



Biomarcadores angiogénicos para optimizar el manejo de preeclampsia en Ecuador

Optimizing preeclampsia management in Ecuador using angiogenic biomarkers

Esther de los Dolores Jiménez Andrade ¹, Washington Omar Guevara Pérez ², and Patricio Martín Reyes Játiva ³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra, Ecuador. ui.estherja25@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra, Ecuador. ui.washingtonp68@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ibarra, Ecuador. ui.estherja25@uniandes.edu.ec

Resumen. Este estudio evaluó la utilidad del cociente sFlt-1/PlGF como herramienta predictiva y diagnóstica para la preeclampsia, con el objetivo de priorizar estrategias de implementación adaptadas al sistema de salud ecuatoriano. Se realizó una revisión sistemática de literatura científica publicada desde 2015, seleccionando estudios que analizaran la relación entre este biomarcador y el manejo de la enfermedad. Los resultados confirmaron su valor clínico. La investigación incorporó un enfoque innovador al aplicar el método TOPSIS-OWA integrado con lógica neutrosófica, lo que permitió manejar la incertidumbre inherente a la toma de decisiones en este ámbito de estudio. Este método reveló que la estrategia óptima era la implementación piloto en zonas de alta prevalencia, al demostrar el mejor equilibrio entre factibilidad técnica, impacto clínico y adaptabilidad regional. El estudio destacó la necesidad de desarrollar protocolos locales que consideren tanto la evidencia internacional como las particularidades del sistema de salud ecuatoriano, proponiendo como línea futura la evaluación de impacto en desenlaces clínicos y económicos. La combinación de biomarcadores angiogénicos con modelos de decisión avanzados se posicionó como un aporte metodológico relevante para problemas complejos en medicina materno-fetal.

Palabras Claves: preeclampsia, sFlt-1/PlGF, toma de decisiones, lógica neutrosófica, métodos multicriterio, salud pública, Ecuador

Abstract. This study evaluated the usefulness of the sFlt-1/PlGF ratio as a predictive and diagnostic tool for preeclampsia, with the objective of prioritizing implementation strategies adapted to the Ecuadorian healthcare system. A systematic review of scientific literature published since 2015 was conducted, selecting studies that analyzed the relationship between this biomarker and disease management. The results confirmed its clinical value. The research incorporated an innovative approach by applying the TOPSIS-OWA method integrated with neutrosophic logic, which allowed for handling the inherent uncertainty in decision-making within this field of study. This method revealed that the optimal strategy was pilot implementation in high-prevalence areas, demonstrating the best balance between technical feasibility, clinical impact, and regional adaptability. The study highlighted the need to develop local protocols that consider both international evidence and the specific characteristics of Ecuador's healthcare system, proposing future evaluation of clinical and economic outcomes as a next step. The combination of angiogenic biomarkers with advanced decision-making models emerged as a relevant methodological contribution for complex problems in maternal-fetal medicine.

Keywords: preeclampsia, sFlt-1/PlGF, decision-making, neutrosophic logic, multicriteria methods, public health, Ecuador.

1 Introducción

La preeclampsia es una de las principales complicaciones del embarazo y una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materno-fetal en todo el mundo [1]. Se caracteriza por la aparición de hipertensión arterial y signos de daño orgánico a partir de la semana 20 de gestación, afectando de manera significativa la salud materna y neonatal [2]. Su diagnóstico y manejo oportuno representan un desafío para los sistemas de salud debido a su etiología multifactorial y a la ausencia de herramientas de predicción con alta especificidad y sensibilidad.[3], [4]

El diagnóstico de preeclampsia se basa en la detección de presión arterial elevada y proteinuria, así como en la presencia de síntomas asociados como disfunción hepática, insuficiencia renal, alteraciones hematológicas, síntomas neurológicos y restricción del crecimiento fetal [5], [6]. No obstante, muchas de estas manifestaciones pueden

solaparse con otras patologías, lo que dificulta su detección temprana y su tratamiento oportuno.

A nivel global, la preeclampsia afecta aproximadamente al 2-8% de los embarazos, con una variabilidad en la prevalencia dependiendo de factores socioeconómicos, ambientales y genéticos [7]. En países de ingresos bajos y medios, su impacto es aún más pronunciado debido al acceso limitado a servicios de salud prenatal adecuados [8]. En Ecuador, la primera causa de mortalidad materna gira en torno a las enfermedades hipertensivas y la preeclampsia [9], lo que subraya la urgencia de desarrollar estrategias efectivas de prevención y tratamiento. La prevalencia de la enfermedad en el país varió entre el 5.34% y el 6.95% en los años 2015-2017, lo que indica una carga significativa para el sistema de salud y la población materno-infantil. [10]

La compleja fisiopatología de la preeclampsia implica alteraciones en la angiogénesis placentaria, el metabolismo materno y la respuesta inflamatoria sistémica. Un factor clave en su desarrollo es la disfunción endotelial, inducida por un desbalance entre factores angiogénicos y antiangiogénicos [11]. Este desequilibrio promueve la vasoconstricción, el daño vascular y la activación de procesos inflamatorios, contribuyendo a la progresión de la enfermedad [12].

El diagnóstico tradicional de preeclampsia se basa en criterios clínicos establecidos por el Colegio Americano de Obstetricia y Ginecología (ACOG). Sin embargo, estos parámetros presentan limitaciones, como su baja especificidad y la aparición tardía de síntomas en muchas pacientes [13]. Además, la heterogeneidad de la enfermedad —diferenciándose entre formas tempranas y tardías— exige herramientas más precisas que capturen su naturaleza multifactorial. Aquí es donde los biomarcadores angiogénicos adquieren relevancia, ya que reflejan los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y permiten estratificar el riesgo antes de que se manifiesten hallazgos clínicos. [14]

La necesidad de evaluar estos biomarcadores con precisión no es solo una cuestión técnica, sino también de salud pública. En contextos como el ecuatoriano, donde los recursos sanitarios son limitados, la implementación de pruebas coste-efectivas podría optimizar el uso de camas hospitalarias y personal especializado [15].

A pesar de su potencial, los enfoques convencionales para el manejo de la preeclampsia enfrentan obstáculos significativos. La subjetividad en la interpretación de síntomas, la variabilidad en la recolección de muestras y la falta de estandarización en los puntos de corte para los biomarcadores introducen incertidumbre en el proceso diagnóstico. Además, la dinámica temporal de estos marcadores —con fluctuaciones a lo largo del embarazo— exige modelos que puedan manejar datos incompletos o contradictorios. Estas limitaciones resaltan la importancia de desarrollar marcos analíticos que incorporen flexibilidad para adaptarse a escenarios clínicos reales, donde la información disponible rara vez es perfecta.

