



Método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

Neutrosophic multicriteria method for the detection of mechanisms of action of probiotics on the intestinal health of broiler chickens.

Jaine Labrada Ching ¹, Mildred Mercedes Vidal del Río ², Raúl González Salas ³ and Marcelo Alejandro Jiménez Villa ⁴

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ua.jainelc87@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ua.mildrevidal@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ua.raulgonzalez@uniandes.edu.ec

⁴ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: asislab.vet@uniandes.edu.ec

Resumen. Los probióticos son microorganismos vivos que proporcionan beneficios para la salud intestinal y el equilibrio de la microbiota en los animales. Son aditivos que regularmente se suplementan en la dieta de pollos Broiler y se ha demostrado el efecto positivo en las vellosidades intestinales de los mismos como estructura y altura, vellosidades más largas y saludables con un mayor potencial de absorción de nutrientes, lo que puede contribuir a un mejor rendimiento. Sin embargo, sus respuestas varían dependiendo de factores como son: origen y composición del probiótico, niveles de inclusión, fase de alimentación, edad de las aves, composición de la dieta, entre otras. No existe reporte en la literatura sobre el efecto concluyente del uso de probióticos en la alimentación de pollos Broiler, particularmente sobre la morfometría intestinal. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, probiótico, vellosidades, morfometría, intestino, pollos Broiler

Summary. Probiotics are live microorganisms that provide benefits for intestinal health and microbiota balance in animals. They are additives that are regularly supplemented in the diet of Broiler chickens and the positive effect on their intestinal villi such as structure and height, longer and healthier villi with a greater potential for nutrient absorption, which can contribute to better performance. However, their responses vary depending on factors such as: origin and composition of the probiotic, inclusion levels, feeding phase, age of the birds, diet composition, among others. There is no report in the literature on the conclusive effect of the use of probiotics in the feeding of broiler chickens, particularly on intestinal morphometry. The objective of this research is to develop a neutrosophic multicriteria method for the detection of mechanisms of action of probiotics on the intestinal health of broiler chickens.

Keywords: neutrosophic multicriteria method, probiotic, villi, morphometry, intestine, Broiler chickens

1 Introducción

La avicultura comercial es una de las actividades pecuarias más desarrolladas y rentables en nuestro tiempo y las proyecciones apuntan que seguirá en crecimiento en los años venideros. Uno de los factores que han contribuido al desarrollo de la avicultura es la nutrición y alimentación de las aves de importancia comercial. Es ya práctica rutinaria que las dietas de animales altamente productivos contienen aditivos nutricionales y no nutricionales que actúan, por lo general, sinérgicamente para proveer al animal lo necesario, mantener una salud intestinal adecuada y maximizar su respuesta productiva, y uno de los aditivos involucrados son los probióticos. Los probióticos son bacterias benéficas que al ser suplementados en la dieta contribuyen en el mantenimiento de la salud intestinal del pollo permitiendo, entre otras funciones, una mejor digestión y absorción de nutrientes, y fortalecimiento del sistema inmunológico.

La utilización de los probióticos data desde 6000-7000 a. c. cuando los antiguos tracios que vivían en el territorio de la Bulgaria moderna consumían leche con la presencia de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, responsables de la fermentación de la misma. Méchnikoff en 1873 indicó la existencia de numerosos aldeanos de la zona que llegaban a los 100 años de edad, y su relación con una alimentación basada en el consumo de bacterias en la leche fermentada. Esto despertó el interés de los investigadores hasta el descubrimiento del *Lactobacilos búlgaros*, posteriormente nombrado *Lactobacillus bulgaricus* [1]. Actualmente se conoce como *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Ya en 1908, Metchnikoff indica que el envejecimiento era consecuencia de la acción de las sustancias tóxicas producidas por la flora intestinal y sugirió que la ingestión de lactobacilos que se encontraban en los alimentos lácteos podía bloquear estas toxinas y prolongar la vida.

Desde que fueron descubiertos los antibióticos, han representado una opción indispensable para el tratamiento de las enfermedades infecciosas en el hombre y los animales. Sin embargo, además de sus efectos terapéuticos a través del control de microorganismos patógenos, también se han afectado las especies benéficas, originando trastornos a nivel del microbiota gastrointestinal [2-52-53]. Muchos de estos antibióticos o sus residuos pueden quedar en los tejidos animales destinados al consumo humano. Por tanto, el conocimiento de que el uso de los probióticos puede sustituir las terapias con antibióticos brinda una nueva alternativa menos agresiva.

Desde hace algunos años, el uso de antibióticos se ha restringido en ciertos países. Desde el año 2006, la Unión Europea instauró la prohibición del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal, por el uso indiscriminado y la aparición de cepas bacterianas resistentes [3]. Es en este momento que se evidencia un aumento considerable de las investigaciones con el fin de evaluar la salud intestinal y general y el comportamiento productivo de los animales con la incorporación de los probióticos en las dietas y especialmente en la avicultura, con el fin de hallar aditivos capaces de sustituir e incluso superar el efecto de los antibióticos.

