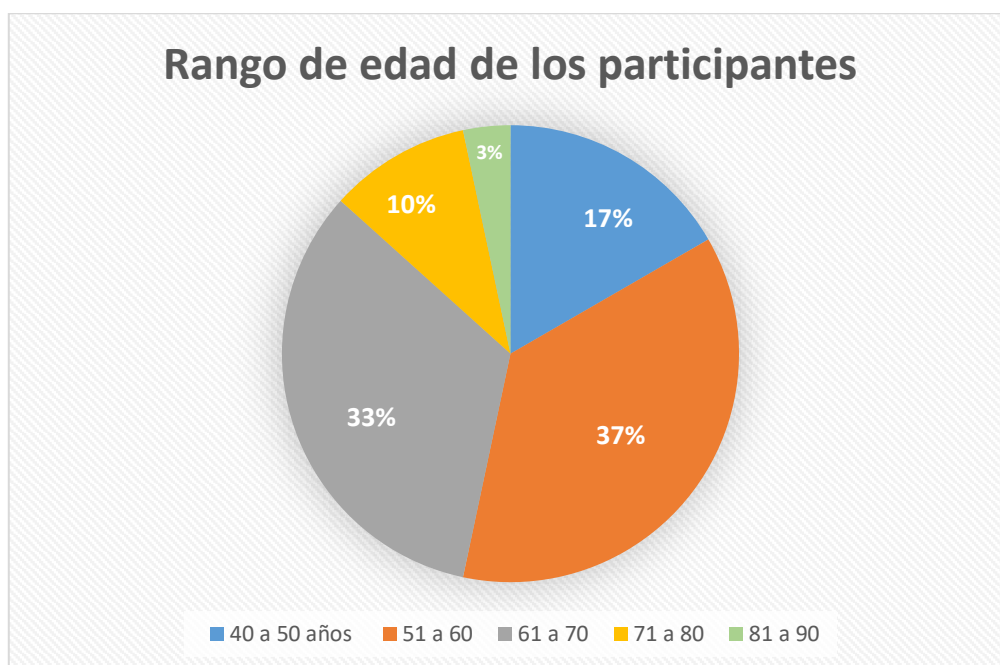
La información obtenida fue manejada bajo criterios de confidencialidad. Para el procesamiento y análisis estadístico se asignó un código a cada participante, evitando incorporar nombres u otro tipo de información que permitiera su identificación directa dentro de la base de datos utilizada para la investigación. Las muestras y los resultados de laboratorio se utilizaron exclusivamente para los objetivos establecidos en la investigación. La clasificación derivada del cociente PSA libre/PSA total se consideró, en todo momento, una estimación analítica del riesgo, y no sustituyó el diagnóstico médico ni los procedimientos clínicos requeridos para confirmar o descartar cáncer de próstata.

3. Resultados

Se procesaron las muestras de los 30 participantes que cumplieron los criterios de selección establecidos en el Laboratorio Clínico San Juan de la ciudad de Salcedo. Para cada

participante se analizaron las concentraciones de PSA total y PSA libre, se calculó el porcentaje de PSA libre y se integraron la edad y las variables analíticas en la base destinada al análisis estadístico.

Figura 1. Distribución de los participantes según rango de edad



Nota. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en el Laboratorio Clínico San Juan.

La muestra de 30 participantes se distribuyó en cinco rangos etarios, con un peso claramente mayor hacia las edades medias-altas. El grupo más numeroso fue el de 51 a 60 años, con 11 participantes (36,7 %), seguido de cerca por el rango de 61 a 70 años, que sumó 10 casos (33,3 %). Entre ambos concentraron el 70,0 % de la población estudiada: dos de cada tres participantes se

ubicaron, en definitiva, entre los 51 y los 70 años.

Los extremos etarios, en cambio, pesaron mucho menos. Cinco participantes (16,7 %) se situaron en el rango de 40 a 50 años, y tres (10,0 %) en el de 71 a 80 años. El grupo de 81 a 90 años fue, con diferencia, el menos representado: un único caso, equivalente al 3,3 % de la muestra.