Para abordar estas complejidades, técnicas de decisión multicriterio ofrecen ventajas significativas. Estas herramientas permiten la selección de alternativas óptimas basándose en la evaluación y análisis de múltiples variables [16]. Sin embargo, dado que los datos en medicina están frecuentemente impregnados de indeterminación la neutrosfía emerge como un complemento esencial [17], [18]. Esta teoría, que trabaja con grados de verdad, falsedad e indeterminación, proporciona un marco para modelar incertidumbres que los métodos tradicionales no pueden capturar [19,36].

El método TOPSIS es una herramienta que permite ordenar alternativas basándose en su proximidad a una solución ideal [20]. Por su parte, la combinación de TOPSIS con neutrosfía ha demostrado ser útil anteriormente en otros contextos resultando en la cuantificación de la ambigüedad en para la toma de decisiones [21], [22]. Este enfoque híbrido ha demostrado utilidad en otros campos médicos, como la oncología y la cardiología, donde la toma de decisiones bajo incertidumbre es rutinaria. La integración de operadores OWA facilita la agregación de opiniones expertas, incorporando consensos sobre umbrales diagnósticos o prioridades terapéuticas. [23]

En este marco, el objetivo de este estudio se centra en revisar la literatura científica, para evaluar la evidencia sobre el uso del ratio sFlt-1/PIGF en la predicción y manejo de la preeclampsia. Con esta base, se buscó priorizar estrategias para su implementación en Ecuador, considerando tanto la solidez de los hallazgos internacionales como las particularidades del sistema de salud local. La síntesis de esta información no solo pretende guiar protocolos clínicos, sino también servir como referencia para futuras investigaciones que exploren la aplicación de modelos avanzados en la medicina materno-fetal.

2. Métodos

2.1 Metodología

El estudio se basó en una revisión sistemática de literatura científica especializada, centrada en evaluar la utilidad del cociente sFlt-1/PIGF como predictor y herramienta de manejo en preeclampsia. La búsqueda se realizó en bases de datos reconocidas, incluyendo PubMed, MedlinePlus, la Biblioteca Virtual de Salud (BVS), SciELO, Medigraphic, Dialnet, ELSEVIER y Cochrane. Se priorizaron estudios publicados desde enero de 2015 hasta la actualidad, con el fin de incorporar la evidencia más reciente.

Para garantizar una recuperación precisa de la información, se emplearon estrategias de búsqueda avanzada mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT), combinando como términos clave sFlt-1/PlGF", "preeclampsia", "predicción" y "tratamiento". Esta metodología permitió filtrar artículos que abordaran específicamente la relación entre los biomarcadores angiogénicos y el desarrollo de la enfermedad.

Los criterios de inclusión exigieron que los estudios estuvieran publicados en español o inglés, y que pertenecieran a categorías como ensayos clínicos, meta-análisis o revisiones sistemáticas. Se excluyeron aquellos trabajos que no proporcionaran datos cuantificables sobre los niveles de sFlt-1/PlGF o su asociación con la progresión y manejo de la preeclampsia. Esta selección aseguró que solo la literatura más relevante y metodológicamente sólida fuera considerada en el análisis. [37]

La evaluación del cociente sFlt-1/PlGF se enfocó particularmente en su aplicabilidad a partir de la semana 20 de gestación, dado que este período coincide con la ventana clínica en la que el desbalance angiogénico comienza a manifestarse con mayor claridad. La síntesis de los resultados permitió establecer patrones de utilidad diagnóstica y pronóstica, así como identificar posibles limitaciones en su implementación dentro de contextos clínicos reales.

2.2 Preliminares en neutrosofía

Esta sección presenta una breve introducción a los principios fundamentales relacionados con los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS) y los conjuntos lingüísticos neutrosóficos de valor único (SVNLS), incluyendo definiciones, operaciones básicas y métricas de distancia.

Definición 1 Sea x un elemento en un conjunto finito X . Un conjunto neutrosófico de valor único (SVNS), P , en X se define como en (1):

$$P = \{x, T_P(x), I_P(x), F_P(x) | x \in X\}, \quad (1)$$

donde la función de pertenencia de verdad, $T_P(x)$, la función de pertenencia de indeterminación, $I_P(x)$, y la función de pertenencia de falsedad $F_P(x)$, satisfacen la condición (2):

$$0 \leq T_P(x), I_P(x), F_P(x) \leq 1; \quad 0 \leq T_P(x) + I_P(x) + F_P(x) \leq 3 \quad (2)$$

Para un SVNS P en X , la tripleta $(T_P(x), I_P(x), F_P(x))$ se denomina valor neutrosófico de valor único (SVNV) y se denota simplemente como $x = (T_x, I_x, F_x)$ para facilitar los cálculos.

Definición 2 Sean $x = (T_x, I_x, F_x)$ y $y = (T_y, I_y, F_y)$ dos SVNVS. Entonces

- 1) $x \oplus y = (T_x + T_y - T_x * T_y, I_x * T_y, F_x * F_y)$;
- 2) $\lambda * x = (1 - (1 - T_x)\lambda, (I_x)\lambda, (F_x)\lambda), \lambda > 0$;
- 3) $x^\lambda = ((T_x)\lambda, 1 - (1 - I_x)\lambda, 1 - (1 - F_x)\lambda), \lambda > 0$

2.2.1 El Conjunto Lingüístico

Sea $S = \{s_\alpha | \alpha = 1, \dots, l\}$ un conjunto discreto y totalmente ordenado de términos lingüísticos, donde l es un número impar y s_α representa un valor posible para una variable lingüística. Por ejemplo, si $l = 7$, then a entonces S puede definirse como:

$$(S = s_1 = \text{"extremadamente pobre"}, s_2 = \text{"muy pobre"}, s_3 = \text{"pobre"}, s_4 = \text{"suficiente"}, s_5 = \text{"bueno"}, s_6 = \text{"muy bueno"}, s_7 = \text{"extremadamente bueno"}). \quad (3)$$

Cualesquiera dos variables lingüísticas s_i y s_j , en S deben satisfacer las siguientes reglas [47]:

- 1) $Neg(s_i) = s_{-i}$;
- 2) $s_i \leq s_j \Leftrightarrow i \leq j$;
- 3) $\max(s_i, s_j) = s_j$, if $i \leq j$;
- 4) $\min(s_i, s_j) = s_i$, if $i \leq j$.