La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

2 Preliminares

Dentro de las acciones de los probióticos se consideran el mantenimiento de la microbiota intestinal normal por exclusión competitiva y antagonismo, alteración del metabolismo mediante el aumento de actividad de las enzimas digestivas, la disminución de la actividad enzimática de bacterias patógenas y la producción de amoníaco, mejoras en el consumo de alimento y la digestión, y la neutralización de enterotoxinas así como la estimulación del sistema inmune [4], [5-54-55].

Mecanismos de acción de los probióticos

Uno de los mecanismos más estudiados es la competencia de los probióticos con los agentes patógenos por los nutrientes y por ocupar un lugar en la mucosa intestinal y fijarse exitosamente. Este mecanismo puede tener su base en las estructuras y la composición de las paredes celulares de los enterocitos y la información del ADN bacteriano, así como las características de su envoltura celular [6]. Es la pared de la célula bacteriana el primer componente en contactar de forma directa con las células epiteliales produciéndose la comunicación entre ambas células con el reconocimiento de patrones microbianos que interactúan con receptores de reconocimiento de patrones en las células eucariotas como elemento para la comprensión de interacciones entre bacterias y el tejido epitelial, así como su papel en la inmunidad innata y adaptativa de la mucosa [7]. Como se muestra en la Figura 1 una vez fijados actúan como una barrera defensiva al impedir que el espacio del epitelio celular quede disponible para los patógenos [8].

La producción de sustancias antimicrobianas es otro de los mecanismos que usan los probióticos para atenuar a los microorganismos patógenos. Ello puede deberse a la producción de diferentes metabolitos como peróxido de hidrógeno (H₂O₂), diacetilo, bacteriocinas y ácidos orgánicos.

Las bacteriocinas destruyen la integridad de la membrana citoplasmática a través de la formación de poros, lo que provoca la salida de compuestos pequeños o altera la fuerza motriz de protones necesaria para la producción de energía, síntesis de proteínas o ácidos nucleicos [9-56-57-58]. La elaboración de proteasas dirigidas contra las toxinas bacterianas también afecta la adherencia a las células epiteliales y por lo tanto excluye a los patógenos. El efecto bactericida del H₂O₂ se atribuye a su potente acción oxidante, capaz de destruir componentes celulares esenciales [10-61-62].

La producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) a partir del metabolismo de carbohidratos suministra energía para las células del intestino, estimula la proliferación celular, regula la apoptosis y contribuye a mantener la integridad de la pared intestinal [11]. También representa un mecanismo de importancia sobre todo de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterias*, reducir el pH a través de la producción de ácido láctico como resultado del catabolismo de los nutrientes en la digesta intestinal, sobre todo carbohidratos. El ácido láctico producido inhibe a los agentes patógenos impidiéndoles que se instauren en la mucosa intestinal y se ha demostrado que afecta la supervivencia de bacterias patógenas como *E coli* y *Salmonella spp* [12], [13-59-60].

Los probióticos también contribuyen a mejorar la función de barrera del epitelio intestinal, afectando la secreción de mucus por aumento del número de células globulares. Igualmente, pueden generar compuestos asimilables a partir de compuestos complejos no digeribles por el ave, mediante la síntesis de nutrientes o aportando enzimas

que aumenten su disponibilidad [14]. De esta forma contribuye a la integridad de las criptas y las vellosidades intestinales permiten una correcta absorción de los nutrientes suministrados en el alimento [15].

Se ha comprobado que una de las formas en que los probióticos actúan positivamente sobre la salud de las aves es su influencia de diversas maneras sobre el sistema inmune. Ellos pueden favorecer el rechazo de microorganismos infecciosos por medio de la modificación de parámetros inmunológicos como la producción de inmunoglobulinas específicas de tipo A (para defensa de las mucosas), concentración de macrófagos, producción de interferón y otras citoquinas o en la activación de la fagocitosis.

La microflora del organismo animal y de las aves específicamente, demuestra a través de las investigaciones la producción de sustancias antioxidantes que contrarrestan el efecto tóxico de las llamadas especies reactivas a oxígeno, en los últimos años se le ha atribuido este potencial a la microbiota intestinal, debido a que algunas bacterias, como *Lactobacillus delbrückii*, poseen la capacidad de producir glutatión, que es uno de los principales antioxidantes no enzimáticos involucrados en la defensa contra los radicales libres.

Se ha comprobado que la microbiota y por tanto los probióticos obtenidos a partir de ella son capaces de producir vitaminas K y del complejo B y mejoran la absorción de minerales [16]. Se ha demostrado que al utilizar los probióticos, fundamentalmente cepas de *Lactobacillus*, ya sean monocultivos o mezclas, la retención aparente de nutrientes (cantidad de nutrientes consumidos menos la cantidad de nutrientes excretados) es favorable, fundamentalmente por la retención de N, P y Ca [17].

