



# Lógica difusa neutrosófica para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores.

## Neutrosophic fuzzy logic for assessing risk factors associated with obesity in adults and older adults.

Mónica Alexandra Bustos Villarreal<sup>1</sup>, Dayana Estefanía Chuga Hualca<sup>2</sup>, and Poled Madeline Chenas Malte<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: [ut.monocabv32@uniandes.edu.ec](mailto:ut.monocabv32@uniandes.edu.ec)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: [dayanach19@uniandes.edu.ec](mailto:dayanach19@uniandes.edu.ec)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: [poledmcm04@uniandes.edu.ec](mailto:poledmcm04@uniandes.edu.ec)

**Resumen.** Reducir la obesidad es crucial para mejorar la calidad de vida y prevenir enfermedades crónicas. La prevención de la obesidad contribuye a la reducción de costos médicos y aumenta la productividad, mejorando así el bienestar general de la sociedad. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores. Los resultados obtenidos con la implementación del método neutrosófico evidencian la necesidad de fortalecer la percepción de los riesgos asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores. Los resultados revelan que el 88% de los adultos mayores consumen alimentos procesados, y el 82% tiende a consumir alimentos ricos en grasas, lo que contribuye al problema de la obesidad. El 10% logra tomar 2 litros de agua diaria. Luego de la implementación del método neutrosófico, se destaca la necesidad urgente de promover una alimentación saludable y abordar los hábitos alimenticios como parte integral del tratamiento y la prevención de enfermedades relacionadas con la obesidad en esta población vulnerable del mercado San Miguel en Ecuador, tomada como objeto de estudio. Los resultados incluyen la identificación de prácticas saludables para prevenir la obesidad, el diseño de estrategias educativas donde se propone educación nutricional, fomento de la actividad física, acceso a alimentos saludables, apoyo psicosocial. Estas medidas integrales pueden ayudar a prevenir la obesidad y mejorar la salud en esta población vulnerable, contribuyendo así a la prevención de la obesidad.

**Palabras Claves:** números neutrosófico, obesidad, síntomas, complicaciones, hábitos alimenticios, actividad física.

**Abstract.** Reducing obesity is crucial to improve quality of life and prevent chronic diseases. Obesity prevention contributes to the reduction of medical costs and increases productivity, thus improving the general well-being of society. The present research aims to develop a neutrosophic method to assess the risk factors associated with obesity in adults and older adults. The results obtained with the implementation of the neutrosophic method show the need to strengthen the perception of the risks associated with obesity in adults and older adults. The results reveal that 88% of older adults consume processed foods, and 82% tend to consume foods rich in fat, which contributes to the problem of obesity. 10% manage to drink 2 liters of water daily. After the implementation of the neutrosophic method, the urgent need to promote healthy eating and address eating habits as an integral part of the treatment and prevention of obesity-related diseases in this vulnerable population of the San Miguel market in Ecuador, taken as the object of study, is highlighted. The results include the identification of healthy practices to prevent obesity, the design of educational strategies that propose nutritional education, promotion of physical activity, access to healthy foods, and psychosocial support. These comprehensive measures can help prevent obesity and improve health in this vulnerable population, thus contributing to the prevention of obesity.

**Keywords:** neutrosophic numbers, Obesity, symptoms, complications, eating habits, physical activity.

### 1 Introducción

Los factores sociales determinantes, como la influencia adversa de la globalización, el crecimiento de los supermercados, la rápida urbanización no planificada, el estilo de vida sedentario, la economía y la posición social,

desarrollan lentamente factores de riesgo conductuales en los seres humanos. Los factores de riesgo conductuales, como los hábitos poco saludables, la dieta inadecuada y la inactividad física, conducen a riesgos fisiológicos, y la obesidad es una de las consecuencias. La obesidad y el sobrepeso son una de las principales enfermedades del estilo de vida que conducen a otras afecciones de salud, como las enfermedades cardiovasculares (ECV), la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el cáncer, la diabetes tipo II, la hipertensión y la depresión [Chatterjee, 2020 #2678].

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad ha alcanzado proporciones epidémicas a nivel mundial, con al menos 2.8 millones de personas que mueren cada año como resultado de la obesidad o el sobrepeso [1]. Se estima que más de 1.900 millones de adultos de 18 años o más tenían sobrepeso en 2016, y de estos, más de 650 millones eran obesos. Este aumento exponencial en la prevalencia de la obesidad es preocupante debido a sus graves consecuencias para la salud, que incluyen enfermedades crónicas como diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, enfermedad hepática grasa no alcohólica y ciertos tipos de cáncer.

Vinuesa en su investigación en el año 2022 da a conocer datos específicos sobre obesidad pueden variar, pero en general, la provincia de Carchi en Ecuador, enfrenta desafíos similares en términos de obesidad y sobrepeso. Los factores socioeconómicos, la disponibilidad de alimentos saludables, la educación sobre nutrición y el acceso a instalaciones para la actividad física pueden influir en las tasas de obesidad en la provincia [2].