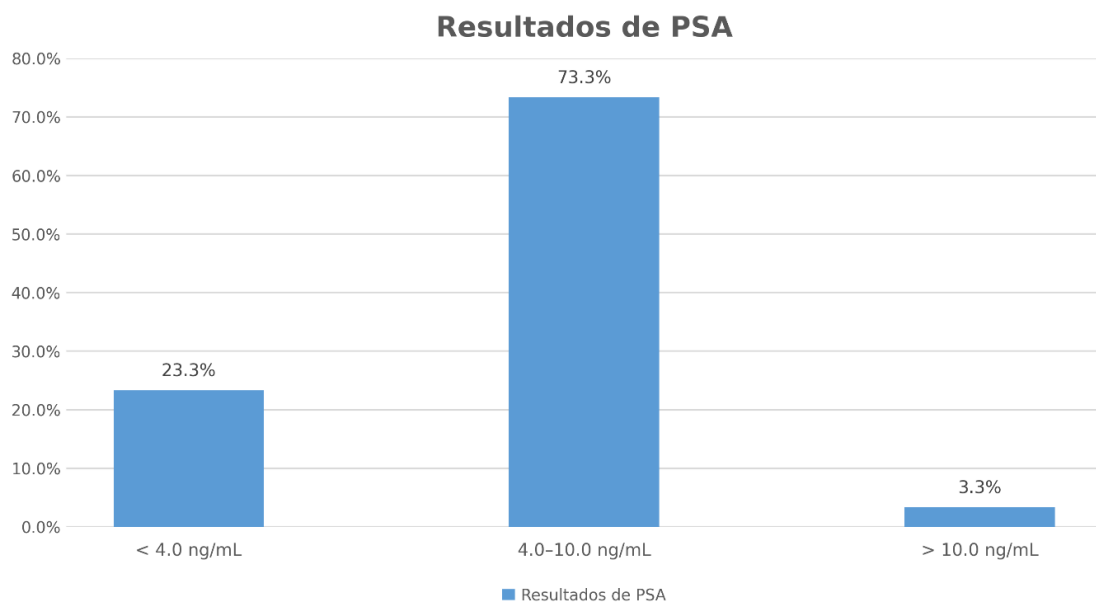
Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los niveles de PSA

Parámetro	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PSA total (ng/mL)	5,950	6,300	2,260	2,100	11,200
PSA libre (ng/mL)	1,290	1,380	0,500	0,410	2,000
PSA libre (%)	21,830	22,030	3,450	15,910	28,990

Nota. Elaboración propia

El PSA total presentó una media de $5,95 \pm 2,26$ ng/mL, mientras que el PSA libre mostró una media de $1,29 \pm 0,50$ ng/mL. Al calcular la relación entre ambas determinaciones, el

porcentaje medio de PSA libre fue de $21,83 \pm 3,45$ %. Los valores individuales del porcentaje de PSA libre oscilaron entre 15,91 % y 28,99 %.

Figura 2. Resultados de los niveles séricos de PSA

Nota. Elaboración propia

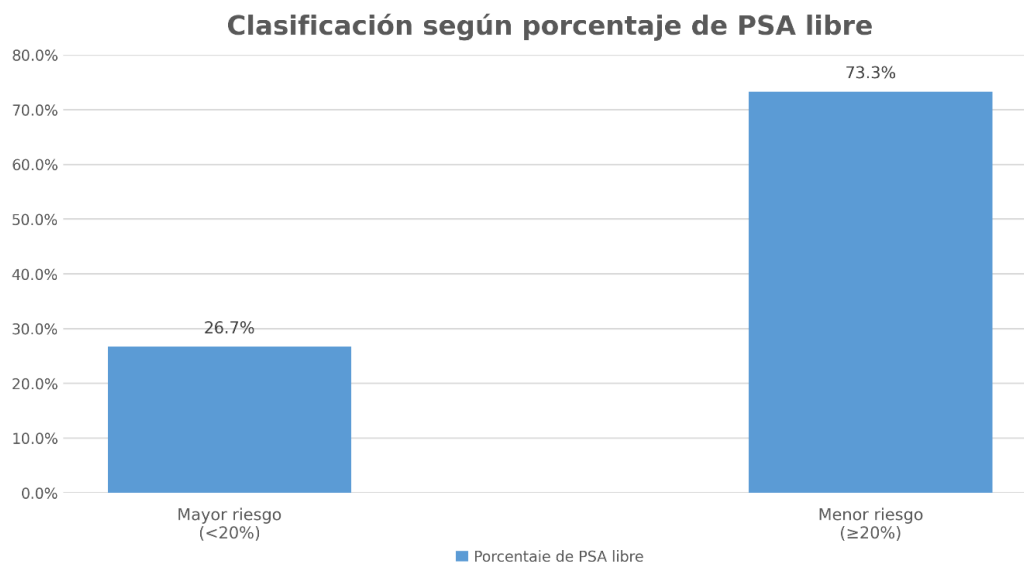
En cuanto al PSA total, siete participantes (23,3 %) mostraron valores por debajo de 4,0 ng/mL. El grueso de la muestra, sin embargo, se concentró en el intervalo de 4,0 a 10,0 ng/mL: ahí se ubicaron 22

