



Evaluación neutrosófica para el diagnóstico de la Leucemia Viral Felina.

Neutrosophic evaluation for the diagnosis of Feline Viral Leukemia.

Pamela Alejandra Paredes Carvajal¹, Jaine Labrada Ching², and Nathali Maite Villagrán Veloz³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador. ua.docentepapc@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador. ua.jainelc87@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato. Ecuador. nathalivy86@uniandes.edu.ec

Resumen. El gato doméstico ha sido un compañero invaluable para la humanidad, lo que hace imperativo entender las enfermedades que pueden afectarlos. La Leucemia Viral Felina (ViLeF) es una de las patologías más comunes en la práctica veterinaria y una de las principales causas de mortalidad en felinos, lo que subraya su impacto significativo en la salud de los gatos. Con el creciente número de personas que adoptan gatos como mascotas, se ha incrementado la importancia de estudios sobre el ViLeF para prevenir su propagación y mejorar la atención veterinaria. Este virus se relaciona estrechamente con el desarrollo de linfomas y es responsable de una variedad de síndromes clínicos en los gatos, superando a otros agentes infecciosos únicos en cuanto a su diversidad de efectos. Investigaciones previas en Ecuador han indicado prevalencias superiores al 50% en gatos domésticos, destacando factores como género, edad, estilo de vida y ubicación geográfica como variables relevantes. Por lo tanto, este estudio se propone desarrollar una Evaluación Neutrosófica que permita un diagnóstico más preciso y exhaustivo de la Leucemia Viral Felina. La evaluación neutrosófica constituye una herramienta valiosa para veterinarios y estudiantes de medicina veterinaria, facilitando un entendimiento más completo de la fisiopatología del virus y sus síndromes asociados, así como de las estrategias más efectivas para su tratamiento y prevención.

Palabras Claves: método neutrosófico, prevalencia, gatos, linfoma, leucemia felina.

Abstract. The domestic cat has been an invaluable companion to humanity, making it imperative to understand the diseases that can affect them. Feline Viral Leukemia (FVL) is one of the most common pathologies in veterinary practice and one of the main causes of mortality in felines, which underlines its significant impact on cat health. With the increasing number of people adopting cats as pets, the importance of studies on FVL to prevent its spread and improve veterinary care has increased. This virus is closely related to the development of lymphomas and is responsible for a variety of clinical syndromes in cats, surpassing other unique infectious agents in terms of its diversity of effects. Previous research in Ecuador has indicated prevalences higher than 50% in domestic cats, highlighting factors such as gender, age, lifestyle and geographic location as relevant variables. Therefore, this study aims to develop a Neutrosophic Evaluation that allows a more precise and exhaustive diagnosis of Feline Viral Leukemia. Neutrosophic testing is a valuable tool for veterinarians and veterinary medicine students, facilitating a more complete understanding of the pathophysiology of the virus and its associated syndromes, as well as the most effective strategies for its treatment and prevention.

Keywords: neutrosophic method, prevalence, cats, lymphoma, feline leukemia

1 Introducción

La Leucemia Viral Felina es una enfermedad que a lo largo del tiempo ha sido de gran importancia dentro de la medicina felina ya que su incidencia es muy alta, de igual manera su forma de contagio es tan fácil que la mayoría de gatos que tienen una vida outdoor poseen un factor mayor de contagio [1]. Las infecciones por FeLV causan enfermedad grave en los gatos al dañar el sistema inmunitario y causar tumores malignos. El virus se transmite tanto horizontal como verticalmente, por ende, la incidencia de la enfermedad puede aumentar significativamente en el futuro [2].