Actualmente se ha puesto de manifiesto un preocupante incremento en los casos de obesidad, con un enfoque particular en la población adulta y adulta mayor del mercado San Miguel en Ecuador. Una observación directa en el terreno reveló que los adultos y adultos mayores evidenció que no están adoptando prácticas saludables, principalmente debido a la falta de conocimiento por parte de las personas.

Con lo anteriormente expuesto, el objetivo del estudio es implementar la lógica difusa neutrosófica para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores en el mercado San Miguel.

## 2 Preliminares

La lógica difusa es una conocida herramienta informática blanda que desarrolla algoritmos viables mediante la incorporación de conocimiento humano estructurado. Es un sistema lógico que presenta un modelo diseñado para modos de interpretación humana que son inexactos en lugar de precisos. El sistema de lógica difusa se puede aplicar para diseñar sistemas inteligentes basados en información expresada en lenguaje humano. La lógica difusa aplica valores múltiples de verdad o confianza a las categorías restrictivas durante la resolución de problemas. El conjunto es una colección de objetos que pueden clasificarse gracias a las características que tienen común. Se define de dos formas: por extensión ( $\{a, e, i, o, u\}$ ) o por comprensión.

Un conjunto booleano  $A$  es una aplicación de un conjunto referencial  $S$  en el conjunto  $\{0, 1\}$ ,  $A : S \rightarrow \{0,1\}$ , y se define con una función característica:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto [3], [4].

Un conjunto difuso  $A$  es una aplicación de un conjunto referencial  $S$  en el intervalo  $[0, 1]$

$A : S \rightarrow [0,1]$ , y se define por medio de una función de pertenencia:  $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$ .

Mientras más cercano esté el valor a 0 menos podemos asegurar la pertenencia de un elemento a un conjunto [3], [5], [6]. Por el contrario cuanto más cercano esté el valor a 1 más se puede asegurar la pertenencia del elemento al conjunto [7-9].

Puede representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento genérico  $x$ ,  $x \in A$  y su grado de pertenencia  $\mu_A(x)$ :

$$A = \{(x, \mu_A(x)), \mu_A(x) \in [0,1]\} \quad (2)$$

El trabajo con lógica difusa puede ser representado con el empleo de variables lingüísticas para mejorar la interpretabilidad de los datos. Las variables lingüísticas son aquellas del lenguaje natural caracterizadas por los conjuntos difusos definidos en el universo de discurso en la cual se encuentran definidas [10], [11], [12].

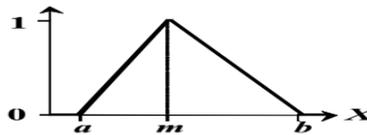
Para definir un conjunto de términos lingüísticos se debe establecer previamente la granularidad de la incertidumbre del conjunto de etiquetas lingüísticas con el que se va a trabajar [13], [13], [14]. La granularidad de la incertidumbre es la representación cardinal del conjunto de etiquetas lingüísticas usadas para representar la información.

El grado de pertenencia de un elemento  $M(x)$  a un conjunto difuso será determinado por funciones de pertenencia [15, 16]. Las funciones típicas de pertenencia más abordadas en la literatura científica son [17], [18], [19]:

Función Triangular, Función Trapezoidal, Función Gaussiana.

**Función Triangular:** Definido por sus límites inferior  $a$  y superior  $b$ , y el valor modal  $m$ , tal que  $a < m < b$  [20], [21], [22], [23] [46].

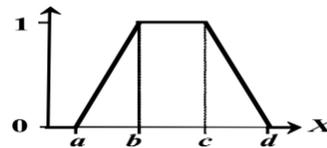
$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(m-a)} & \text{si } a < x \leq m \\ \frac{(b-x)}{(b-m)} & \text{si } m < x < b \\ 0 & \text{si } x \geq b \end{cases} \quad (3)$$



**Figura. 1.** Función triangular.

**Función Trapezoidal:** Definida por sus límites inferior  $a$  y superior  $d$ , y los límites  $b$  y  $c$ , correspondientes al inferior y superior respectivamente de la meseta [24], [21],[25] .

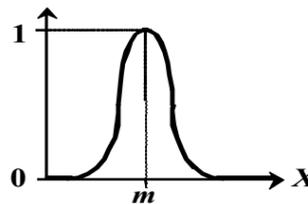
$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \text{ o } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & \text{si } a < x < b \\ 1 & \text{si } b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & \text{si } c < x < d \end{cases} \quad (4)$$



**Figura. 2.** Función trapezoidal.

**Función Gaussiana.** Definida por su valor medio  $m$  y el valor  $k > 0$ . Es la típica campana de Gauss (mayor  $k$ , más estrecha es la campana) [26], [27], [28], [45].

$$A(x) = e^{-k(x-m)^2} \quad (5)$$



**Figura. 3.** Función gaussiana.

Sobre los conjuntos difusos se pueden realizar operaciones lógicas de intersección (conjunción), la unión (disyunción) y el complemento (negación). Para hacer dichas operaciones se pueden utilizar las T-Normas y las S-Normas. Las T-Normas especifican las condiciones que deben reunir las operaciones para interceptar conjuntos y las S-Normas lo hacen para las uniones [29, 30, 50].