participantes, es decir, un 73,3 % del total. Solo un caso (3,3 %) superó los 10,0 ng/mL. Estos resultados muestran que la mayor parte de la población estudiada presentó concentraciones de PSA total dentro

del intervalo de 4,0 a 10,0 ng/mL, lo que justificó complementar su valoración mediante la

determinación de PSA libre y el cálculo del porcentaje PSA libre/PSA total.

Figura 3. Clasificación de riesgo según porcentaje de PSA libre.



Nota. Elaboración propia.

A partir del cálculo del porcentaje de PSA libre fue posible clasificar a ocho participantes, correspondientes al 26,7 % de la muestra, dentro de la categoría de mayor riesgo analítico, debido a que presentaron valores inferiores al 20 %. Por otra parte, los 22 participantes restantes, equivalentes al 73,3 %, registraron porcentajes iguales o superiores al

20 %, ubicándose dentro de la categoría de menor riesgo. Esta distribución permitió complementar la interpretación obtenida mediante el PSA total, principalmente porque la mayor parte de los participantes presentó concentraciones comprendidas entre 4,0 y 10,0 ng/mL.

Tabla 2. Relación entre la edad y los biomarcadores prostáticos

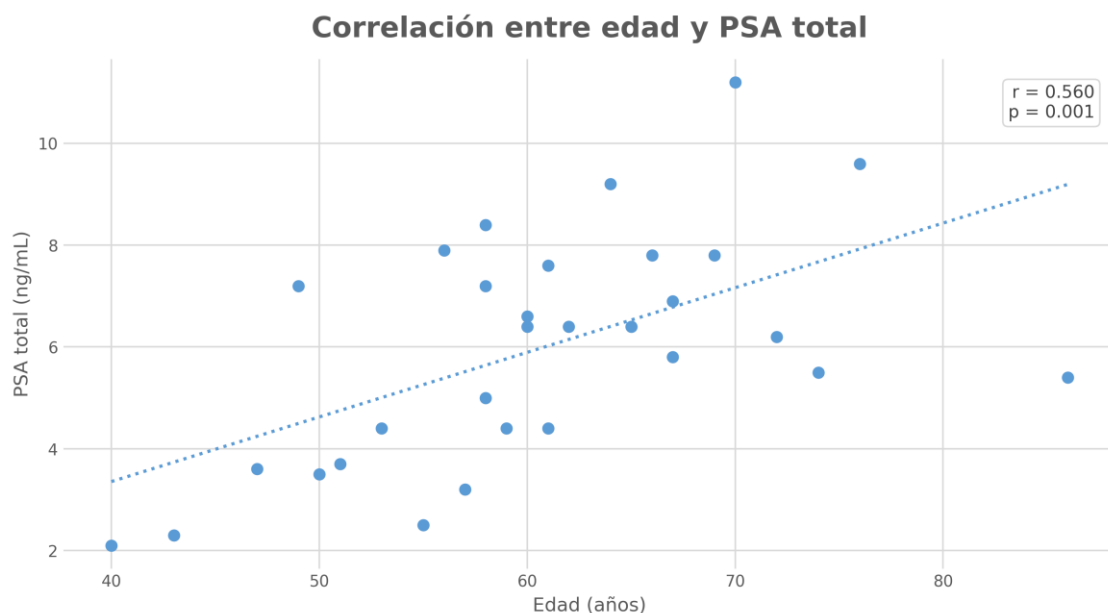
Relación analizada	Prueba	Resultado
Edad – PSA total	Pearson	R = 0,560; P = 0,001
Edad – PSA libre	Spearman	P = 0,537; P = 0,002
Edad – % PSA libre	Pearson	R = -0,025; P = 0,894

Nota. R = coeficiente de Pearson; P = coeficiente de Spearman. Elaboración propia.

Se encontró una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre la edad y las concentraciones de PSA total ($R = 0,560$; $p = 0,001$), indicando que los valores de este biomarcador tendieron a incrementarse conforme aumentó la edad de los participantes. De manera similar, entre la edad y el PSA libre se identificó una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa ($P = 0,537$; $p = 0,002$).