El Virus de la Inmunodeficiencia Felina, es un virus lábil en el ambiente que se inactiva de manera sencilla al

entrar en contacto con varios desinfectantes, actualmente existen tres diferentes subtipos de ViLeF A, B y C, existiendo también un cuarto grupo asociado a linfocitos T, y cada uno de estos utiliza un receptor diferente para ingresar a las células del hospedador [3]. Cabe recalcar que el subtipo B y C son más patógenos que el subtipo A, pero solo el subtipo A se transmite de gato a gato el cual puede provocar neoplasias hematopoyéticas, por eso las vacunas solo tiene protección contra este subtipo y el resto de subtipos solo son mutaciones del subtipo A que ocurren en individuos previamente infectados [1].

El ViLeF puede encontrarse en saliva, sangre, suero y plasma, y se transmite principalmente mediante la inoculación del virus presente en saliva, a través de mordeduras, acicalamiento e incluso por compartir bebederos. Al ser una enfermedad con presentación clínica muy diversa, está asociada a gatos que presentan linfomas o varios síndromes clínicos asociados a cambios en las líneas sanguíneas generando leucemias al ser una consecuencia directa del efecto del virus sobre la médula ósea. Dentro de los principales síntomas más frecuentes esta la presencia de fiebre, anemia no regenerativa, anorexia, mucosas pálidas, adelgazamiento y fatiga [4].

Por ser un virus de fácil transmisión, su propagación es de distribución mundial, si bien la frecuencia de contagio varía según la ubicación geográfica, la población felina examinada y la prueba diagnóstica usada, se conoce que la población más susceptible son gatos machos de entre 1 y 6 años que tienen acceso al exterior. Una vez que se da el contagio el virus tiene una replicación inicial a nivel de orofaringe y se propaga a lo largo del organismo hasta alcanzar médula ósea, depende mucho del sistema inmune del animal el momento del contagio para que la infección pueda ocurrir no, algunos gatos expuestos al virus pueden eliminar la infección de manera abortiva, mientras que en otros casos la infección progresa hacia la enfermedad clínica y la persistencia de la viremia [5].

Por lo señalado anteriormente, esta investigación tiene como objetivo desarrollar una evaluación neutrosófica para el diagnóstico de la Leucemia Viral Felina.

2. Evaluación neutrosófica para el diagnóstico de la Leucemia Viral Felina

Para la evaluación sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador, se utilizó un método que basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre. Está soportado a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores para determinar la incidencia de la Leucemia Viral Felina. El método utiliza para la inferencia la Ponderación Lineal Neutrosófica [6]. El método está diseñado mediante una estructura de tres actividades que en su conjunto determinan el análisis de la incidencia.

Actividad 1: Identificación los criterios de incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador

Representa el conjunto de criterios que se evalúan para determinar incidencia de la Leucemia Viral Felina en Ecuador. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots, c_n\}$, $n \geq 2$, representan los criterios evaluativos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios de incidencia

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a los criterios [7]. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots, e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, son los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a los criterios de incidencia

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para determinar la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica, [8], [9] que constituye un método multicriterio [10-12]. La ponderación lineal neutrosófica representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [13]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j r_{ij} \quad (1)$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [14]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i. Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [15], [16]. Se asigna un peso W_j ($j = 1, n$) también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j .

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [17]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [18, 19]. Un número neutrosófico (N) se representa

de la siguiente forma [20, 21]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}^n$, una evaluación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [22-24]:

$$v(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R, W, r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)} r_{ij(T,I,F)} \tag{3}$$

Donde:

- $R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .
- $W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio j , asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .
- r_{ij} : representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .

3. Implementación del método para la evaluación neutrosófica sobre la Leucemia Viral Felina

A continuación se realiza una descripción de la corrida por etapa del método neutrosófico multicriterio para la evaluación sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador.

Actividad 1: Identificación los criterios de incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador

En el presente estudio sobre la Leucemia Viral Felina (ViLeF) en gatos domésticos de Ecuador, se consultó a cinco expertos (E) en medicina veterinaria, cada uno con amplia experiencia en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades felinas.

E₁: El primer experto es un veterinario clínico con más de 15 años de experiencia en el manejo de enfermedades infecciosas en gatos, especializado en oncología felina.