Es importante considerar el poder que tienen los probióticos para aportar enzimas que, aumentan la actividad catalítica de las enzimas endógenas para reducir compuestos perjudiciales o antinutrientes [14-63-64] demostró que la administración de *L. acidophilus* o de un cultivo mixto de *Lactobacillus spp.* a pollos aumentó significativamente los niveles de amilasa. También se ha descrito que el consumo de *Lactobacillus casei* por pollos causa disminución de la actividad de la enzima ureasa del intestino delgado, acompañada por una mejora de la productividad [18]. Esta enzima está asociada con la conversión de ácido úrico en amoníaco, que constituye un producto de excreción de nitrógeno en aves y un compuesto tóxico para los enterocitos provocando el deterioro de las células de la mucosa intestinal hasta llegar a la necrosis de las células epiteliales [19-65].

3 Materiales y métodos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los pro-bióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [20-21-66]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre.

Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [22], [23-25]. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

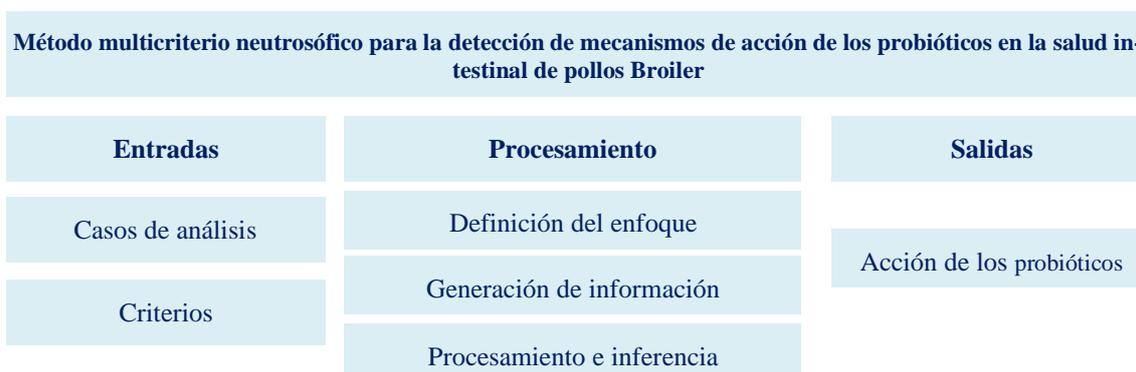


Figura 1: Representación del método propuesto.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para apoyar la toma de decisiones para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [26], [27], [28]. A continuación se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones y para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, \dots, e_n\}$, ($n > 2$) un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, \dots, ti_m\}$, ($m > 2$) un conjunto de casos de análisis.

- Sea $C = \{c_1, c_k\}, (k > 2)$ un conjunto de criterios que caracterizan las acciones de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [29], [30], [31-67]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [32], [33, 34]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones [35].

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad [36-39]. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \{p_{j1}^i, \dots, p_{jh}^i\} \quad (1)$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las toma de decisiones para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones sobre la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. Para ello la información es unificada y agregada [40, 41].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [42]:

A partir de $S = \{s_0, s_g\}$ que representa una 2TLNs con cardinalidad impar $t + 1$.

Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y $a, b, c \in [0, t]$, donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLNs.

Por lo tanto: 2TLNNS se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_{t_j}, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_{i_j}, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_{f_j}, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_{t_j}, a) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_{i_j}, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_{f_j}, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [43].

Sea

$$l_1 = \{(S_{t_1}, a), (S_{i_1}, b), (S_{f_1}, c)\} \text{ a}$$

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l_1) = \Delta \left\{ \frac{2t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{i_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{3} \right\}, \Delta^{-1}(s(l_1)) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l_1) = \Delta \left\{ \frac{t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{2} \right\}, \Delta^{-1}(h(l_1)) \in [0, t] \quad (4)$$

3. Procesamiento e inferencia:

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

- Selecciónar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T).
- Transformación de valores numéricos en $[0, 1]$ al $F(S_T)$.
- Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [44], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones para apoyar la toma de decisiones en la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler.

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor.

El caso de análisis más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max \{(r_i, a_j), = 1, 2, \dots, n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

4 Resultados y discusión

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. Se realizó un estudio de caso aplicado a una organización de crianza de pollos Broiler. El objetivo consistió en determinar los mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler y disminuir el impacto de la respuesta inflamatoria sistémica complicada. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$E = \{e_1, e_3\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$Ps = \{Ps_1, \dots, Ps_6\}$, de 6 Casos de análisis

A partir de la valoración de los $C = \{c_1, \dots, c_7\}$ los cuales conforman los 7 criterios valorativos.