En contraste, la relación entre la edad y el porcentaje de PSA libre presentó una correlación negativa prácticamente nula y no estadísticamente significativa ($R = -0,025$; $p = 0,894$). Estos resultados muestran que las concentraciones absolutas de PSA total y PSA libre tendieron a aumentar con la edad, mientras que el porcentaje de PSA libre no presentó una asociación significativa con esta variable en la población estudiada.

Figura 4. Correlación entre edad y PSA total



Nota. Elaboración propia

La Figura 4 muestra la relación entre la edad y las concentraciones séricas de PSA total. Se encontró una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa ($R = 0,560$; $p = 0,001$), lo que indica que,

dentro de la población estudiada, los valores de PSA total tendieron a incrementarse conforme aumentó la edad de los participantes. Este resultado expresa una asociación entre ambas variables, pero no

permite establecer una relación causal.

Este resultado expresa una asociación entre ambas variables, pero no permite establecer causalidad. Por ello, el incremento del PSA observado en los participantes de mayor edad debe interpretarse junto con el resto de las características clínicas y analíticas disponibles.

4. Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el análisis conjunto del PSA total y su fracción libre puede aportar mayor información que la valoración aislada de cualquiera de estos biomarcadores, principalmente cuando se busca realizar una estratificación inicial del riesgo prostático. En la población estudiada, el PSA total presentó una media de $5,95 \pm 2,26$ ng/mL, mientras que el PSA libre alcanzó $1,29 \pm 0,50$ ng/mL y el porcentaje de PSA libre se ubicó en $21,83 \pm 3,45$ %. Un aspecto relevante fue que el 73,3 % de los participantes presentó concentraciones de PSA total entre 4,0 y 10,0 ng/mL, intervalo en el cual

la interpretación aislada de este biomarcador presenta mayores dificultades para diferenciar entre procesos prostáticos benignos y malignos.

Este resultado guarda relación con lo reportado por Gao et al. (2022), quienes analizaron una población de 1.655 hombres mayores de 50 años y evaluaron la utilidad clínica de la relación PSA libre/PSA total para diferenciar el cáncer de próstata de enfermedades prostáticas benignas. Dentro del intervalo comprendido entre 4 y 10 ng/mL, el cociente presentó un área bajo la curva de 0,769, evidenciando una capacidad discriminatoria superior a la obtenida mediante la interpretación aislada del PSA total. Además, los autores observaron que este indicador mantenía un comportamiento favorable en diferentes rangos de PSA y grupos de edad. Este antecedente coincide con lo observado en la presente investigación, donde la mayor parte de los participantes se encontró precisamente dentro de un rango en el cual existe mayor incertidumbre durante la interpretación del PSA total.

La importancia de incorporar el porcentaje de PSA libre también ha sido descrita en investigaciones recientes. Heo et al. (2025) estudiaron pacientes con concentraciones de PSA ≤ 10 ng/mL y resultados de resonancia magnética correspondientes a PI-RADS menor de 3. En una población de 208 participantes, registraron una mediana de PSA total de 5,06 ng/mL y un porcentaje de PSA libre de 18,2 %. Los autores determinaron un punto de corte de 17,6 % para la identificación de cáncer clínicamente significativo. Por debajo de este valor, la proporción de pacientes con esta condición alcanzó el 34 %, mientras que por encima del mismo disminuyó hasta el 4 %. Si bien las características de la población y el diseño de dicho estudio difieren de los empleados en esta investigación, ambos resultados evidencian que el porcentaje de PSA libre puede aportar información adicional en aquellos casos donde el PSA total no permite realizar una diferenciación suficientemente clara.

En el presente estudio, ocho participantes, correspondientes al 26,7 %, presentaron un porcentaje de PSA libre inferior al 20 %, mientras que los 22 restantes,

mientras que los 22 restantes, equivalentes al 73,3 %, registraron valores iguales o superiores a este punto de corte. A partir de estos resultados fue posible establecer categorías de mayor y menor riesgo analítico, considerando que estas corresponden únicamente a una herramienta de estratificación. Sii et al. (2025), al evaluar la relación PSA libre/PSA total incluso en hombres con PSA ≤ 4 ng/mL, determinaron que el 46 % de los participantes que presentaron una relación $\leq 0,15$ tenían cáncer prostático clínicamente significativo, frente al 22 % observado en quienes registraron valores $\geq 0,20$. A su vez, la incorporación de este cociente en modelos que previamente consideraban la edad y el PSA permitió mejorar su capacidad predictiva. Estos resultados muestran que la fracción libre puede aportar información complementaria incluso cuando las concentraciones de PSA total no se encuentran marcadamente elevadas.