E₂: El segundo es un investigador académico con un historial en epidemiología de enfermedades zoonóticas, que ha realizado estudios específicos sobre la prevalencia del ViLeF en distintas regiones de Ecuador.

E₃: La tercera experta es una veterinaria de urgencias que ha atendido numerosos casos de complicaciones asociadas al ViLeF, aportando una perspectiva práctica y clínica.

E₄: El cuarto consultor es un veterinario especializado en diagnóstico por imagen, conocido por su habilidad en identificar cambios patológicos en felinos infectados por virus.

E₅: La quinta experta es una docente de medicina veterinaria, cuyas investigaciones se han centrado en la educación y prevención de enfermedades en felinos.

Los criterios de inclusión para estos expertos incluyeron tener al menos 5 años de experiencia en medicina veterinaria, haber trabajado directamente con gatos domésticos diagnosticados con ViLeF, y haber participado en investigaciones o publicaciones sobre esta enfermedad. Esto garantizó la relevancia y profundidad del conocimiento aportado por cada uno en el estudio. La tabla 1 muestra los criterios resultantes.

Tabla 1: Criterios evaluativos para identificar la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador

No	Criterios evaluativos
C_1	Pruebas diagnósticas positivas: Evaluación de los resultados de pruebas serológicas específicas, como la prueba ELISA (<i>Enzyme-Linked Immunosorbent Assay</i>), que detecta la presencia del antígeno del virus en la sangre de los gatos.
C_2	Prevalencia en poblaciones específicas: Análisis de estudios epidemiológicos que identifiquen la prevalencia del ViLeF en diferentes grupos de gatos domésticos, segmentando por factores como raza, edad, género y ubicación geográfica.

No	Criterios evaluativos
C_3	Historia clínica: Revisión de los registros clínicos de gatos diagnosticados con ViLeF, observando factores como síntomas reportados, tratamiento y evolución de la enfermedad, para establecer correlaciones con la incidencia.
C_4	Factores de riesgo: Evaluación de variables asociadas, como el estilo de vida del gato (por ejemplo, si es de interior o exterior), contactos con otros felinos, y vacunación previa, para determinar su impacto en la probabilidad de infección por ViLeF.

Actividad 2: Determinación de los pesos de los criterios

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los indicadores para la evaluación neutrosófica sobre la Leucemia Viral Felina. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 2 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los criterios.

Tabla 2: Pesos asociados a los criterios para evaluar la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(0.8,0,15,0.20)
C_2	(0.9, 0.1, 0.1)
C_3	(1,0,0)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)

Actividad 3: Evaluación de los criterios sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, S , $v_{kj} \in S$, donde; $S = \{s_1, \dots, s_g\}$, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características c_k utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Escala de términos lingüísticos.

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)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la neutrosofía para la evaluación de los criterios sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Determinación de las preferencias sobre los criterios de incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador.

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_2	Muy buena (MB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_3	Muy muy buena (MMB)	(0.60,0.35,0.40)
C_4	Medianamente buena (MDB)	(0.8,0,15,0.20)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la ViLeF en gatos domésticos de Ecuador. La tabla 5 muestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación (3).

Tabla 5: Resultados del procesamiento.

Críterios	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.20,0.25,0.25)	(0.50,0.50,0.50)
C_2	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_3	(0.60,0.35,0.40)	(0.20,0.25,0.25)	(0.40,0.65,0.60)
C_4	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0,15,0.20)
Inferencia			(0.60,0.15,0.15)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que la evaluación neutrosófica sobre la incidencia de la ViLeF en los gatos domésticos objeto de estudio, se encuentra valorada como medianamente buena, lo que significa que hay una probabilidad media de infección.