La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler

No.	Criterio
1	Efectividad en la modulación de la microbiota intestinal: Evaluar la capacidad de los probióticos para promover un equilibrio saludable de la microbiota intestinal en pollos Broiler, mediante el aumento de bacterias beneficiosas y la reducción de patógenos potenciales.
2	Mejora del rendimiento productivo: Analizar el impacto de los probióticos en el rendimiento de los pollos Broiler, incluyendo el peso corporal, la conversión alimenticia y la tasa de crecimiento, como indicadores de la salud intestinal y el bienestar general.
3	Reducción de enfermedades intestinales: Evaluar la capacidad de los probióticos para reducir la incidencia y gravedad de enfermedades intestinales comunes en pollos Broiler, como enteritis necrótica, coccidiosis y colibacilosis.
4	Efectos antiinflamatorios: Analizar si los probióticos tienen efectos antiinflamatorios en el intestino de los pollos Broiler, ayudando a reducir la inflamación y promoviendo un ambiente intestinal más saludable.
5	Mejora de la absorción de nutrientes: Evaluar si los probióticos mejoran la absorción de nutrientes esenciales en el intestino de los pollos Broiler, lo que puede contribuir a un mejor aprovechamiento de los alimentos y al desarrollo óptimo.
6	Evaluación de biomarcadores: Analizar si los probióticos tienen un impacto medible en biomarcadores específicos relacionados con la salud intestinal, como la actividad enzimática, la concentración de ácidos grasos de cadena corta y la integridad de la barrera intestinal.
7	Seguridad y tolerancia: Evaluar la seguridad y tolerancia de los probióticos en pollos Broiler, considerando la ausencia de efectos adversos significativos, así como su capacidad para mantener su viabilidad durante el almacenamiento y el proceso digestivo.

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 2.

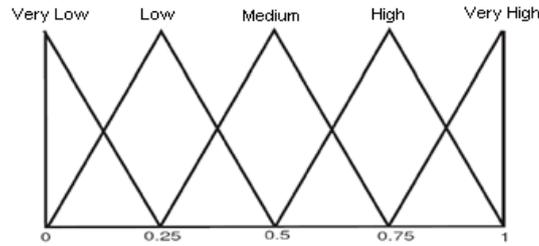


Figura 2. Dominio de Selección S_T .

Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [41-68-69-72].

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

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

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los casos de análisis, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T .

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3		
c_1	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]
c_2	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]
c_3	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.2]
c_4	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]
c_5	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.7, 0.3, 0.1]
c_6	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]
c_7	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.3]

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19-70-71]. En este caso los vectores de ponderación $W=(0.9, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9)$.

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

Casos de análisis	Preferencias
Ps_1	[0.9, 0.6, 0.8, 0.6, 0.9, 0.9, 0.9]
Ps_2	[1, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]
Ps_3	[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
Ps_4	[1, 0.8, 0.9, 0.9, 0.8, 0.6, 0.9]
Ps_5	[0.9, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]
Ps_6	[0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9]

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación $V= [1, 0.8, 0.9, 0.9, 0.8, 0.6, 0.9]$ de la tabla 5.

Tabla 5: Evaluación colectiva para los casos de análisis.

[0.9, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_5
[1, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_2
[0.9, 0.6, 0.8, 0.6, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_1
[0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9]	Ps_6

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación.

[0.9, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_5
[1, 0.9, 0.8, 0.8, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_2
[0.9, 0.6, 0.8, 0.6, 0.9, 0.9, 0.9]	Ps_1

En el estudio de caso, la clasificación de los casos de análisis quedó recomendada como sigue:

$Ps_5 < Ps_2 < Ps_1$, siendo este el orden de casos que requiere mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler, y con los cuales debía aplicarse los protocolos definidos.

Resultados de los probióticos en pollos Broiler

Los resultados reportados sobre la morfometría del intestino y el desarrollo de las vellosidades intestinales en pollos Broiler no siempre han sido favorable con la implementación de probióticos en la dieta. Se describen muchos factores que influyen en la eficiente utilización de los mismos. Sin embargo, la mayoría de los estudios demuestran un beneficio considerable en explotaciones avícolas.

Uno de los factores que influye en el éxito de la inclusión de los probióticos en la alimentación de pollos Broiler, es la especie y cepa de microorganismo que se seleccione como suplemento en las dietas. En varias investigaciones se menciona la importancia de seleccionar probióticos correspondientes con la flora microbiana propia de la especie animal en cuestión. Los géneros de microorganismos más empleados como suplementos en las dietas, pueden estar conformando aditivos conformados por un solo tipo de microorganismo o por combinaciones de diferentes especies para lograr una mayor eficiencia a nivel intestinal. Principalmente se utilizan bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Pediococcus*. También se incluyen levaduras no solamente como probióticos sino como prebióticos, es el caso de la *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, cada género de microorganismos puede tener diferentes especies y cepas con capacidad de producir efectos metabólicos distintos, por lo que se recomienda la utilización de combinaciones de ellos para lograr los mejores beneficios.

Los probióticos elaborados a base de levaduras mejoran el grado de hidrólisis a nivel intestinal y con ello el aumento de la disponibilidad de nutrientes favoreciendo la absorción de los mismos y su aprovechamiento [45].