Las intersecciones ocurren en las conjunciones y las contribuciones, de forma parecida las uniones ocurren en las disyunciones y el global [31, 32]. Estas operaciones son realizadas en los sistemas expertos para calcular los factores de certeza de las reglas de producción. Según las T-Normas y las S-Normas estas operaciones cumplen con las siguientes condiciones:

Es una operación T-norma si cumple las siguientes propiedades:

$$1. \text{ Conmutativa } T(x, y) = T(y, x) \tag{6}$$

$$2. \text{ Asociativa } T(x, T(y, z)) = T(T(x, y), z). \tag{7}$$

$$3. \text{ Monótono creciente } T(x, y) > T(x', y) \text{ si } x \geq x' \cap y \geq y' \tag{8}$$

$$4. \text{ Elemento neutro } T(x, 1) = x \tag{9}$$

Es una operación T-conorma si cumple las siguientes propiedades:

$$1. \text{ Conmutativa } S(x, y) = T(y, x) \tag{10}$$

$$2. \text{ Asociativa } S(x, S(y, z)) = S(S(x, y), z) \tag{11}$$

$$3. \text{ Monótono creciente } S(x, y) > T(x, y) \text{ si } x \geq x' \cap y \geq y' \tag{12}$$

$$4. \text{ Elemento neutro } S(x, 1) = x \tag{13}$$

En un sistema expresado mediante lógica difusa se tienen variables lingüísticas, sus etiquetas, las funciones de pertenencia de las etiquetas, las reglas de producción y los factores de certeza asociados a estas reglas. Como datos de entrada al sistema se tienen valores numéricos que toman las variables lingüísticas.

Los valores de entradas se convierten en valores de pertenencia a etiquetas difusas que son equivalentes a los factores de certeza [33]. Este proceso se llama Fuzzyficación, dado que convierte valores numéricos a difusos. A partir de estos valores obtenidos en el proceso de Fuzzyficación ocurre el proceso de propagación de certeza usando las reglas de producción definidas. Este es el proceso de Inferencia Fuzzy, en el cual se utilizan las funciones de las T-Normas y las S-Normas [34], [35], [52].

Con este proceso se obtienen como resultados valores de certeza que se refieren a las pertenencias a los conjuntos de salida. A partir de los valores de pertenencia a las variables lingüísticas de salida hay que obtener los valores numéricos de estas y a este proceso se le denomina Defuzzyficación. La Defuzzyficación de las variables puede realizarse por el Método del Centroide que constituye el más utilizado para este proceso [36], [37], [38], [47]. La figura 4 muestra un esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

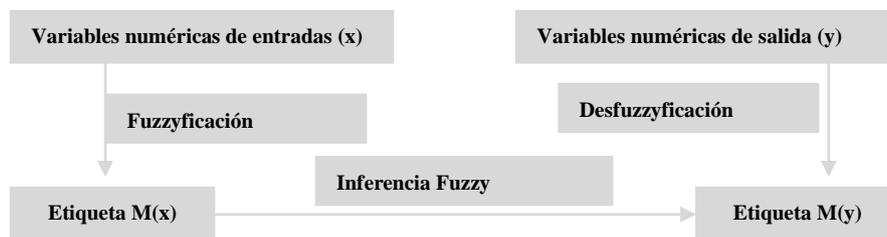


Figura. 4. Esquema de un sistema expresado mediante lógica difusa.

Los números neutrosóficos se definen como: un  $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}$ , una valoración neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcional a  $N$ , esto es que por cada oración  $p$  tiene:

$$v(p) = (T, I, F) \tag{14}$$

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a la toma de decisiones y problemas de ingeniería, se realizó la propuesta de las Unidades Neutrosóficas de Valor Único. (SVN) [39],[40], [41], que permiten el uso de variables lingüísticas [42], [43], lo que aumenta la forma de interpretar los modelos de recomendación y el uso de la indeterminación.

Sea  $X$  un universo de habla. Un SVN sobre  $X$  es un objeto de la forma.

$$A = \{(x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)) : x \in X\} \tag{15}$$

### 3 Método difuso neutrosófico para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores

El método para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores basa su funcionamiento mediante la lógica difusa. Utiliza el proceso de inferencia basado en el Centroide o Centro de Gravedad (GOC) en la Desfuzzyficación numérica del valor de riesgo asociado con la obesidad.

La inferencia basada en GOC garantiza no tener que ajustar ningún coeficiente, solo es necesario conocer las funciones de pertenencia de cada una de las etiquetas definidas. Para inferir con GOC se parte de los valores de pertenencia a cada una de las etiquetas asociadas a la variable que se quiere Desfuzzyficar. Para cada variable de salida fuzzyficada, se trunca el valor máximo de la función de pertenencia de cada etiqueta, a partir del valor obtenido durante la inferencia.