Aun así, los porcentajes obtenidos dentro de esta investigación no deben ser interpretados de manera directa como probabilidades absolutas de presentar cáncer. Ho et

al. (2024) advierten sobre las limitaciones de asignar porcentajes fijos de riesgo únicamente a partir del %PSA libre. Los autores reconocen una relación inversa entre ambas variables, donde una menor proporción de PSA libre puede relacionarse con un mayor riesgo; sin embargo, también mencionan que las estimaciones históricas de probabilidad pueden llevar a interpretaciones excesivas cuando se aplican de manera directa a poblaciones actuales. Por esta razón, en el presente estudio resulta más adecuado utilizar las categorías de "mayor riesgo" y "menor riesgo" en lugar de establecer clasificaciones absolutas relacionadas con la presencia o ausencia de cáncer.

Otro de los hallazgos obtenidos fue la asociación existente entre la edad y las concentraciones de PSA total, la cual fue positiva, moderada y estadísticamente significativa ($r = 0,560$; $p = 0,001$). De esta manera, los participantes de mayor edad tendieron a presentar concentraciones más elevadas de este biomarcador. Esta tendencia coincide con lo descrito por Tlaiss et al. (2024), quienes analizaron 725

hombres con edades comprendidas entre 55 y 70 años e identificaron igualmente una correlación positiva entre la edad y el PSA ($r = 0,138$; $p < 0,01$), además de diferencias significativas entre los distintos grupos etarios. Aunque la magnitud de la asociación reportada fue inferior a la encontrada en la presente investigación, ambos estudios muestran una dirección semejante. Estas diferencias podrían encontrarse relacionadas con el tamaño de la muestra, los intervalos de edad considerados o las propias características clínicas de las poblaciones analizadas.

De igual manera, se observó una asociación positiva moderada entre la edad y el PSA libre ($p = 0,537$; $p = 0,002$). Por el contrario, el porcentaje de PSA libre no mostró una relación estadísticamente significativa con la edad ($r = -0,025$; $p = 0,894$). Este resultado permite observar que el aumento de las concentraciones absolutas de PSA total y PSA libre conforme incrementa la edad no implica necesariamente que exista una modificación proporcional de la relación entre ambos biomarcadores. Sin embargo, la evidencia disponible tampoco

permite establecer que el porcentaje de PSA libre sea completamente independiente de la edad en todas las poblaciones. Gao et al. (2022), por ejemplo, observaron diferencias en el rendimiento diagnóstico del cociente según los grupos etarios, con áreas bajo la curva de 0,767, 0,806, 0,815 y 0,833 para los grupos de 50-59, 60-69, 70-79 y ≥ 80 años, respectivamente. Por lo tanto, la ausencia de correlación identificada en este trabajo debe interpretarse como un resultado correspondiente a la población estudiada y no como un comportamiento general del indicador.

Además de las características biológicas de los participantes, también resulta necesario considerar los factores relacionados con el proceso analítico. Kaufmann et al. (2024) compararon cinco sistemas comerciales utilizados actualmente para la determinación del PSA en hombres sometidos a biopsia e identificaron variaciones entre los ensayos tanto para el PSA total como para el porcentaje de PSA libre. De acuerdo con los autores, estas diferencias pueden generar implicaciones clínicas al momento de utilizar determinados puntos de

corte. Este antecedente permite resaltar la importancia de que, dentro de la presente investigación, las determinaciones de PSA total y PSA libre se hayan realizado utilizando un mismo sistema analítico y mediante procedimientos estandarizados dentro del laboratorio, favoreciendo de esta manera la comparabilidad de los resultados obtenidos.

Desde una perspectiva clínica más amplia, los resultados encontrados se relacionan con las estrategias actuales para la detección del cáncer prostático, las cuales han buscado disminuir progresivamente la dependencia de un único valor de PSA para tomar decisiones diagnósticas. Eklund et al. (2021), mediante un ensayo poblacional publicado en *The New England Journal of Medicine*, evaluaron hombres de entre 50 y 74 años utilizando un PSA ≥ 3 ng/mL como criterio inicial para determinar la necesidad de evaluaciones posteriores mediante resonancia magnética y biopsia dirigida. Los autores evidenciaron que incorporar la resonancia magnética dentro de este proceso podía disminuir tanto los procedimientos como los diagnósticos innecesarios en

comparación con estrategias basadas únicamente en biopsias sistemáticas.