Según Quevedo et al [46] con el efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico en la dieta

de pollos de engorde se observó un incremento del área de las criptas en duodeno y yeyuno; este resultado se asocia con un recambio epitelial más veloz que indirectamente beneficia la vellosidad encargada de la absorción de nutrientes. También se evidenció un aumento en la producción de moco en duodeno por las células caliciformes siendo la mucina un mecanismo de defensa frente a una estimulación patógena, por lo que se puede afirmar que el probiótico generó beneficios a nivel intestinal en los pollos de engorde evaluados.

Investigaciones realizadas con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre el desarrollo pos-eclosión del duodeno; tuvieron en cuenta el comportamiento morfométrico de vellosidades intestinales. Una vez realizado el conteo de las vellosidades por campo de microscopio las mediciones de longitud y amplitud fueron significativamente favorables desde la lámina basal, hasta el ápice a favor del grupo suplementado con el probiótico comercial. Los resultados fueron a favor del uso de probióticos desde el primer día de edad en pollos de engorde favoreciendo el desarrollo pos-eclosión de la morfometría duodenal, lo que se refleja en una mejor ganancia de peso al final del ciclo productivo del pollo de engorde.

Con relación a la morfometría intestinal también se reportan importantes resultados obtenidos en investigaciones con probióticos, dentro de ellos el efecto en la mucosa intestinal con el incremento en el tamaño y largo de las vellosidades a nivel del yeyuno e íleon y por tanto una mayor superficie de absorción para el óptimo aprovechamiento de los nutrientes, justificando así los múltiples beneficios en los indicadores productivos de pollos Broiler [47].

Discusión

Los mecanismos de acción de los probióticos son ampliamente descritos en la bibliografía consultada, siendo variados y efectivos para el desarrollo de la mucosa intestinal y la microbiota asociada, así como efectos positivos sobre la respuesta inmunitaria del organismo y los beneficios tangibles en los resultados productivos de las aves de engorde.

En investigaciones realizadas por Quevedo [46] donde se evalúa el área de criptas, el porcentaje de moco, número de criptas por milímetro; son evidentes los beneficios a favor de la inclusión de probióticos en la dieta y directamente en las variables evaluadas y sus resultados positivos; con una mayor robustez de criptas. Este resultado se traduce en una mayor velocidad mitótica ya que las criptas son consideradas la fábrica de vellosidades. Una cripta más profunda puede indicar un recambio de tejidos más rápido, lo que permite una renovación de las vellosidades que han sufrido alteraciones por acciones patógenas, por tanto, mejor capacidad de absorción de nutrientes. Gao et al [48] afirmaron que una profundidad mayor de las criptas se refleja en más producción y almacenamiento de mucina, por consiguiente, se genera una respuesta eficaz de protección física frente a patógenos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Helena [49] donde se refleja un comportamiento alométrico para cantidad, longitud y amplitud de vellosidades intestinales a favor del grupo de animales suplementados con probióticos. También Velasco [50] Reportaron que las vellosidades organizadas en zig-zag son más eficaces para la absorción de nutrientes que las dispuestas en paralelo o al azar, ya que favorecen un mayor contacto entre el quimo y el epitelio de la mucosa intestinal y por tanto mayor área de superficie de absorción [50].

Uno de los factores que se refleja en los resultados mencionados anteriormente responde a la contribución de los microorganismos sobre la integridad de la barrera intestinal y es por medio de las uniones celulares estrechas, que consisten en complejos de proteínas compuestos principalmente por claudinas y ocludinas, y cumplen la función de regular el transporte entre células vecinas. Este proceso desempeña un papel importante en la permeabilidad paracelular de la mucosa a iones y moléculas que garantizan la nutrición y homeostasis celular y por tanto el incremento del índice mitótico. Bertsch [51] describió el efecto de los probióticos sobre estas uniones celulares demostrando el incremento de la concentración de ocludinas, lo que conduce a mejorar la integridad de la barrera intestinal.

Conclusión

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un método multicriterio neutrosófico para la detección de mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. La implementación del método propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad método multicriterio neutrosófico en función de la detección oportuna de los mecanismos de acción de los probióticos en la salud intestinal de pollos Broiler. Los mecanismos de acción que desarrollan los probióticos en general, sin tener en cuenta los múltiples factores que influyen en una respuesta positiva o no, demuestran una dinámica eficiente en el funcionamiento del intestino de forma integral incluyendo el fortalecimiento de las capacidades inmunológicas.

Varias investigaciones demuestran estadísticamente la expresión morfométrica en las variables medibles de la mucosa intestinal, a favor de la inclusión de probióticos en la dieta de pollos Broiler.