El proceso se realiza de igual forma para cada etiqueta. Cada etiqueta se trunca según el valor de certeza inferido. Se garantiza que sean más truncados los gráficos de las etiquetas inferidos con menor valor. Luego se combina el resultado del truncamiento de todas estas funciones y se obtiene el centro de gravedad [44]. Para eso se usa la ecuación 16:

$$GOC = \frac{\int M(x) * x dx}{\int M(x) dx} \tag{16}$$

Donde M(x) representa el grado de pertenencia del elemento X que tomará valores en el universo discurso, usando un paso definido. Mientras menor sea este paso más exacto será el resultado del GOC.

Para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad, el método basa su funcionamiento mediante la lógica difusa, que tendrá como variables lingüísticas los indicadores definidos en la tabla 1. Estos indicadores son estabilidad emocional, antecedentes psicosociales y de salud. Como variable de salida se tiene la evaluación de los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores. Se definió que cada una de estas variables de entrada o salida, tendrán asociadas las etiquetas de Baja, Media, Alta y Excelente. Para valorar el impacto que tienen las etiquetas lingüísticas de la variable de salida ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Impacto de las etiquetas de la variable de salida.

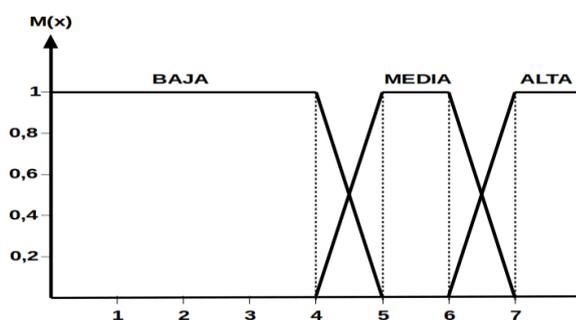
Etiqueta	Impacto
Baja	Estabilidad emocional
Media	Antecedentes psicosociales
Alta	Antecedentes de salud

Para la etiqueta Baja la función de pertenencia asociada será la función triangular, tal que <0,4,5>. El primer valor representa dónde comienza la función, el segundo dónde se hace 1, el tercero dónde comienza a disminuir y el cuarto dónde se hace 0.

Para la etiqueta Media, utilizando la función PI, se tiene <4,5,6,7>.

Para la etiqueta ALTA, de función de distribución gaussiana igualmente, será <6,7,8,9>.

La Figura 5 muestra las funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.



**Figura 5.** Funciones de pertenencia de las etiquetas lingüísticas de las variables de entrada.

Los valores de pertenencia expresado en las etiquetas lingüísticas pueden ser correspondido con los conjunto de términos lingüísticos neutrosófico tal como muestra.

**Tabla 2.** Términos lingüísticos empleados

Término lingüístico	Números SVN	Variables numéricas
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)	10
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)	9
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)	5
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)	7
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)	6
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)	5
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)	4
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)	3
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)	2
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)	1
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)	0

Utilizando la valoración de expertos en el tema se definieron las reglas de producción. Estas reglas garantizan que siempre la evaluación de los riesgos asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores esté mayormente determinada por la menor evaluación obtenida en los indicadores de entrada.

Una vez que se tienen estos datos se podrá proceder a la Fuzzyficación de las variables de entrada. El universo discurso es igual para todas las variables de entrada que se han definido, por lo que todas las variables de entrada tienen las mismas etiquetas lingüísticas y funciones de pertenencia.

Luego de calcular los factores de certeza para cada una de las etiquetas de las variables de entrada, se pasará a la fase de Inferencia Fuzzy. En esta se calcularán los factores asociados a las etiquetas de las variables de salida. A partir de las cuatro reglas de producción definidas se calcularán las DISY y CTR necesarias, siguiendo el par Mínimo-Máximo de las T-Normas y S-Normas.

En la tercera fase se procederá a la Defuzzyficación que se realizará mediante el Método del Centroide. El paso será de 1, dado que  $x$  irá desde  $X_1$  hasta  $X_{10}$ , para ganar en exactitud en la medida el efecto del riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores. Las etiquetas de la variable de salida serán las mismas utilizadas para las variables de entrada, al igual que sus funciones de pertenencia. [48, 49, 51]

#### 4 Resultados

Para evaluar los resultados de la presente investigación se realizará una experimentación. El experimento tendrá como principal objetivo demostrar la aplicabilidad de la lógica difusa basada en la experiencia del usuario para medir los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores del mercado San Miguel en Ecuador.

Se tienen los valores de entrada [3, 2, 5,] para los indicadores que permiten evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad. En el proceso de Fuzzyficación se calculan los factores de certeza de cada una de las variables de entrada para cada una de sus etiquetas. Al aplicarle la Fuzzyficación a las variables de entrada, teniendo los valores numéricos asociados a cada una de ellas, se obtienen los resultados de la Tabla 3. El cálculo de los grados de pertenencia se realiza según las funciones típicas de pertenencia.