4. Resultados y discusión

La familia Retroviridae abarca una variedad de virus presentes en la naturaleza y que se hallan en una amplia gama de animales, como mamíferos, reptiles, aves y peces. El virus de la leucemia viral felina al ser un retrovirus perteneciente al género Lentivirus posee una enzima característica, la Transcriptasa Inversa o Reversa. Está constituido por una envoltura lipídica que contiene glicoproteínas de superficie, una cápside icosaédrica y un núcleo que contiene el genoma ARN+ [25].

Las infecciones por retrovirus generalmente se encuentran confinadas a una sola especie hospedadora y no suelen cruzar la barrera entre especies, dentro de sus efectos en el hospedador es el ocasionar desde infecciones benignas hasta infecciones lentas con largos periodos de incubación tales como inmunodeficiencias o enfermedades tumorales, que pueden incluso tomar años para producir síntomas [26].

Por otro lado, se han reconocido cinco subtipos del virus de la inmunodeficiencia felina: A, B, C, D y E; de los cuales los subtipos A y B son los más diagnosticados a nivel mundial aun así en Sudamérica se ha encontrado más del subtipo B y E, siendo este último identificado únicamente en Argentina. Debido a su estructura lipídica, es un virus que se inactiva fácilmente en el ambiente y ante contacto con sustancias desinfectantes, además a nivel genómico tiene la característica de poseer un alto ritmo de mutación [5].

Durante las últimas tres décadas, la frecuencia de la infección por el virus de la Leucemia e Inmunodeficiencia Felina (ViLeF) ha experimentado una marcada reducción en Estados Unidos y Europa. Esto se atribuye principalmente a la amplia aplicación de vacunas y al aumento en la detección de animales portadores asintomáticos del virus. En contraste, en América Latina se observa una amplia variación en las prevalencias de la infección, la cual está influenciada por diversos factores como la densidad de población, el tipo de población examinada y la sensibilidad y especificidad de las pruebas utilizadas. En Argentina, se ha registrado una prevalencia del 7,7% con la prueba de inmunocromatografía, mientras que con la PCR se eleva al 11,8% al momento del diagnóstico. En México, la prevalencia es del 7,5% según el kit de SNAP. Por otro lado, Colombia presenta prevalencias de más del 20%, al igual que Chile, donde oscila entre el 11% y el 25% dependiendo de la ciudad estudiada, al igual que Perú, donde varía entre el 13% y el 25%.

A nivel nacional, se han realizado varios estudios, como uno en la ciudad de Cuenca donde se examinaron 100 gatos domésticos, encontrando una prevalencia del 34%. Por otro lado, en la ciudad de Quito se registró una prevalencia del 20,7% en una muestra de 384 gatos. En contraste, estudios realizados en Guayaquil mostraron prevalencias del 23%, todas ellas consideradas altas dentro de Ecuador [27].

Investigaciones indican que la Leucemia Felina no muestra preferencia por sexo o raza, aunque se observa con mayor frecuencia en machos adultos enteros que tienen acceso al exterior, ya que la transmisión del virus generalmente ocurre a través de la saliva durante peleas territoriales que resultan en mordeduras [25]. La concentración del virus en saliva es alta tanto en gatos asintomáticos como sintomáticos. Además, la convivencia estrecha y el compartir recipientes de agua y comida, así como el lamerse mutuamente, son importantes factores de transmisión. El ViLeF puede encontrarse en menor proporción también en sangre, suero y plasma, aunque estas no se consideran como fuentes eficaces de transmisión. La enfermedad puede manifestarse en gatos de cualquier edad, siendo más común en jóvenes de entre 1 y 3 años. En cuanto a la transmisión de madre a hijos, solo una parte de la camada suele adquirir una infección persistente, y esto depende de la carga viral de la madre durante el período de gestación, siendo los estadios de infección aguda más propensos a transmitir la infección a un mayor número de fetos [3].