Referencias

- [1] S. Grigoroff, "Étude sur un lait fermenté comestible," *Le Kis-Revue Médicale de la Suisse Romande, année*, vol. 25, 1905.
- [2] A. O. Oyedeji, T. A. Msagati, A. B. Williams, and N. U. Benson, "Determination of antibiotic residues in frozen poultry by a solid-phase dispersion method using liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry," *Toxicology Reports*, vol. 6, pp. 951-956, 2019.
- [3] J. S. Mandey, and F. N. Sompie, "Phytogenic feed additives as an alternative to antibiotic growth promoters in poultry nutrition," *Adv. Stud. 21st Century Anim. Nutr.*, vol. 8, pp. 19, 2021.
- [4] A. Menconi, A. O. Sokale, S. M. Mendoza, R. Whelan, and K. Doranalli, "Effect of *Bacillus subtilis* DSM 32315 under different necrotic enteritis models in broiler chickens: a meta-analysis of five independent research trials," *Avian Diseases*, vol. 64, no. 3, pp. 379-385, 2020.
- [5] R. Knackstedt, and J. Gatherwright, "The role of thermal injury on intestinal bacterial translocation and the mitigating role of probiotics: A review of animal and human studies," *Burns*, vol. 46, no. 5, pp. 1005-1012, 2020.
- [6] W. Turpin, C. Humblot, M. Thomas, and J.-P. Guyot, "Lactobacilli as multifaceted probiotics with poorly disclosed molecular mechanisms," *International journal of food microbiology*, vol. 143, no. 3, pp. 87-102, 2010.
- [7] F. A. Iñiguez Heredia, X. E. Espinoza Bustamante, and E. L. Galarza Molina, "Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión," *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, vol. 5, no. 14, pp. 166-172, 2021.
- [8] J. Patterson, and K. Burkholder, "Application of prebiotics and probiotics in poultry production," *Poultry science*, vol. 82, no. 4, pp. 627-631, 2003.
- [9] J. Ángel-Isaza, N. Mesa-Salgado, and W. Narváez-Solarte, "Organic acids, an alternative in poultry nutrition: a review," *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, vol. 14, no. 2, pp. 45-58, 2019.
- [10] T. Requena, and C. Peláez, "Revisión: Actividad antimicrobiana de bacterias lácticas. Producción de bacteriocinas," *Revista española de ciencia y tecnología de alimentos*, vol. 35, no. 1, pp. 19-44, 1995.
- [11] H. A. Jurado-Gámez, E. J. Zambrano-Mora, and A. Pazos-Moncayo, "Adición de un probiótico de *Lactobacillus plantarum* microencapsulado en el alimento para pollos," *Universidad y Salud*, vol. 23, no. 2, pp. 151-161, 2021.
- [12] L. Montoro-Dasi, A. Villagra, M. de Toro, M. T. Pérez-Gracia, S. Vega, and C. Marin, "Fast and slow-growing management systems: characterisation of broiler caecal microbiota development throughout the growing period," *Animals*, vol. 10, no. 8, pp. 1401, 2020.
- [13] B. E. L. Gorozabel, M. V. T. Solórzano, G. J. C. Nevárez, and F. G. I. Flor, "Actividad probiótica de (*Lactobacillus* spp.), y su incidencia en el desarrollo de los parámetros zootécnicos, alométricos y de la microbiota gastrointestinal en pollos broilers," *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, vol. 4, no. 2 May-Ago, pp. 96-108, 2020.
- [14] K. Mountzouris, P. Tsitsirikos, I. Palamidi, A. Arvaniti, M. Mohnl, G. Schatzmayr, and K. Fegeros, "Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition," *Poultry science*, vol. 89, no. 1, pp. 58-67, 2010.
- [15] F. J. R. Represa, L. O. García, S. A. Villaverde, and E. O. Alamao, "Probióticos y su papel en las infecciones en la población pediátrica," *Microbiota Probióticos Prebióticos*.
- [16] R. Simmering, and M. Blaut, "Pro-and prebiotics—the tasty guardian angels?," *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 55, pp. 19-28, 2001.
- [17] R. Angel, R. Dalloul, and J. Doerr, "Performance of broiler chickens fed diets supplemented with a direct-fed microbial," *Poultry science*, vol. 84, no. 8, pp. 1222-1231, 2005.
- [18] J. Yeo, and K. I. Kim, "Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks," *Poultry Science*, vol. 76, no. 2, pp. 381-385, 1997.
- [19] M. Murakami, J. K. Yoo, S. Teramura, K. Yamamoto, H. Saita, K. Matuo, T. Asada, and T. Kita, "Generation of ammonia and mucosal lesion formation following hydrolysis of urea by urease in the rat stomach," *Journal of clinical gastroenterology*, vol. 12, no. 1, pp. S104-S109, 1990.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosophía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre: Infinite Study*, 2018.
- [23] 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.

- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [27] L. B. Reyes, J. E. Suárez, and O. M. Cornelio, "Técnicas de Inteligencia artificial para el diagnóstico de pulsioximetría de apnea de sueño," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 16, no. 4, pp. 1-10, 2023.
- [28] O. M. Cornelio, and B. B. Fonseca, "Procedimiento multicriterio multiexperto para determinar el índice de control de una organización," *Scientia et Technica*, vol. 21, no. 3, pp. 234-238, 2016.
- [29] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
- [30] O. M. Cornelio, I. S. Ching, B. B. Fonseca, and P. M. P. Díaz, "Herramienta para la simulación de sistemas dinámicos integrado al sistema de laboratorios virtuales ya distancia."
- [31] J. L. G. González, and O. Mar Cornelio, "Propuesta de algoritmo de clasificación genética," *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. 4, no. 2, pp. 37-42, 2013.
- [32] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability*: Infinite Study, 2005.
- [33] 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.
- [34] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [35] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [36] J. E. Ricardo, M. E. L. Poma, A. M. Argüello, A. Pazmiño, L. M. Estévez, and N. Batista, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, pp. 54-61, 2019.
- [37] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnosis of the challenges of post-pandemic scientific research in Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9, no. spe1, 2021.
- [38] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeuroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [39] G. A. Á. Gómez, M. Y. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 52, pp. 215-224, 2022.
- [40] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
- [41] R. Şahin, and M. Yiğider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
- [42] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry*, vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.
- [43] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüísticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.
- [44] 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.
- [45] C.-l. Li, J. Wang, H.-j. Zhang, S.-g. Wu, Q.-r. Hui, C.-b. Yang, R.-j. Fang, and G.-h. Qi, "Intestinal morphologic and microbiota responses to dietary Bacillus spp. in a broiler chicken model," *Frontiers in Physiology*, vol. 9, pp. 1968, 2019.
- [46] D. Quevedo, J. Ochoa, J. Corredor, and S. Pulecio, "Efectos de la adición de probiótico *Saccharomyces cerevisiae* sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde," *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 67, no. 3, pp. 239-252, 2020.
- [47] T. He, S. Long, S. Mahfuz, D. Wu, X. Wang, X. Wei, and X. Piao, "Effects of probiotics as antibiotics substitutes on growth performance, serum biochemical parameters, intestinal morphology, and barrier function of broilers," *Animals*, vol. 9, no. 11, pp. 985, 2019.