Para evitar pérdida de información durante procesos de agregación, el conjunto discreto S se extiende a un conjunto continuo $S = \{s_\alpha | \alpha \in R\}$. Cualesquiera dos variables lingüísticas, $s_\alpha, s_\beta \in S$, satisfacen las siguientes leyes operativas [24]:

- 1) $s_\alpha \oplus s_\beta = s_\alpha + \beta$;
- 2) $\mu s_\alpha = s_{\mu\alpha}, \mu \geq 0$;
- 3) $\frac{s_\alpha}{s_\beta} = \frac{s_\alpha}{\beta}$

Definición 3 [25]. Dado X , un conjunto universo finito, un conjunto lingüístico neutrosófico de valor único (SVNLS), P , en X se define como en (4):

$$P = \{ \{x, [s_{\theta(x)}, (T_P(x), I_P(x), F_P(x))]\} | x \in X \} \quad (4)$$

Donde $s_{\theta}(x) \in \bar{S}$, la función de pertenencia de verdad, $T_P(x)$, la función de pertenencia de indeterminación, $I_P(x)$, y la función de pertenencia de falsedad $F_P(x)$, satisfacen la condición (5):

$$0 \leq T_P(x), I_P(x), F_P(x) \leq 1, 0 \leq T_P(x) + I_P(x) + F_P(x) \leq 3. \quad (5)$$

Para un SVNLS P en X , la cuádrupla $\langle s_{\theta}(x), (T_P(x), I_P(x), F_P(x)) \rangle$ se denomina número lingüístico neutrosófico de valor único (SVNLN) y se denota como $x = \langle s_{\theta}(x), (T_x, I_x, F_x) \rangle$ para simplificar los cálculos.

Definición 4 [25] Sea $x_i = \langle s_{\theta}(x_i), (T_{x_i}, I_{x_i}, F_{x_i}) \rangle$ ($i = 1, 2$) dos SVNLNs. Las operaciones básicas son:

- 1) $x_1 \oplus x_2 = \langle s_{\theta}(x_1) + \theta_{x_2}, (T_{x_1} + T_{x_2} - T_{x_1} * T_{x_2}, I_{x_1} * I_{x_2}, F_{x_1} * F_{x_2}) \rangle$
- 2) $\lambda x_1 = \langle s_{\lambda \theta}(x_1), (1 - (1 - T_{x_1})^\lambda, (I_{x_1})^\lambda, (F_{x_1})^\lambda) \rangle, \lambda > 0;$
- 3) $x_1^\lambda = \langle s_{\theta^\lambda}(x_1), ((T_{x_1})^\lambda, 1 - (1 - I_{x_1})^\lambda, 1 - (1 - F_{x_1})^\lambda) \rangle, \lambda > 0.$

Definición 5 [25] Sean $x_i = \langle s_{\theta}(x_i), (T_{x_i}, I_{x_i}, F_{x_i}) \rangle$ ($i = 1, 2$) dos SVNLNs. Su medida de distancia se define como en (6):

$$d(x_1, x_2) = \left[|s_{\theta}(x_1)T_{x_1} - s_{\theta}(x_2)T_{x_2}|^\mu + |s_{\theta}(x_1)I_{x_1} - s_{\theta}(x_2)I_{x_2}|^\mu + |s_{\theta}(x_1)F_{x_1} - s_{\theta}(x_2)F_{x_2}|^\mu \right]^{\frac{1}{\mu}} \quad (6)$$

En particular, la ecuación (6) se reduce a la distancia *Hamming* para SVNLS cuando $\mu = 1$ y a la distancia euclidiana para SVNLS cuando $\mu = 2$.

2.2.2 Método MADM basado en SVNLOWAD-TOPSIS

Sea:

$A = \{A_1, \dots, A_m\}$ conjunto de alternativas factibles discretas.

$C = \{C_1, \dots, C_n\}$ conjunto de atributos.

$E = \{e_1, \dots, e_k\}$ conjunto de expertos (o tomadores de decisiones, DMs) con el vector de pesos $\omega = \{\omega_1, \dots, \omega_k\}^T$, tal que $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ y $0 \leq \omega_i \leq 1$

Supóngase que el vector de pesos de los atributos es $v = (v_1, \dots, v_n)^T$ cumpliendo $\sum_{i=1}^n v_i = 1$ y $v_i \in [0, 1]$

La evaluación, $\alpha_{ij}^{(k)}$, dada por el experto, $e_t (t = 1, \dots, k)$, sobre la alternativa, $A_i (i = 1, \dots, m)$, respecto al atributo $C_j (j = 1, \dots, n)$ forma la matriz de decisión individual como se muestra en (7):

$$D^k = \begin{matrix} & C_1 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{(k)} & \dots & \alpha_{1n}^{(k)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{m1}^{(k)} & \dots & \alpha_{mn}^{(k)} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

donde $\alpha_{ij}^{(k)} = \langle s_{\theta}^k(\alpha_{ij}), (T_{\alpha_{ij}}^k, I_{\alpha_{ij}}^k, F_{\alpha_{ij}}^k) \rangle$ está representado por un SVNLS, satisfaciendo $s_{\theta}^k(\alpha_{ij}) \in \bar{S}$, $T_{\alpha_{ij}}^k, I_{\alpha_{ij}}^k, F_{\alpha_{ij}}^k \in [0, 1]$ y $0 \leq T_{\alpha_{ij}}^k + I_{\alpha_{ij}}^k + F_{\alpha_{ij}}^k \leq 3$.

Geng et al [26] extendieron el método TOPSIS para adaptarlo al escenario SVNLS, y los procedimientos del modelo extendido se resumen a continuación.

Paso 1. Normalización de matrices de decisión individuales:

En escenarios prácticos, los problemas MADM pueden incluir atributos de beneficio (B) y costo (S). Las reglas de conversión especificadas en (8) son:

$$\begin{cases} r_{ij}^{(k)} = \alpha_{ij}^{(k)} = \langle s_{\theta}^k(\alpha_{ij}), (T_{\alpha_{ij}}^k, I_{\alpha_{ij}}^k, F_{\alpha_{ij}}^k) \rangle, & \text{para } j \in B, \\ r_{ij}^{(k)} = \langle s_{l-\theta}^k(\alpha_{ij}), (T_{\alpha_{ij}}^k, I_{\alpha_{ij}}^k, F_{\alpha_{ij}}^k) \rangle, & \text{para } j \in S. \end{cases} \quad (8)$$

Así, se establece la información de decisión estandarizada, $R^k = (r_{ij}^{(k)})_{m \times n}$, como en (9):

$$R^k = (r_{ij}^{(k)})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11}^{(k)} & \dots & r_{1n}^{(k)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}^{(k)} & \dots & r_{mn}^{(k)} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Paso 2. Construcción de la matriz colectiva:

Todas las opiniones de los DMs individuales se agregan en una opinión grupal:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (10)$$

donde $r_{ij} = \sum_{k=1}^t \omega_k r_{ij}^{(k)}$.