**Tabla 3.** Grados de pertenencia de los valores de entrada a los conjuntos difusos.

Variabes Lingüísticas	Etiqueta Bajo	Etiqueta Medio	Etiqueta Alto
1- Frecuencia del consumo de alimentos no saludables	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(1,0,0)
2- Nivel de actividad física	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)
3- Percepción de salud personal	(0.70,0.25,0.30)	(0.70,0.25,0.30)	(0.70,0.25,0.30)

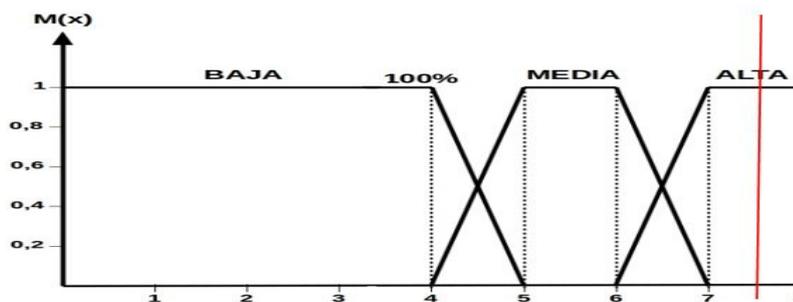
El proceso de Inferencia Fuzzy se realiza a través de las reglas definidas, utilizando el par Mínimo-Máximo de las T-Normas y S-Normas. Una vez realizado este proceso se obtienen los valores que se muestran en la Tabla 4 para la variable de salida efecto jurídico y socioeconómico.

**Tabla 4.** Grados de pertenencia de los valores de entrada a los conjuntos difusos.

VARIABLES LINGÜÍSTICAS	Etiqueta Bajo	Etiqueta Medio	Etiqueta Alto
Evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores	(0.7,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)

La Inferencia Fuzzy arroja como resultados que el grado de pertenencia de la variable de salida es de 1 para la etiqueta bajo y de 0,8 para la etiqueta medio. Para Desfuzzyficar la variable de salida se aplica el Método del Centroide.

En la figura 6 se muestra el grado de pertenencia de la variable de salida para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores) con valor 0.9. Aquí se observa que para el valor de esta variable, el grado de pertenencia de la etiqueta lingüística bajo es del 100%.



**Figura 6.** Grado de pertenencia de la variable factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores.

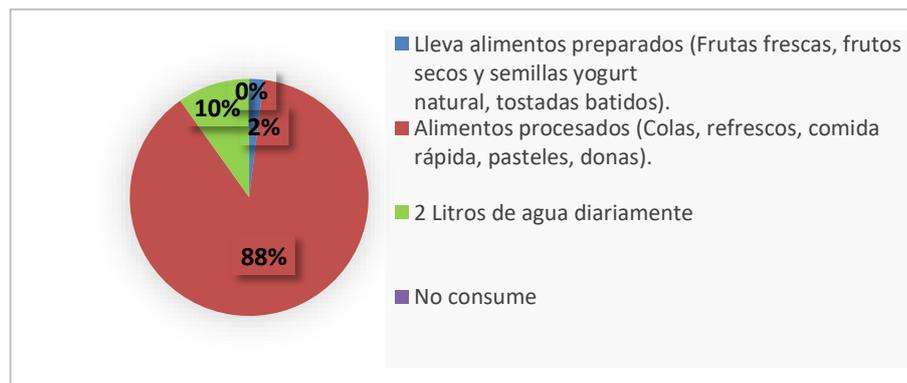
### 5 Discusión

La implementación de la lógica difusa neutrosófica ha permitido evaluar de manera precisa y detallada los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores en el mercado San Miguel en Ecuador. Mediante este enfoque, se pudo analizar y ponderar la influencia de múltiples variables, como la alimentación, la actividad física, los antecedentes médicos y otros factores relacionados con el estilo de vida, considerando la incertidumbre y la vaguedad que pueden presentarse en este tipo de evaluaciones.

La lógica difusa neutrosófica ha proporcionado una aproximación más flexible y comprensiva para la evaluación de los factores de riesgo de obesidad, permitiendo identificar de manera más precisa las interacciones y relaciones entre ellos, y ayudando a definir estrategias preventivas y de intervención más efectivas y personalizadas para promover la salud y prevenir la obesidad en la comunidad del mercado San Miguel en Ecuador.