- [48] J. Gao, H. Zhang, S. Yu, S. Wu, I. Yoon, J. Quigley, Y. Gao, and G. Qi, "Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions," *Poultry Science*, vol. 87, no. 7, pp. 1377-1384, 2008.
- [49] H. M. Barrera-Barrera, S. P. Rodríguez-González, and G. Torres-Vidales, "The effect of adding citric acid and a commercial probiotic to drinking water on the morphometry of the duodenum for broilers and their zootechnical parameters," *Orinoquia*, vol. 18, no. 2, pp. 52-62, 2014.
- [50] S. Velasco, M. Rodríguez, M. Alzueta, A. Rebolé, and L. T. Ortiz, "LOS PREBIÓTICOS TIPO INULINA EN ALIMENTACIÓN AVIAR. I: CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS A NIVEL INTESTINAL/INULIN-TYPE PREBIOTICS IN POULTRY FEEDING. I: CHARACTERISTICS AND EFFECTS ON THE GUT," *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, vol. 4, no. 2, pp. 87, 2010.
- [51] J. E. Blajman, M. V. Zbrun, D. M. Astesana, A. P. Berisvil, A. Romero Scharpen, M. L. Fusari, L. P. Soto, M. L. Signorini, M. R. Rosmini, and L. S. Frizzo, "Probióticos en pollos parrilleros: una estrategia para los modelos productivos intensivos?," *Revista argentina de microbiología*, vol. 47, no. 4, pp. 360-367, 2015.
- [52] Reyes, P. R. S. A., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Hybrid and avant-garde methods for cost of capital evaluation". *Universidad y Sociedad*, vol 15 núm 4, pp 482-489, 2023. <https://rus.ucf.edu/cu/index.php/rus/article/view/4001/3919>
- [53] Márquez-Carriel, G., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Relationship between the people's Republic of China and the Republic of Ecuador: a perspective from the dependency theory". *Universidad y Sociedad*, vol 15 núm 2, pp 49-62, 2023. <https://rus.ucf.edu/cu/index.php/rus/article/view/3605/3546>
- [54] Caveda, D. A., Sánchez, F. M., Ortega, R. A. S., & Chán, M. M. B. "El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación". *Revista Científica ECOCIENCIA*, vol 2 núm 3, 2015. <https://media.proquest.com/media/hms/ORIG/1/tUAsB?s=DHk1ZIRf3SpGV%2B%2FY1rpgHfT9Br4%3D>
- [55] Vergara-Romero, A., Morejón-Calixto, S., Márquez-Sánchez, F., & Medina-Burgos, J. "Economía del conocimiento desde la visión del territorio: Knowledge economy from the perspective of the territory". *Revista Científica ECOCIENCIA*, vol 9 núm 3, pp 37-62, 2022. <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/680/430>
- [56] Carriel, G. M., Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Molestina, G. A. "Bidependencia internacional en Ecuador: Estados Unidos y China: International bidependence in Ecuador: The United States and China". *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, vol 9 núm 6, pp 1-19, 2022. <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/747/457>
- [57] Sánchez, F. M. "EL SECTOR INFORMAL Y LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA " PEQUEÑA EMPRESA" EN AMÉRICA LATINA, EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX". *Revista Científica Ecociencia*, vol 1 núm 1, pp 1-13, 2014.
- [58] Leonard, Y. G., Sánchez, F. M., del Río, J. A. J., & Romero, A. V. "Capítulo 4. Tourist destination management and cultural heritage: a perspective of the city of Havana". In *La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar* pp. 93, 2022. Thomson Reuters Aranzadi.
- [59] Ortega, R. S., del Río, J. A. J., Sánchez, F. M., & Romero, A. V. "Capítulo 18. Natural and cultural heritage un the turismo economy of the province of Guayas". In *La gestión turística del patrimonio: una visión multidisciplinar* pp. 421, 2022. Thomson Reuters Aranzadi.
- [60] Amores, E. R., Vega, L. L., Sánchez, F. M., & León, V. L. "Modelo econométrico de los gastos operativos de la banca en el Ecuador: Periodo 2012–2019: Econometric model of banking operating expenses in Ecuador: Period 2012-2019". *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, vol 8 núm 3, pp 80-99, 2021. <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/514/342>
- [61] Pozo-Estupiñan, C., Sorhegui-Ortega, R., Márquez-Sánchez, F., & Vergara-Romero, A. "Pensamiento Económico: Sostenibilidad y Economía Agraria (Economic Thinking: Sustainability and Agricultural Economy)". In *Forthcoming*, En IX Congreso Internacional "Tecnología, Universidad y Sociedad". Samborondón, Ecuador, 2021.
- [62] del Valle Blanco, D., & von Feigenblatt, O. F. "Similitudes y complementariedades entre "La nueva agenda juventudes" y "La cumbre del futuro"". *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, vol 4 núm 1, pp 289-296, 2024. <https://editic.net/ripie/index.php/ripie/article/view/163/138>
- [63] Aparicio-Gómez, O. Y., Ostos-Ortiz, O. L., & von Feigenblatt, O. F. "Competencia digital y desarrollo humano en la era de la Inteligencia Artificial". *Hallazgos*, vol 20 núm 40, pp 217-235, 2023. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/9254/8156>
- [64] Von Feigenblatt, O. F., & Gómez, Ó. Y. A. (Eds.). "Transcending the eternal debate between traditional and progressive education: A constructive scholarly dialogue". Ediciones Octaedro, 2023.
- [65] Ortiz, O. L. O., Aparicio-Gómez, O. Y., & von Feigenblatt, O. F. "Assessing a country's scientific contribution towards sustainability from higher education: a methodology for measuring progress towards the Sustainable Development Goals (SDG)". *Revista Interamericana de Investigación Educación y*

- Pedagogía RIIEP, vol 16 núm 2, pp 343-361, 2023. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/8848/8052>
- [66] 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. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3992/3910>
- [67] von Feigenblatt, O. F. “Traditional Education in the Public Sphere: A Contested Terrain”. *Revista Internacional de Filosofía Teórica y Práctica*, vol 3 núm 2, pp 87-106, 2023. <https://www.editic.net/riftp/index.php/riftp/article/view/81/68>
- [68] von Feigenblatt Rojas, O. F. “Introducing the emerging field of Academic Diplomacy”. *Universidad y Sociedad*, vol 15 núm 2, pp 316-325, 2023. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3632/3573>
- [69] Pérez, G. R., Marqués, L. L., Poleo, A. J., Rivera, A., & von Feigenblatt, O. F. “El liderazgo educativo en los programas de educación especial: Una revisión de la literatura”. In *Anales de la Real Academia de Doctores* vol 8, núm 4, pp 785-801, 2023.
- [70] Negro, A. R., Marqués, L. L., Poleo, A. J., & von Feigenblatt, O. F. “La responsabilidad social corporativa, Una revisión histórica alineada a dos teorías que colaboran con el concepto”. In *Anales de la Real Academia de Doctores* vol 8, núm 4, pp 769-783, 2023
- [71] Solís, N. F., Marqués, L. L., Poleo, A. J., & von Feigenblatt, O. F. “Uso de factores resilientes en la gestión empresarial durante tiempos de crisis por Pandemia Covid-19”. In *Anales de la Real Academia de Doctores* vol. 8, núm. 3, pp 505-511, 2023
- [72] Verdezoto, M. I. M., Álvarez, D. R., & Falcón, V. V. “Neutrosophic Evaluation of Legal Strategies for Decision-making in a Digital Context”. *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 62 num 1, pp 20, 2023. https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2536&context=nss_journal

Recibido: noviembre 19, 2023. **Aceptado:** diciembre 07, 2023