Esta tendencia también fue respaldada por Hugosson et al. (2022), quienes demostraron que una estrategia basada inicialmente en PSA y posteriormente complementada con resonancia magnética y biopsia dirigida podía reducir la detección de tumores clínicamente poco relevantes. Posteriormente, los resultados obtenidos a cuatro años por Hugosson et al. (2024) mantuvieron esta misma tendencia, mostrando la conveniencia de integrar diferentes herramientas durante la evaluación en lugar de utilizar el PSA como un marcador diagnóstico aislado. Desde esta perspectiva, la relación PSA libre/PSA total estudiada en la presente investigación forma parte de este mismo enfoque, debido a que permite complementar la valoración inicial, aunque sin sustituir los procedimientos diagnósticos posteriores.

Dentro del contexto latinoamericano también se han desarrollado investigaciones orientadas a combinar parámetros derivados del

PSA con otras herramientas diagnósticas. Vinaja y Riera (2025), mediante un estudio publicado en SciELO, analizaron la densidad del PSA junto con los hallazgos obtenidos mediante resonancia magnética multiparamétrica como predictores de cáncer prostático. Aunque el indicador bioquímico empleado por estos autores difiere del porcentaje de PSA libre utilizado en la presente investigación, ambos estudios parten de una problemática semejante relacionada con las limitaciones de interpretar de manera aislada las concentraciones de PSA y la necesidad de incorporar otros elementos dentro de la estimación del riesgo.

La evidencia disponible también demuestra que el cociente PSA libre/PSA total puede ser utilizado conjuntamente con otros indicadores derivados del PSA. Zou et al. (2023) analizaron una población de 558 pacientes sometidos a biopsia y compararon diferentes parámetros, entre ellos PSA total, PSA libre, relación libre/total, densidad de PSA y densidad de PSA libre. En la población estudiada, determinadas medidas relacionadas con la densidad presentaron una mayor

capacidad discriminatoria que el cociente libre/total analizado de forma aislada. Este resultado no disminuye la utilidad del porcentaje de PSA libre, sino que evidencia nuevamente la tendencia actual hacia el uso de modelos combinados que permitan realizar una estratificación más completa, evitando depender de un único biomarcador.

A pesar de los resultados obtenidos, estos deben ser interpretados considerando las limitaciones presentes dentro de la investigación. La muestra estuvo conformada por 30 participantes seleccionados mediante un muestreo no probabilístico, por lo cual los resultados describen principalmente el comportamiento de esta población y no pueden generalizarse directamente a todos los hombres de Salcedo o del Ecuador. A su vez, no se contó con confirmación histopatológica, resonancia magnética multiparamétrica ni determinación del volumen prostático. Debido a ello, no fue posible establecer cuántos de los participantes clasificados dentro de la categoría de mayor riesgo presentaban realmente cáncer de

próstata, ni calcular indicadores como sensibilidad, especificidad o valores predictivos correspondientes al punto de corte utilizado.

Sin embargo, estas limitaciones no modifican el propósito planteado en la investigación, debido a que el objetivo no estuvo dirigido a establecer un diagnóstico definitivo de cáncer prostático, sino a realizar una estratificación analítica mediante las concentraciones de PSA total, PSA libre y la relación porcentual entre ambos biomarcadores. Los resultados evidenciaron que este cociente permitió aportar información adicional dentro de una población en la que el 73,3 % de los participantes presentó valores de PSA comprendidos entre 4 y 10 ng/mL. A su vez, la edad mostró una relación estadísticamente significativa con las concentraciones absolutas de PSA total y PSA libre, mientras que no se evidenció una asociación significativa con el porcentaje de PSA libre. En conjunto, estos hallazgos respaldan el uso de la relación PSA libre/PSA total como una herramienta complementaria dentro de la valoración del riesgo prostático, siempre considerando su

interpretación junto con las características clínicas del paciente y los procedimientos diagnósticos correspondientes.