Adicionalmente, se acordó realizar una encuesta a una muestra de la población objeto de estudio. Los principales resultados se describen a continuación:

**Pregunta 1** ¿Usted qué mayormente come entre comidas?

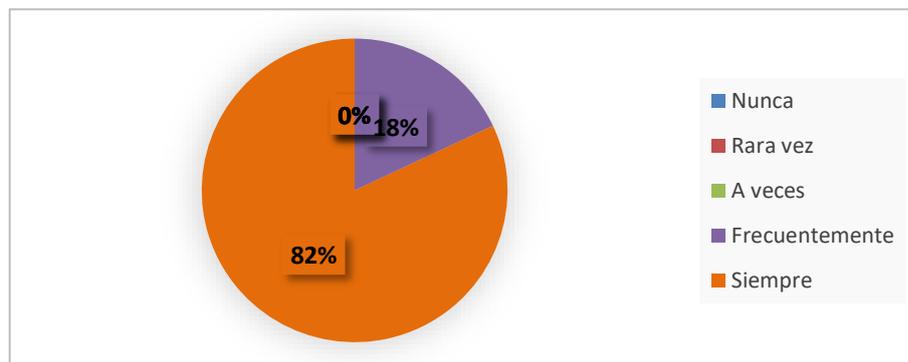


**Figura 7.** Consumo de comidas.

En la figura 7 se puede evidenciar que el 88% de las personas consumen alimentos procesados (Colas, refrescos, comida rápida, pasteles, donas), un 10% de las personas consumen 2 litros de agua diariamente, un 2% de

las personas llevan alimentos procesados (colas refrescos, comida rápida, pasteles, donas). Estos alimentos suelen ser ricos en calorías vacías, grasas saturadas, azúcares añadidos y sodio, lo que puede contribuir al aumento de peso y a la obesidad. Es fundamental implementar medidas para promover una alimentación saludable y una hidratación adecuada para prevenir complicaciones graves.

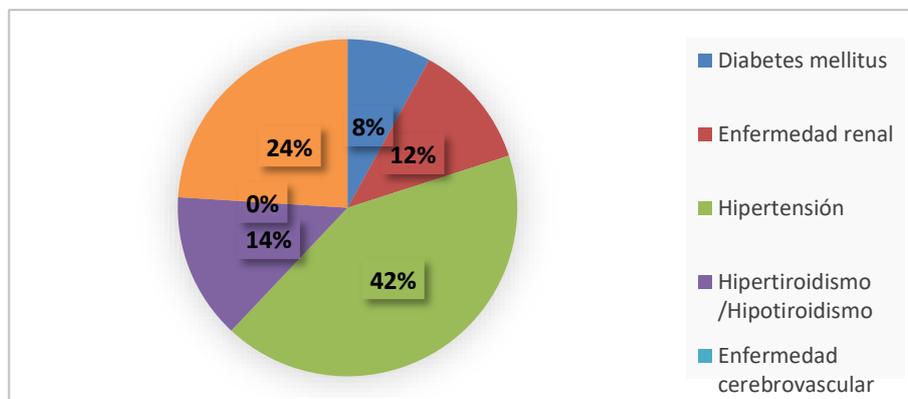
**Pregunta 2** ¿Con que frecuencia realiza actividad física?



**Figura 8.** Frecuencia de consumo de alimentos ricos en grasas.

En la figura se puede evidenciar que el 82% de las personas siempre consumen alimentos ricos en grasas, un 18% de las personas no consumen grasas saturadas. El consumo regular de alimentos ricos en grasas saturadas puede contribuir al aumento de peso y a la obesidad debido a su alto contenido calórico y su bajo valor nutricional. Es importante guiar a las personas a que tenga un buen consumo de alimentos saludables para una buena prevención de obesidad.

**Pregunta 3** ¿Además de la obesidad, ¿padece alguna de las siguientes enfermedades?



**Figura 9.** Enfermedades adicionales.

En la figura se puede evidenciar que el 42% padece de hipertensión, seguido de un 24% de ninguna patología, un 14% de hipertiroidismo / hipotiroidismo, un 12% de enfermedad renal y un 8% de diabetes mellitus. Logrando identificar que todas estas patologías están estrechamente relacionadas con hábitos alimenticios entre ellas tenemos la hipertensión que a pesar de tener un factor genético nos podemos guiar para la prevención llevando una dieta basada en frutas, verduras y disminución del consumo de sal.

## Conclusión

La teoría de la lógica difusa aplicada para realizar el análisis y evaluación de los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores tiene una aplicación muy importante. Una vez analizados los resultados de la investigación se obtiene un método de evaluación para evaluar los factores de riesgo asociados con la obesidad en adultos y adultos mayores.

Entre más pronto se diagnostique la obesidad se evitará un agravamiento de los signos de la obesidad en los adultos y adultos mayores reciben un tratamiento adecuado y a tiempo se minimizan los factores de riesgo en su salud. La prevención ayuda a reducir la prevalencia de la obesidad en el mercado San Miguel ya que está relacionada directamente con una mejora en su salud, detención del avance de la obesidad y atenuación de las consecuencias.