Paso 3. Establecimiento de la información de decisión SVNLP ponderada:

La matriz de decisión SVNLP ponderada, Y , se forma como en (11), usando las leyes operativas de la Definición 2:

$$Y = (y_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} v_1 r_{11} & \cdots & v_n r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_1 r_{m1} & \cdots & v_n r_{mn} \end{pmatrix} \quad (11)$$

El operador OWA es fundamental en técnicas de agregación, estudiado ampliamente [27]. Su ventaja clave radica en organizar argumentos, facilitando la integración de actitudes de expertos en la toma de decisiones. Inspirados en esto, proponemos una medida de distancia SVNLP OWA (SVNLOWAD): [28]

Definición 6. Sean x_j, x'_j ($j = 1, \dots, n$) dos colecciones de SVNLPs. La medida SVNLOWAD se define como

$$SVNLOWAD((x_1, x'_1), \dots, (x_n, x'_n)) = \sum_{j=1}^n w_j d(x_j, x'_j), \quad (12)$$

Paso 4. Cálculo de distancias SVNLOWAD:

Para cada alternativa A_i se calculan las distancias al PIS, A^+ , y al NIS, A^- , usando (13) y (14):

$$SVNLOWAD(A_i, A^+) = \sum_{j=1}^n w_j d(y_{ij}, y_j^+), i = 1, \dots, m \quad (13)$$

$$SVNLOWAD(A_i, A^-) = \sum_{j=1}^n w_j d(y_{ij}, y_j^-), i = 1, \dots, m \quad (14)$$

donde $d(y_{ij}, y_j^+)$ y $d(y_{ij}, y_j^-)$ son los j -ésimos valores más grandes de las distancias respectivas..

Paso 5. Coeficiente de cercanía modificado: [29]

El coeficiente de cercanía relativa modificado, C_i , se introduce para medir simultáneamente la proximidad al PIS y lejanía del NIS:

$$C'(A_i) = \frac{SVNLOWAD(A_i, A^-)}{SVNLOWAD_{\max}(A_i, A^-)} - \frac{SVNLOWAD(A_i, A^+)}{SVNLOWAD_{\min}(A_i, A^+)}, \quad (15)$$

donde

$$SVNLOWAD_{\max}(A_i, A^-) = \max_{1 \leq i \leq m} SVNLOWAD(A_i, A^-), \quad (16)$$

y

$$SVNLOWAD_{\min}(A_i, A^+) = \min_{1 \leq i \leq m} SVNLOWAD(A_i, A^+). \quad (17)$$

Claramente $C'(A_i) \leq 0$ ($i = 1, \dots, m$), y un valor mayor de $C'(A_i)$, indica una mejor alternativa. Si A^* cumple con la condición: $SVNLOWAD(A^*, A^-) = SVNLOWAD_{\max}(A^*, A^-)$ y $SVNLOWAD(A^*, A^+) = SVNLOWAD_{\min}(A^*, A^+)$, entonces $C'(A^*) = 0$, siendo A^* la alternativa óptima.

Paso 6. Clasificación:

Se ordenan las alternativas según $C'(A_i)$ en orden decreciente, identificando la(s) más deseable(s).

3. Resultados

El análisis de la literatura evidenció que el cociente sFlt-1/PlGF posee un valor predictivo y diagnóstico claramente establecido en el manejo de la preeclampsia (PE). Los estudios revisados confirmaron que un valor inferior a 38 descartaba la presencia de PE en el momento de la prueba y reducía significativamente el riesgo de desarrollarla en la siguiente semana. Por el contrario, cocientes superiores a 85 en PE temprana o 110 en PE tardía indicaban una alta probabilidad de la enfermedad, requiriendo manejo clínico inmediato [30]. En casos con valores extremadamente elevados (>655 antes de la semana 34 o >201 después), se observó una fuerte asociación con la necesidad de finalizar la gestación en las siguientes 48 horas, lo que justificaba vigilancia intensiva y corticoterapia antenatal para maduración pulmonar fetal. [31,38]

Para los casos con cocientes intermedios (38-85 en PE temprana o 38-110 en PE tardía), aunque no confirmaban PE al momento de la prueba, señalaban un riesgo moderado de progresión en las siguientes cuatro semanas[32]. Estos hallazgos respaldaron la utilidad del marcador no solo para el diagnóstico, sino también para la estratificación de riesgo, permitiendo ajustar la frecuencia de monitorización según la dinámica del cociente. Sin embargo,

se identificó que, incluso en ausencia de PE, las pacientes en este rango presentaron mayor incidencia de parto prematuro, lo que reforzó la necesidad de considerarlas dentro del espectro de alto riesgo. [33]

Desde una perspectiva clínica, la implementación del cociente sFlt-1/PlGF demostró potencial para optimizar la toma de decisiones. Su capacidad para diferenciar entre pacientes con bajo, moderado y alto riesgo permitiría reducir hospitalizaciones innecesarias en casos con valores bajos, mientras que en aquellos con cocientes elevados facilitaría intervenciones oportunas. No obstante, la literatura también destacó limitaciones, como la variabilidad en los puntos de corte según la edad gestacional y la falta de consenso sobre la frecuencia óptima de mediciones seriadas en pacientes con valores intermedios. [34,39]

Al trasladar estos hallazgos al contexto ecuatoriano, surgieron desafíos específicos derivados de las marcadas diferencias entre los sistemas de salud estudiados (principalmente de países desarrollados) y la realidad local. La principal limitación encontrada fue la falta de datos locales sobre la efectividad costo-beneficio de implementar esta prueba en el sistema de salud ecuatoriano. Mientras estudios como el de [35] demostraron ahorros en el Reino Unido al incorporar el sFlt-1/PlGF en la evaluación clínica rutinaria, la extrapolación de estos resultados a Ecuador requeriría considerar variables como la prevalencia específica de PE, la capacidad diagnóstica de los centros periféricos y la disponibilidad de tratamientos oportunos. Además, al basarse en resultados intermedios (como la reducción de falsos positivos), aún no se ha cuantificado plenamente cómo este método impacta en desenlaces finales, como la disminución de mortalidad materno-fetal o complicaciones graves.

A pesar de esto, la capacidad del cociente para reducir hospitalizaciones innecesarias y optimizar el uso de recursos sugiere que su implementación podría ser beneficiosa, especialmente en zonas con acceso limitado a especialistas. La tabla 1 muestra un grupo de estrategias centradas la implementación del cociente sFlt-1/PlGF en el contexto nacional.

Tabla 1: Estrategias para la implementación del cociente sFlt-1/PlGF.