Debido a que el virus puede sobrevivir en condiciones ambientales de humedad y temperatura, la transmisión iatrogénica puede ocurrir mediante el intercambio de agujas, instrumentos médicos, vómitos, recipientes para comida y agua, bandejas de arena contaminadas y transfusiones sanguíneas [2]. De forma experimental se ha descrito

la transmisión transplacentaria, durante el parto y a través de la leche, pero en forma natural no son formas de transmisión comunes, aun así; en el caso de transmisión de madre a hijos sólo una parte de la camada adquiere infección persistente, dependiendo de la carga viral de la madre en el momento de la gestación. La transmisión venérea no ha sido demostrada, pero se ha detectado el virus en semen y la inoculación experimental del mismo en gatas produjo transmisión de la enfermedad. Debido a que el virus se encuentra en sangre, la transmisión a partir de transfusiones sanguíneas es posible [1].

Tras la exposición al virus, la infección puede seguir cuatro cursos distintos, los cuales están determinados por la respuesta inmunitaria del paciente. Siendo estas, forma abortiva, regresiva, progresiva e infección focal o atípica.

- La infección abortiva ocurre en gatos con un sistema inmunitario eficaz que logra detener la replicación viral, evitando así la aparición de viremias posteriores. Este tipo de infección está vinculado a exposiciones con bajos niveles de carga viral.
- La infección regresiva está acompañada por una respuesta inmune efectiva después de la viremia transitoria (dura entre 3 a 6 semanas), la cual contiene la replicación, pero su ADN es asimilado en las células mieloides quedando así con una enfermedad latente pero no eliminan el virus a través de secreciones.
- En la infección progresiva, el sistema inmunológico resulta insuficiente para detener la replicación viral, lo que permite que el virus supere las defensas inmunológicas y cause una viremia persistente que dura más de 16 semanas. Debido a esto, los gatos pueden transmitir el virus durante toda su vida, ya que este se replica de manera continua en la médula ósea, el bazo y los ganglios linfáticos. La mayoría de los individuos que desarrollan este tipo de infección fallecen en un plazo de tres años.
- La infección atípica o focal se caracteriza por estar restringida a órganos específicos, lo que ocasiona una producción esporádica de pequeñas cantidades del antígeno p27, que son difíciles de detectar en pruebas de antígenos.

La mayoría de pacientes que acuden a consulta en la fase inicial de la viremia con signos clínicos inespecíficos como fiebre, hiporexia y apatía. Debido a la inmunosupresión causada por el virus, es más probable que estos pacientes desarrollen infecciones bacterianas oportunistas, problemas cutáneos, afecciones respiratorias y deformación del pelaje. De hecho, en pacientes positivos se observa estomatitis inducidas ya sea por bacterias o por virus como el Calicivirus esto debido a la inmunodepresión. También se observa una asociación entre la presencia de micoplasma y la seropositividad al virus de la Leucemia e Inmunodeficiencia Felina (ViLeF) en gatos [1].

También se observan otras enfermedades asociadas con la leucemia felina, como uveítis, poliartritis neutrofílica, enteritis crónica y trastornos reproductivos como reabsorción fetal, abortos o muerte neonatal. En cachorros, pueden aparecer síntomas como falta de reflejo de succión, deshidratación, hipotermia y atrofia del istmo, que se conoce como síndrome de debilitamiento. ViLeF puede manifestarse de diversas maneras y se puede clasificar en dos tipos: una forma neoplásica y otra no neoplásica [4].

La forma neoplásica está más asociada a la presentación de linfomas incluyendo el mediastinal, extranodal y multicéntrico, todos ellos de origen de células T. aproximadamente el 80% de los gatos con linfoma mediastínico son seropositivos a ViLeF mientras que, el 10% de gatos gerentes que presentan linfoma intestinal al ser de linaje celular B son negativos a ViLeF. En ciertos animales, se puede desarrollar insuficiencia renal debido a condiciones como linfoma renal o glomerulonefritis, lo cual se manifiesta con síntomas como aumento en la producción de orina, aumento en la sed, pérdida de peso y falta de apetito en las etapas avanzadas de la enfermedad [26].