Se necesita mejorar la educación en la salud hacia los adultos y adultos mayores con el fin de predecir situa-

ciones negativas que estén afectando la salud e intervenir de acuerdo con la situación. La prevención cuando es basada en la reducción de los factores de riesgo funciona como una medida costo efectivo por lo que reduce el riesgo de obesidad en adultos y adultos mayores y también previene las muertes que son relacionadas con la obesidad. Por lo cual, es necesario mejorar el conocimiento de los factores de riesgo para esta población y promover la buena alimentación y también a realizar actividad física y protección para los adultos y adultos mayores como estrategia de programas de promoción y prevención.

## Referencias

- [1] M. Chan, S. Colagiuri, P. Donggo, E. Gregg, V. Mohan, and N. Unwin, "Organización mundial de la salud (OMS)," *Informe mundial de la Diabetes*, 2016.
- [2] A. F. Vinuesa, K. C. V. Andrade, K. O. R. Hidalgo, M. L. Y. Pinos, and C. F. R. Martínez, "Prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos de la serranía ecuatoriana. Resultados de la encuesta ENSANUT-2018," *La ciencia al servicio de la salud y la nutrición*, vol. 12, no. 2, pp. 58-66, 2022.
- [3] L. A. Lumba, U. Khayam, and L. S. Lumba, "Application of Fuzzy Logic for Partial Discharge Pattern Recognition." pp. 210-215.
- [4] M. Chang, K. Kim, and D. Jeon, "Research on Terrain Identification of the Smart Prosthetic Ankle by Fuzzy Logic," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 27, no. 9, pp. 1801-1809, 2019.
- [5] I. Soesanti, and R. Syahputra, "A Fuzzy Logic Controller Approach for Controlling Heat Exchanger Temperature," *Journal of Electrical Technology UMY*, vol. 3, no. 4, pp. 206-213, 2020.
- [6] S. Zhang, X. Huang, J. Min, Z. Chu, X. Zhuang, and H. Zhang, "Improved fuzzy logic method to distinguish between meteorological and non-meteorological echoes using C-band polarimetric radar data," *Atmospheric Measurement Techniques*, vol. 13, no. 2, pp. 537-537, 2020.
- [7] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [8] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [9] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [10] J. Ye, "Multiple attribute group decision making based on interval neutrosophic uncertain linguistic variables," *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, vol. 8, no. 3, pp. 837-848, 2017.
- [11] P. Liu, and F. Teng, "An extended TODIM method for multiple attribute group decision-making based on 2-dimension uncertain linguistic Variable," *Complexity*, vol. 21, no. 5, pp. 20-30, 2016.
- [12] J. Fan, S. Yu, J. Chu, D. Chen, M. Yu, T. Wu, J. Chen, F. Cheng, and C. Zhao, "Research on multi-objective decision-making under cloud platform based on quality function deployment and uncertain linguistic variables," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 42, pp. 100932, 2019.
- [13] C. Li, and J. Yuan, "A new multi-attribute decision-making method with three-parameter interval grey linguistic variable," *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 292-300, 2017.
- [14] S. Xian, Z. Yang, and H. Guo, "Double parameters TOPSIS for multi-attribute linguistic group decision making based on the intuitionistic Z-linguistic variables," *Applied Soft Computing*, vol. 85, pp. 105835, 2019.
- [15] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [16] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [17] R. Ahsan, T. T. Chowdhury, W. Ahmed, M. A. Mahia, T. Mishma, M. R. Mishal, and R. M. Rahman, "Prediction of Autism Severity Level in Bangladesh Using Fuzzy Logic: FIS and ANFIS." pp. 201-210.
- [18] E. Kayacan, S. Coupland, R. John, and M. A. Khanesar, "Elliptic membership functions and the modeling uncertainty in type-2 fuzzy logic systems as applied to time series prediction." pp. 1-7.
- [19] M. M. G. Lorenzo, and R. E. B. Pérez, "A model and its different applications to case-based reasoning," *Knowledge-based systems*, vol. 9, no. 7, pp. 465-473, 1996.
- [20] Y. Li, and S. Tong, "Adaptive fuzzy control with prescribed performance for block-triangular-structured nonlinear systems," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 26, no. 3, pp. 1153-1163, 2017.
- [21] V. Kreinovich, O. Kosheleva, and S. N. Shahbazova, "Why triangular and trapezoid membership functions: A simple explanation," *Recent Developments in Fuzzy Logic and Fuzzy Sets*, pp. 25-31: Springer, 2020.
- [22] G. Nápoles, I. Grau, and R. Bello, "Constricted Particle Swarm Optimization based algorithm for global optimization," *Polibits*, no. 46, pp. 05-11, 2012.
- [23] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional*, vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
- [24] S. Mustafa, S. Asghar, and M. Hanif, "Fuzzy logistic regression based on least square approach and trapezoidal membership function," *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, vol. 15, no. 6, pp. 97-106, 2018.
- [25] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