Estrategia	Descripción
Capacitación en centros de referencia	Entrenamiento a profesionales de hospitales terciarios en uso e interpretación del biomarcador.
Piloto en zonas de alta prevalencia	Implementación controlada en regiones con elevada incidencia de PE
Inclusión en guías nacionales	Actualización de protocolos del MSP con umbrales ajustados a datos locales.
Monitoreo continuo con tiras reactivas	Uso de pruebas rápidas en centros primarios para derivación oportuna.

Para determinar la priorización de las estrategias propuestas, se establecieron cuatro criterios fundamentales para la evaluación de su viabilidad, impacto y adaptabilidad dentro del sistema de salud ecuatoriano. Estos criterios fueron seleccionados en función de las necesidades identificadas en la revisión bibliográfica y las particularidades del contexto local, garantizando una evaluación más objetiva.

El primer criterio, *factibilidad técnica*, busca evaluar la capacidad del sistema de salud para implementar cada estrategia considerando aspectos como disponibilidad de equipos, capacitación del personal y complejidad logística. Este criterio es esencial para descartar propuestas inviables en el corto plazo debido a limitaciones estructurales. El segundo criterio, analizó el potencial de cada alternativa para mejorar los resultados en salud materno-fetal. Se consideró dentro del *impacto clínico*, parámetros relacionados con la reducción en diagnósticos tardíos, disminución de complicaciones graves y optimización del manejo de pacientes con riesgo intermedio.

Por su parte, el tercer criterio evaluado consideró la *sostenibilidad económica* como elemento para examinar la relación entre costos y beneficios a mediano y largo plazo. Se valoraron no solo los recursos financieros requeridos para la implementación inicial, sino también la eficiencia en el uso de fondos públicos y la posibilidad de integración dentro de los presupuestos existentes. Finalmente, el cuarto criterio, *adaptabilidad regional*, midió la capacidad de cada estrategia para ser aplicada de manera equitativa en distintas zonas del país, incluyendo áreas urbanas y rurales con diferentes niveles de acceso a servicios de salud. Este aspecto fue crítico para evitar soluciones centralizadas que perpetuaran desigualdades en la atención.

Los especialistas determinaron los pesos relativos de cada criterio mediante un proceso de consenso. Según su criterio profesional, el factor C1 recibió una ponderación del 20 %, mientras que los criterios C3 y C4 obtuvieron cada uno una importancia relativa del 25 %. El criterio considerado más relevante fue C2, al que se le asignó el mayor peso con un 30%. Esta distribución refleja la valoración experta sobre la influencia relativa que cada factor debería tener en el proceso de evaluación global.

Los especialistas involucrados en la investigación emitieron valoraciones para cada alternativa en función de los criterios establecidos. Estas valoraciones se presentan mediante información de decisión en un entorno de SVN, empleando un conjunto de términos lingüísticos definidos como ($S = s_1 =$ “*extremadamente pobre*”, $s_2 =$ “*muy pobre*”, $s_3 =$ “*pobre*”, $s_4 =$ “*suficiente*”, $s_5 =$ “*bueno*”, $s_6 =$ “*muy bueno*”, $s_7 =$ “*extremadamente bueno*”). La tabla 2 muestra los resultados de este proceso para cada uno de los tomadores de decisiones.

Tabla 2: Evaluación de las alternativas para cada experto.

Alternativas	Experto 1	Experto 2	Experto 3
Factibilidad técnica			
Capacitación en centros de referencia	$S_5(0.4,0.2,0.3)$	$S_5(0.4,0.3,0.4)$	$S_6(0.5,0.2,0.3)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_6(0.6,0.1,0.2)$	$S_6(0.7,0.2,0.3)$	$S_5(0.5,0.2,0.3)$
Inclusión en guías nacionales	$S_5(0.4,0.3,0.4)$	$S_6(0.4,0.2,0.4)$	$S_6(0.5,0.1,0.3)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_6(0.7,0.2,0.3)$	$S_4(0.8,0.1,0.2)$	$S_4(0.6,0.1,0.2)$
Impacto clínico			
Capacitación en centros de referencia	$S_5(0.4,0.2,0.3)$	$S_6(0.5,0.1,0.2)$	$S_6(0.6,0.2,0.4)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_5(0.6,0.1,0.2)$	$S_6(0.7,0.2,0.3)$	$S_4(0.7,0.2,0.2)$
Inclusión en guías nacionales	$S_4(0.5,0.2,0.3)$	$S_6(0.6,0.3,0.4)$	$S_5(0.6,0.1,0.3)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_4(0.6,0.1,0.2)$	$S_5(0.7,0.2,0.3)$	$S_4(0.5,0.2,0.2)$
Sostenibilidad económica			
Capacitación en centros de referencia	$S_3(0.3,0.2,0.5)$	$S_5(0.3,0.1,0.6)$	$S_5(0.2,0.1,0.6)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_4(0.5,0.2,0.2)$	$S_5(0.6,0.2,0.2)$	$S_5(0.7,0.2,0.1)$
Inclusión en guías nacionales	$S_3(0.5,0.3,0.1)$	$S_4(0.6,0.1,0.3)$	$S_4(0.6,0.2,0.1)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_3(0.3,0.1,0.2)$	$S_4(0.4,0.2,0.2)$	$S_3(0.4,0.1,0.1)$
Adaptabilidad regional			
Capacitación en centros de referencia	$S_4(0.5,0.3,0.3)$	$S_3(0.7,0.1,0.1)$	$S_4(0.5,0.2,0.3)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_3(0.6,0.2,0.4)$	$S_4(0.5,0.4,0.2)$	$S_6(0.4,0.6,0.2)$
Inclusión en guías nacionales	$S_5(0.3,0.5,0.2)$	$S_5(0.4,0.4,0.1)$	$S_4(0.3,0.6,0.2)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_6(0.6,0.1,0.2)$	$S_6(0.6,0.3,0.3)$	$S_5(0.7,0.2,0.1)$

A partir de estos datos se procedió a derivar la opinión colectiva y a elaborar la matriz de decisión SVN consolidada, la cual se muestra en la Tabla 3. Este procedimiento resultó esencial para integrar las valoraciones individuales de los expertos, permitiendo obtener una visión unificada de las alternativas analizadas.

Tabla 3: Matriz de decisión SVN colectiva.