5. Conclusiones

La evaluación del riesgo de cáncer prostático mediante la relación entre PSA libre y PSA total permitió obtener una estratificación analítica complementaria en los hombres adultos atendidos en el Laboratorio Clínico San Juan de la ciudad de Salcedo. El uso conjunto de ambos biomarcadores aportó información adicional frente a la valoración aislada del PSA total, especialmente en los participantes con concentraciones comprendidas entre 4,0 y 10,0 ng/mL. Sin embargo, esta clasificación representa una estimación del riesgo y no constituye un diagnóstico definitivo de cáncer de próstata.

Las concentraciones séricas de PSA total y PSA libre mostraron variabilidad dentro de la población estudiada. El PSA total presentó una media de $5,95 \pm 2,26$ ng/mL, mientras que el PSA libre alcanzó una media de $1,29 \pm 0,50$ ng/mL.

Asimismo, el porcentaje promedio de PSA libre fue de $21,83 \pm 3,45$ %, evidenciando diferencias individuales en el comportamiento de estos biomarcadores prostáticos.

El cálculo del porcentaje de PSA libre con relación al PSA total permitió clasificar a la población de estudio de acuerdo con las categorías de riesgo establecidas. El 26,7 % de los participantes presentó valores inferiores al 20 %, por lo que fue clasificado dentro de la categoría de mayor riesgo analítico, mientras que el 73,3 % registró valores iguales o superiores al 20 %, correspondiendo a la categoría de menor riesgo. Estos resultados evidencian la utilidad del cociente PSA libre/PSA total como herramienta complementaria para la estratificación del riesgo prostático.

La edad presentó una relación positiva y estadísticamente significativa con las concentraciones de PSA total y PSA libre, observándose que ambos biomarcadores tendieron a incrementarse conforme aumentó la edad de los participantes. En contraste, no se identificó una relación estadísticamente

significativa entre la edad y el porcentaje de PSA libre, lo que indica que el comportamiento de este cociente no siguió la misma tendencia que las concentraciones absolutas de PSA total y libre en la población estudiada.

Bibliografía

1. Desbène, C., Boissan, M., Loric, S., Lamy, P.-J., & Piéroni, L. (2023). Caractéristiques immuno-analytiques du PSA et des biomarqueurs dérivés (PSA total, PSA libre et P2ProPSA). *Annales de Biologie Clinique*, 81(1), 7–23. <https://doi.org/10.1684/abc.2023.1782>
2. Devlin, C. M., Simms, M. S., & Maitland, N. J. (2021). Benign prostatic hyperplasia—What do we know? *BJU International*, 127(4), 389–399. <https://doi.org/10.1111/bju.15229>
3. Eklund, M., Jäderling, F., Discacciati, A., Bergman, M., Annerstedt, M., Aly, M., Glaessgen, A., Carlsson, S., Grönberg, H., & Nordström, T. (2021). MRI-targeted or standard biopsy in prostate cancer screening. *The New England Journal of Medicine*, 385(10), 908–920. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA2100852>
4. European Association of Urology. (2025). EAU guidelines on prostate cancer. EAU Guidelines Office. <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer>
5. Gao, X.-D., Miao, Q., Zhang, J.-L., Zhai, J.-Z., Gui, X.-M., Cai, Y.-H., Niu, Q., & Cai, B. (2022). Clinical application of free/total PSA ratio in the diagnosis of prostate cancer in men over 50 years of age with total PSA levels of 2.0–25.0 ng ml⁻¹ in Western China. *Asian Journal of Andrology*, 24(2), 195–200. <https://doi.org/10.4103/aja202182>
6. Garg, S., Sachdeva, A., Peeters, M., & McClements, J. (2023). Point-of-care prostate specific antigen testing: Examining translational progress toward clinical implementation. *ACS Sensors*, 8(10), 3643–3658. <https://doi.org/10.1021/acssensors.3c01402>
7. Guglielmetti, L. C., Faber-Castell, F., Fink, L., & Villedit-Bille, R. N. (2022). Statistics decrypted—a comprehensive review and smartphone-assisted five-step approach for good statistical practice. *Langenbeck's Archives of Surgery*, 407,