- [26] S. Azimi, and H. Miari-Naimi, "Designing programmable current-mode Gaussian and bell-shaped membership function," *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, vol. 102, no. 2, pp. 323-330, 2020.
- [27] A. C. Tolga, I. B. Parlak, and O. Castillo, "Finite-interval-valued Type-2 Gaussian fuzzy numbers applied to fuzzy TODIM in a healthcare problem," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 87, pp. 103352, 2020.
- [28] A. Dorzhigulov, and A. P. James, "Deep Neuro-Fuzzy Architectures," *Deep Learning Classifiers with Memristive Networks*, pp. 195-213: Springer, 2020.
- [29] M. Bello, G. Nápoles, K. Vanhoof, and R. Bello, "Data quality measures based on granular computing for multi-label classification," *Information Sciences*, vol. 560, pp. 51-67, 2021.
- [30] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.
- [31] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [32] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suintaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [33] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, and M. Leyva Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas," 2014.
- [34] A. Motylska-Kuzma, and J. Mercik, "Fuzzyfication of Repeatable Trust Game." pp. 135-144.
- [35] M. Kankaras, and I. Cristea, "Fuzzy Reduced Hypergroups," *Mathematics*, vol. 8, no. 2, pp. 263, 2020.
- [36] K. Kolekar, B. Bardhan, T. Hazra, and S. Chakrabarty, "Fuzzy Logic Modelling to Predict Residential Solid Waste Generation: A Case Study of Baranagar," *Waste Management and Resource Efficiency*, pp. 1155-1166: Springer, 2019.
- [37] U. Shrivastav, S. K. Singh, and A. Khamparia, "A Nobel Approach to Detect Edge in Digital Image Using Fuzzy Logic." pp. 63-74.
- [38] J. Silva, D. Marques, R. Aquino, and O. Nobrega, "A PLC-based Fuzzy Logic Control with Metaheuristic Tuning," *Studies in Informatics and Control*, vol. 28, no. 3, pp. 265-278, 2019.
- [39] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
- [40] S. Pramanik, R. Roy, T. K. Roy, and F. Smarandache, "Multi attribute decision making strategy on projection and bidirectional projection measures of interval rough neutrosophic sets," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 19, pp. 101-109, 2018.
- [41] F. Ahmad, A. Y. Adhami, and F. Smarandache, "Single valued neutrosophic hesitant fuzzy computational algorithm for multiobjective nonlinear optimization problem," *Neutrosophic sets and systems*, vol. 22, pp. 76-86, 2018.
- [42] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.
- [43] J. L. G. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica*, vol. 8, no. 1, 2015.
- [44] C. R. García-Jacas, Y. Marrero-Ponce, C. A. Brizuela, J. Suárez-Lezcano, and F. Martínez-Rios, "Smoothed Spherical Truncation based on Fuzzy Membership Functions: Application to the Molecular Encoding," *Journal of computational chemistry*, vol. 41, no. 3, pp. 203-217, 2020.
- [45] Vázquez, ML, Estupiñán, J., & Smarandache, F. "Neutrosophía en Latinoamérica, avances y perspectivas Neutrosophics in Latin America, advances and perspectives". Collected Papers. Volumen X: Sobre Neutrosophía, Plitogenia, Conjunto Hipersuave, Hipergrafos y otros temas, 238, 2022.
- [46] von Feigenblatt, O. F., & Ricardo, J. E. "The challenge of sustainability in developing countries: the case of Thailand". Universidad y Sociedad, Vol 15 núm 4, pp 394-402, 2023.
- [47] Estupiñán Ricardo, J., Domínguez Menéndez, JJ, Barcos Arias, IF, Macías Bermúdez, JM, & Moreno Lemus, N. "K-medias neutrosóficas para el análisis de datos de terremotos en Ecuador". Conjuntos y sistemas neutrosóficos , vol 44 núm 1, pp 29, 2021.
- [48] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Banderas, F. J. C., & Montenegro, B. D. N. "Aplicación de las ciencias neutrosóficas a la enseñanza del derecho". Infinite Study, 2022.
- [49] Vázquez, M. Y. L., Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & García, J. F. G. "Aplicación de análisis de sentimientos y enfoques neutrosóficos para la comprensión de información textual en la investigación". Revista Conrado, Vol 19 núm (94), pp 294-300, 2023.
- [50] Hernández, N. B., Ricardo, J. E., & Vázquez, M. L. "Evaluación de las dinámicas de formación en la especialidad de Derecho de UNIANDES, Babahoyo". Revista Conrado, vol 20 núm (96), pp 419-430, 2024.
- [51] Estupiñán, J., Leyva Vázquez, M. Y., Marcial Coello, C. R., & Figueroa Colin, S. E. "Importance of the preparation of academics in the implementation of scientific research". 2021.
- [52] Jirón Abad, Á. D. "Aplicación de las atenuantes establecidas en los artículos 44 y 45 del Coip y su incidencia en contravenciones penales en la administración de justicia de Pastaza año 2021" (Master's thesis), 2022.

**Recibido:** mayo 25, 2024. **Aceptado:** junio 15, 2024