Estrategias	Factibilidad técnica	Impacto clínico	Sostenibilidad económica	Adaptabilidad regional
Capacitación en centros de referencia	$S_{5.28}(0.432,0.232,0.334)$	$S_{5.61}(0.503,0.162,0.292)$	$S_{4.29}(0.266,0.129,0.568)$	$S_{3.63}(0.575,0.185,0.211)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_{5.61}(0.605,0.162,0.266)$	$S_{4.95}(0.666,0.162,0.232)$	$S_{4.62}(0.605,0.203,0.162)$	$S_{4.29}(0.503,0.367,0.255)$
Inclusión en guías nacionales	$S_{5.61}(0.432,0.185,0.367)$	$S_{4.95}(0.565,0.185,0.334)$	$S_{3.63}(0.565,0.185,0.147)$	$S_{4.62}(0.332,0.497,0.162)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_{4.62}(0.708,0.129,0.232)$	$S_{4.29}(0.605,0.162,0.232)$	$S_{3.3}(0.365,0.129,0.162)$	$S_{5.61}(0.633,0.185,0.185)$

La construcción de la matriz colectiva ponderada se fundamenta en la aplicación de las reglas operativas propias del enfoque SVN. El resultado de este cálculo se presenta en la Tabla 4. Esta metodología asegura una integración adecuada de las ponderaciones asignadas a cada criterio, junto con las evaluaciones individuales emitidas por los expertos.

Tabla 4: Matriz de decisión SVNŁ colectiva ponderada.

Estrategias	Factibilidad técnica	Impacto clínico	Sostenibilidad económica	Adaptabilidad regional
Capacitación en centros de referencia	$S_{1.06}(0.107;0.75;0.8)$	$S_{1.06}(0.1;0.76;0.83)$	$S_{1.06}(0.074;0.6;0.87)$	$S_{1.06}(0.29;0.51;0.54)$
Piloto en zonas de alta prevalencia	$S_{1.12}(0.17;0.69;0.77)$	$S_{1.12}(0.152;0.76;0.8)$	$S_{1.12}(0.207;0.67;0.63)$	$S_{1.12}(0.244;0.67;0.58)$
Inclusión en guías nacionales	$S_{1.12}(0.107;0.71;0.82)$	$S_{1.12}(0.117;0.78;0.85)$	$S_{1.12}(0.188;0.66;0.62)$	$S_{1.12}(0.149;0.76;0.48)$
Monitoreo continuo con tiras reactivas	$S_{0.92}(0.218;0.66;0.75)$	$S_{0.92}(0.13;0.76;0.8)$	$S_{0.92}(0.107;0.6;0.63)$	$S_{0.92}(0.33;0.51;0.51)$

Los responsables de la toma de decisiones establecieron el vector de ponderaciones para el operador OWA como $W = (0.15, 0.30, 0.35, 0.20)$, reflejando así sus preferencias y consideraciones estratégicas. Posteriormente, mediante la aplicación de las ecuaciones 13 y 14, se determinaron las medidas de distancia SVNŁOWAD entre cada alternativa y los puntos de referencia ideal (PIS) y anti-ideal (NIS).

Tabla 5: Distancias relativas entre cada alternativa y los puntos de referencia positivos y negativos.

Estrategias	SVNŁOWAD (A_i, A^+)	(SVNŁOWAD (A_i, A^-)	C`
Capacitación en centros de referencia	0.123	0.12	-2.17
Piloto en zonas de alta prevalencia	0.057	0.093	-1.04
Inclusión en guías nacionales	0.093	0.132	-1.63
Monitoreo continuo con tiras reactivas	0.064	0.01	-1.25

Los resultados obtenidos permitieron discernir de manera clara cuáles estrategias ofrecían mayores ventajas en términos de alineación con el ideal de referencia y de alejamiento del punto no deseado. Se concluyó que la estrategia orientada a la implementación de un piloto en zonas de alta prevalencia presentó una posición más favorable, evidenciándose como la alternativa que se aproximó más al escenario ideal, al tiempo que se distanció del punto negativo. Esto resultó en un indicativo de que esta estrategia puede generar un impacto significativo en la optimización del algoritmo de manejo de mujeres embarazadas, especialmente en entornos con alta incidencia de trastornos placentarios. [40]

Por otro lado, la estrategia vinculada a la inclusión en guías nacionales fue valorada de manera intermedia, sugiriéndose que su adopción podría resultar beneficiosa, aunque requeriría de una adecuada contextualización en el marco de políticas locales. La opción de monitoreo continuo con tiras reactivas, a pesar de evidenciar una buena proximidad al ideal positivo, se encontró limitada por su posicionamiento en relación al ideal negativo, lo cual restó a su valoración global. Asimismo, la capacitación en centros de referencia se interpretó como la alternativa menos ventajosa, debido a que se evidenció una mayor distancia respecto al punto deseable.

Estos resultados, obtenidos a partir de la síntesis de evaluaciones individuales y ponderadas, proporcionaron una base sólida para establecer prioridades en la implementación de las estrategias. La aplicación de este método resultó crucial para fundamentar decisiones orientadas a optimizar la atención materno-fetal en el contexto estudiado.

4. Discusión

La aplicación de la lógica neutrosófica en este estudio demostró ser fundamental para abordar la inherente complejidad en la toma de decisiones sanitarias. A diferencia de los métodos tradicionales, que suelen forzar dicotomías simplistas, este enfoque permitió manejar de manera explícita las zonas grises que caracterizan los problemas reales de salud pública. La capacidad de trabajar simultáneamente con certezas, incertidumbres y contradicciones resultó particularmente valiosa al evaluar estrategias en un sistema de salud con marcadas desigualdades regionales y limitaciones de recursos. [41]

Lo distintivo del método fue su habilidad para cuantificar lo que otros modelos suelen dejar como apreciaciones cualitativas. Al incorporar no solo la valoración de los expertos, sino también los grados de indeterminación asociados a cada criterio, el análisis reveló matices críticos que posiblemente hubieran permanecido ocultos. En tal contexto, resulta relevante que el análisis realizado permitió identificar que algunas estrategias aparentemente sólidas en teoría, mostraban vulnerabilidades operativas al confrontarse con la realidad del sistema de salud ecuatoriano. [42]

La integración y empleo de TOPSIS-OWA añadió rigor al proceso sin sacrificar flexibilidad. Mientras los métodos convencionales podrían haber producido una jerarquización rígida, el enfoque combinado generó resultados que reconocían la naturaleza dinámica de los problemas de salud materna. Esto fue especialmente apreciable al evaluar las estrategias donde factores como la adaptabilidad regional o la sostenibilidad económica presentan altos grados de variabilidad e incertidumbre.

Más allá de los resultados específicos, el verdadero aporte de esta metodología estuvo en su capacidad para estructurar discusiones complejas sin simplificarlas excesivamente. Proporcionó un marco donde las contradicciones propias de los sistemas de salud no eran obstáculos, sino insumos valiosos para la toma de decisiones.