- 529–540.
<https://doi.org/10.1007/s00423-021-02360-0>
8. Heo, J. E., Han, H. H., Jang, W. S., Ham, W. S., Han, W. K., Choi, Y. D., & Lee, J. (2025). Usefulness of free PSA ratio to enhance detection of clinically significant prostate cancer in patients with PI-RADS <3 and PSA ≤10. *Prostate International*, 13(2), 112–115. <https://doi.org/10.1016/j.pnil.2024.12.001>
9. Ho, M. D., Yeo, K.-T. J., & Eggener, S. E. (2024). Time to stop reporting estimates of any prostate cancer risk with percentage of free prostate-specific antigen. *American Journal of Clinical Pathology*, 161(1), 1–3. <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqad109>
10. Hosseini, S. R., Zabihi, A., Habibian, T., & Bijani, A. (2021). Age-specific reference ranges of prostate-specific antigen in the elderly of Amirkola: A population-based study. *Asian Journal of Urology*, 8(2), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2020.03.001>
11. Hugosson, J., Arnsrud Godtman, R., Wallström, J., Axcróna, U., Bergh, A., Egevad, L., Geterud, K., Khatami, A., Socratous, A., Spyratou, V., Svensson, L., Stranne, J., Månsson, M., & Hellström, M. (2024). Results after four years of screening for prostate cancer with PSA and MRI. *The New England Journal of Medicine*, 391(12), 1083–1095. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA2406050>
- Hugosson, J., Månsson, M., Wallström, J., Axcróna, U., Carlsson, S. V., Egevad, L., Geterud, K., Khatami, A., Kohestani, K., Pihl, C.-G., Socratous, A., Stranne, J., Arnsrud Godtman, R., & Hellström, M. (2022). Prostate cancer screening with PSA and MRI followed by targeted biopsy only. *The New England Journal of Medicine*, 387(23), 2126–2137. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA2209454>
12. Kaufmann, B., Pellegrino, P., Zuluaga, L., Ben-David, R., Müntener, M., Keller, E. X., Spanaus, K., von Eckardstein, A., Gorin, M. A., & Poyet, C. (2024). Interassay variability and clinical implications of five different prostate-specific antigen assays. *European Urology Open Science*, 63, 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.euro.2024.03.008>
13. Kovari, A., & Katona, J. (2023). Effect of software

- development course on programming self-efficacy. *Education and Information Technologies*, 28, 10937–10963.
<https://doi.org/10.1007/s10639-023-11617-8>
14. Lin, D. W., Carlsson, S., Filson, C. P., Kim, S. K., Kirkby, E., Konety, B. R., Purysko, A. S., & Souter, L. H. (2026). Updates to early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline (2026). *The Journal of Urology*, 215(5), 491–501.
<https://doi.org/10.1097/JU.0000000000004995>
 15. Nordström, T., Engel, J. C., Bergman, M., Egevad, L., Aly, M., Eklund, M., Palsdottir, T., & Grönberg, H. (2021). Identifying prostate cancer among men with lower urinary tract symptoms. *European Urology Open Science*, 24, 11–16.
<https://doi.org/10.1016/j.euros.2020.12.004>
 16. Shatz, I. (2024). Assumption-checking rather than (just) testing: The importance of visualization and effect size in statistical diagnostics. *Behavior Research Methods*, 56, 826–845.
<https://doi.org/10.3758/s13428-023-02072-x>
 17. Sii, S., Papa, N., Yiu, T. W., Tempo, J., Qu, L., Perera, M., Thompson, I., Ischia, J., Fleshner, N., Smith, E., Ranasinghe, W., Bolton, D., & Woon, D. T. S. (2025). Utility of PSA free-to-total ratio for clinically significant prostate cancer in men with a PSA level of <4 ng/mL. *BJU International*, 135(4), 550–556.
<https://doi.org/10.1111/bju.16597>
 18. Sung, H., Filho, A. M., Laversanne, M., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2026). Global cancer statistics 2024: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 34 cancers in 186 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 76(4), e70090.
<https://doi.org/10.3322/caac.70090>
 19. Tlaiss, Y., Jreij, M., Tlais, M., Yammine, Z. F., Najjar, A. M., Naoufal, R., Samaha, H., Najjar, M., & Ghantous, I. (2024). Association of prostate-specific antigen with age, digital rectal examination, and lower urinary tract symptoms in the Lebanese population: A cross-sectional study. *Cureus*, 16(8), e66991.
<https://doi.org/10.7759/cureus.66991>
 20. Wei, J. T., Barocas, D., Carlsson, S., Coakley, F.,

Egger, S., Etzioni, R., Fine, S. W., Han, M., Kim, S. K., Kirkby, E., Konety, B. R., Miner, M., Moses, K., Nissenberg, M. G., Pinto, P. A., Salami, S. S., Souter, L., Thompson, I. M., & Lin, D. W. (2023). Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline Part I: Prostate cancer screening. *The Journal of Urology*, 210(1), 46–53.