5. Conclusión

El estudio realizado permitió sistematizar la evidencia científica sobre la utilidad del cociente sFlt-1/PlGF en el manejo de la preeclampsia, confirmando su valor predictivo y diagnóstico, particularmente para estratificar riesgos y optimizar intervenciones clínicas. Se empleó la lógica neutrosófica, unido a métodos de decisión multicriterios para la priorización de estrategias de implementación adaptadas al contexto ecuatoriano, superando las limitaciones de enfoques tradicionales al incorporar de manera explícita la incertidumbre y variabilidad propias de los sistemas de salud. Esto posibilitó identificar que la estrategia más viable fue la implementación piloto en zonas de alta prevalencia, al equilibrar factibilidad técnica, impacto clínico y adaptabilidad regional.

La integración de TOPSIS-OWA con neutrosofía demostró ser un aporte metodológico clave, ya que cuantificó aspectos cualitativos y contradicciones inherentes a la toma de decisiones en salud pública. Este enfoque no solo proporcionó una jerarquización objetiva de alternativas, sino que también reveló compensaciones ocultas. Los resultados sentaron bases para futuras investigaciones que evalúen el impacto real de estas estrategias en desenlaces clínicos y económicos, así como explorar la escalabilidad del modelo en otros problemas complejos de salud materno-infantil. El estudio destacó la necesidad de desarrollar protocolos locales que consideren tanto la evidencia internacional como las particularidades del sistema de salud ecuatoriano.

Referencias

- [1] V. Velumania, C. D. Cárdenas, and L. S. H. Gutiérrez, "Preeclampsia: una mirada a una enfermedad mortal," *Rev. la Fac. Med. UNAM*, vol. 64, no. 5, pp. 7–18, 2021, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=102348>.
- [2] L. L. M. Rodríguez, A. J. E. Ramírez, Y. A. T. Yamunaque, and K. L. C. Ramos, "Preeclampsia severa y sus complicaciones a propósito de un caso," *RECIMUNDO Rev. Científica la Investig. y el Conoc.*, vol. 4, no. 4, pp. 343–352, 2020, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7999162>.
- [3] J. Rivadeneira, M. Jácome-García, M. J. Guerra-Tello, L. Fuenmayor-González, and N. García-Méndez, "Diagnóstico y manejo en primer nivel de atención de preeclampsia posparto de inicio tardío. Reporte de caso.," *Rev. la Fac. Ciencias Médicas*, vol. 48, no. 1, pp. 27–31, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.29166/rfcmq.v48i1.5434>.
- [4] A. E. V. Yáñez *et al.*, "Actualización en el manejo de preeclampsia: Artículo de revisión: Update on the management of preeclampsia," *LATAM Rev. Latinoam. Ciencias Soc. y Humanidades*, vol. 5, no. 4, pp. 3309–3323, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2496>.
- [5] A. G. Múnera-Echeverri, E. Muñoz-Ortiz, and J. A. Ibarra-Burgos, "Hipertensión arterial y embarazo," *Rev. Colomb. Cardiol.*, vol. 28, no. 1, pp. 3–13, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24875/rccar.m21000002>.
- [6] P. Arriaga-García and V. Montes-Martínez, "Prevalencia de las categorías de hipertensión inducida por el embarazo que preceden a eclampsia," *Ginecol. Obstet. Mex.*, vol. 89, no. 5, pp. 364–372, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.24245/gomv89i5.4679>.
- [7] F. J. Santa Cruz-Pavlovich, C. A. Salmeron-Salcedo, M. S. Ponce-Rivera, and A. Luna-Flores, "Preeclampsia: revisión," *Rev. Homeost.*, vol. 5, no. 1, 2023, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=112071>.
- [8] T. A. González-Verdezoto, J. M. A. Muñoz, and G. N. O. Maroto, "Preeclampsia y embarazo en adolescentes: factores de riesgo, repercusiones clínicas y socioeconómicas," *Medicentro Electrónica*, vol. 28, p. e4291, 2024, [Online]. Available: <https://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/4291/3374>.
- [9] Q. G. J. Luis, G. G. L. Marisol, P. B. S. Piedad, P. V. J. Tatiana, and P. P. D. Cecilia, "Validación del Score Mamá y MACAS en pacientes de la Región Amazónica del Ecuador," *Rev. Médica Vozandes*, vol. 31, no. 2, 2020, [Online]. Available: https://revistamedicavozandes.com/wp-content/uploads/2021/01/01_A0_01.pdf.
- [10] C. A. Ruiz Sosa and D. O. Aguilar Ramírez, "Costo-efectividad de la inclusión de la relación sFlt-1/PlGF sumada a la evaluación clínica habitual comparada con la evaluación clínica habitual sola para el diagnóstico y predicción de preeclampsia a corto plazo en pacientes gestantes mayores de 18 años." (Tesis de Grado) Universidad de Antioquia,

- 2022, [Online]. Available: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/29967>.
- [11] F. J. Cruz-Martínez, “Fisiopatología de la preeclampsia placentaria,” *Arch. Med. Urgenc. México*, vol. 16, no. 1, pp. 37–44, 2024, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=115761>.
- [12] J. Duarte, M. E. Ezeta, G. Sánchez, V. Lee-Eng, and S. Romero, “Factores de riesgo asociados con preeclampsia severa (con criterios de severidad),” *Med. Interna México*, vol. 38, no. 1, pp. 99–108, 2022, [Online]. Available: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=104155>.
- [13] I. Cordero Moreno and M. Viquez Viquez, “Factores Angiogénicos como Predictores en el Diagnóstico de la Restricción del Crecimiento Intrauterino: Un Meta-análisis y Revisión Sistemática.” (Tesis de Grado) Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 2024, [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/10669/100287>.
- [14] G. L. San Miguel, M. F. C. León, G. C. V. Flores, and R. T. Domínguez, “Biomarcadores para determinar preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino,” *Medicencias UTA*, vol. 8, no. 4, pp. 103–111, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v8i4.2630.2024>.
- [15] S. X. Peñarreta-Quezada, J. A. Yanza-Freire, and F. V. Bejarano-Muñoz, “Actualización sobre las principales guías clínicas de manejo en trastornos hipertensivos del embarazo,” *Rev. Inf. Científica*, vol. 102, 2023, [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-99332023000100064&script=sci_arttext&tlng=en.
- [16] D. Xu and L. Peng, “An Improved Method Based on TODIM and TOPSIS for Multi-Attribute Decision-Making with Multi-Valued Neutrosophic Sets,” *C. Model. Eng. Sci.*, vol. 129, no. 2, pp. 907–926, 2021, [Online]. Available: https://cdn.techscience.cn/ueditor/files/cmcs/TSP_CMES-129-2/TSP_CMES_16720/TSP_CMES_16720.pdf.
- [17] S. Habib, A. Ashraf, M. A. Butt, and M. Ahmad, “Medical diagnosis based on single-valued neutrosophic information,” *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 42, pp. 302–323, 2021, [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=MFxCEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA302&dq=indeterminatio n+nutrosophic+data+diagnosis&ots=3VsohhuauR&sig=ei77DSSmfGT_GyKc55kxFj9fXtY.
- [18] J. Chen, S. Zeng, and C. Zhang, “An OWA distance-based, single-valued neutrosophic linguistic topsis approach for green supplier evaluation and selection in low-carbon supply chains,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 7, p. 1439, 2018, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/7/1439>.
- [19] F. Smarandache, “Introduction to NeutroAlgebraic Structures and AntiAlgebraic Structures (revisited),” *Neutrosophic Sets Syst.*, vol. 31, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1193&context=math_fsp.
- [20] S. Chakraborty, “TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis,” *Decis. Anal. J.*, vol. 2, p. 100021, 2022, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277266222100014X>.
- [21] F. Liu, Y. Shang, and L. Pan, “A modified TOPSIS method for obtaining the associated weights of the OWA-type operators,” *Int. J. Intell. Syst.*, vol. 30, no. 10, pp. 1101–1116, 2015, [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/int.21737>.
- [22] P. Biswas, S. Pramanik, and B. C. Giri, “Neutrosophic TOPSIS with Group Decision Making BT - Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets,” C. Kahraman and İ. Otay, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 543–585.
- [23] R. Mesiar, L. Šipeky, P. Gupta, and J. LeSheng, “Aggregation of OWA operators,” *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 26, no. 1, pp. 284–291, 2017, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7820105/>.
- [24] Z. Xu, “A note on linguistic hybrid arithmetic averaging operator in multiple attribute group decision making with linguistic information,” *Gr. Decis. Negot.*, vol. 15, pp. 593–604, 2006, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10726-005-9008-4#citeas>.
- [25] E. Zhang, F. Chen, and S. Zeng, “Integrated weighted distance measure for single-valued neutrosophic linguistic sets and its application in supplier selection,” *J. Math.*, vol. 2020, pp. 1–10, 2020, [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/jmath/2020/6468721/>.
- [26] J. J. Geng, H. Y. Wanhong, and D. S. Xu, “A Method Based on TOPSIS and Distance Measures for Single-Valued Neutrosophic Linguistic Sets and Its Application,” *IAENG Int. J. Appl. Math.*, vol. 51, no. 3, pp. 1–8, 2021, [Online]. Available: http://www.iaeng.org/IJAM/issues_v51/issue_3/IJAM_51_3_11.pdf.
- [27] C. Llopis, J. M. Merigó, H. Liao, Y. Xu, J. Grima, and C. Grima, “Water policies and conflict resolution of public participation decision-making processes using prioritized ordered weighted averaging (OWA) operators,” *Water Resour. Manag.*, vol. 32, pp. 497–510, 2018, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-017-1823-2>.
- [28] S. Xian, W. Sun, S. Xu, and Y. Gao, “Fuzzy linguistic induced OWA Minkowski distance operator and its application in group decision making,” *Pattern Anal. Appl.*, vol. 19, pp. 325–335, 2016, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10044-014-0397-3>.
- [29] S. Zeng, J. Chen, and X. Li, “A hybrid method for Pythagorean fuzzy multiple-criteria decision making,” *Int. J. Inf. Technol. Decis. Mak.*, vol. 15, no. 02, pp. 403–422, 2016, [Online]. Available: <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0219622016500012>.

- [30] S. Verlohren *et al.*, “Clinical interpretation and implementation of the sFlt-1/PlGF ratio in the prediction, diagnosis and management of preeclampsia,” *Pregnancy Hypertens.*, vol. 27, pp. 42–50, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2021.12.003>.
- [31] A. Velegrakis, E. Kouvidi, P. Fragkiadaki, and S. Sifakis, “Predictive value of the sFlt-1/PlGF ratio in women with suspected preeclampsia: An update,” *Int. J. Mol. Med.*, vol. 52, no. 4, p. 89, 2023, [Online]. Available: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijmm.2023.5292>.
- [32] P. Nikuei *et al.*, “Diagnostic accuracy of sFlt1/PlGF ratio as a marker for preeclampsia,” *BMC Pregnancy Childbirth*, vol. 20, pp. 1–6, 2020, [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12884-020-2744-2>.
- [33] M. L. Costa, R. de C. Cavalli, H. A. Korkes, E. V. da Cunha Filho, and J. C. Peraçoli, “Diagnosis and management of preeclampsia: suggested guidance on the use of biomarkers,” *Rev. Bras. Ginecol. e Obs.*, vol. 44, no. 9, pp. 878–883, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1055/s-0042-1744286>.
- [34] E. Bonacina *et al.*, “sFlt-1 to PlGF ratio cut-offs to predict adverse pregnancy outcomes in early-onset FGR and SGA: a prospective observational study,” *J. Obstet. Gynaecol. (Lahore)*, vol. 42, no. 7, pp. 2840–2845, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/01443615.2022.2109956>.
- [35] G. K. Frampton, J. Jones, M. Rose, and L. Payne, “Placental growth factor (alone or in combination with soluble fms-like tyrosine kinase 1) as an aid to the assessment of women with suspected pre-eclampsia: systematic review and economic analysis,” *Health Technol. Assess. (Rockv)*, vol. 20, no. 87, pp. 1–160, 2016, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.3310/hta20870>.
- [36] de León, E. R., Marqués, L. L., Poleo, A., & von Feigenblatt, O. F. “El estilo del liderazgo educativo en el proceso de enseñanza: una revisión de la literatura”. In *Anales de la Real Academia de Doctores*. vol. 9, num. 2, pp. 289-308, 2024
- [37] Márquez Carriel, D. C., Oña Garcés, L., Vergara Romero, A., & Márquez Sánchez, F. “Assessing the need for a feminist foreign policy in Ecuador through a sentiment analysis based on neutroAlgebra”. *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 71, num. 1, pp. 16, 2024.
- [38] Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Estupiñán, C. P. “Inteligencia artificial en gestión hotelera: aplicaciones en atención al cliente”. *El patrimonio y su perspectiva turística*, pp. 409-423, 2024.
- [39] von Feigenblatt, O. F. “Research Ethics in Education. In *Ethics in Social Science Research: Current Insights and Practical Strategies*”, pp. 97-105. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025.
- [40] von Feigenblatt, O. F. “Immediacy and Sustainable Development: The Perspective of Youth”. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, vol. 19, num 2, 2024
- [41] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. “Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes”. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [42] Vergara-Romero, A., Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., & Arencibia-Montero, O. “Child Labor, Informality, and Poverty: Leveraging Logistic Regression, Indeterminate Likert Scales, and Similarity Measures for Insightful Analysis in Ecuador”. *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 66, pp 136-145, 2024

Recibido: febrero 28, 2025. Aceptado: marzo 22, 2025