La forma no neoplásica se relaciona con enfermedades clínicas por inmunodesregulación observando la presencia constante de anemias no regenerativas por consecuencia directa del virus en médula ósea; por otro lado, enfocándonos en la línea blanca se han descrito varios tipos de mielodisplasias y leucemias siendo la leucemia linfocítica aguda la más frecuente (9), finalmente también se pueden observar gatas gestantes con abortos tardíos, infertilidad, enfermedades inmunomediadas como poliartritis, anemia inmunomediada entre otras [5].

A pesar de que la evaluación neutrosófica propuesta en esta investigación sirve como una herramienta de apoyo al diagnóstico médico, es necesario realizar otros exámenes. Dado que se observan niveles elevados de viremia durante la infección, se pueden emplear diversas pruebas utilizando muestras de suero, plasma, sangre completa, médula ósea u otros tejidos, de hecho, la American Association of Feline Practitioners (AAFP) recomienda que todo felino sea sometido a las pruebas para el diagnóstico de la infección por ViLeF. Una de las pruebas preferidas es la inmunocromatografía o ELISA de antígeno, ya que son fáciles de usar y están disponibles en la clínica diaria [25].

Los gatos pueden ser evaluados en cualquier etapa de su vida, ya que estas pruebas detectan el antígeno y no los anticuerpos, por lo que ni los anticuerpos maternos ni los derivados de vacunas interferirán con el resultado. En ocasiones, podemos encontrarnos con resultados falsos positivos o falsos negativos, por lo que es crucial confirmarlos mediante pruebas más específicas, como el PCR, que detecta secuencias de ADN viral. Esta prueba se utiliza en casos de alta sospecha, especialmente en gatos con linfomas o síndromes de supresión de médula ósea, ya que puede identificar incluso cantidades mínimas de antígeno viral [1].

Actualmente, la Leucemia Felina no cuenta con una cura definitiva. Por esto, el objetivo del tratamiento se basa en controlar las infecciones secundarias oportunistas y por ende evitar al máximo la replicación viral para que así la carga viral sea mínima en el organismo otorgándole una buena calidad de vida al felino durante el tiempo

que dure su enfermedad. Los principales fármacos utilizados son los antirretrovirales. En la actualidad existen numerosos compuestos antirretrovirales; aunque su disponibilidad se ve limitada en muchos países. Dentro de los más usados se encuentra la zidovudina el cual actúa como inhibidor de la transcriptasa inversa evitando así la infección de nuevas células, pero no tienen acción sobre las células ya infectadas [1]. Su dosis habitual es de 5 a 10 mg/kg cada 12 horas por vía oral. Sin embargo, también provoca efectos secundarios como vómitos, anorexia y anemia. Para esto, se recomienda realizar un seguimiento del recuento de glóbulos rojos y blancos del felino.

También se considera el uso de inmunomoduladores que poseen la capacidad de estimular o inhibir el sistema inmune. En el contexto de esta enfermedad, se utilizan para fortalecer la respuesta inmune del gato y así lograr un efecto antiviral. Uno de los inmunomoduladores más utilizados en la actualidad es el Interferón Omega Felino, que ha demostrado aumentar los glóbulos rojos y producir una mejoría clínica notable al generar una respuesta favorable al tratamiento. Su forma de uso se da mediante la administración de 1 MU/kg/día por vía SC con intervalos de 5 días consecutivos con la posibilidad de repetir el tratamiento después de 14 días.

5. Conclusión

En la actualidad, la leucemia viral felina (FeLV) representa una de las enfermedades infecciosas más importantes que afectan a los gatos domésticos en todo el mundo, incluyendo América Latina y, en particular, Ecuador. Se trata de un retrovirus clasificado dentro de la familia Retroviridae que puede ocasionar graves consecuencias en la salud de los felinos, como inmunosupresión, desarrollo de neoplasias y anemias. La importancia de esta enfermedad en la práctica veterinaria radica en su alta capacidad de transmisión y las serias implicaciones para la salud y calidad de vida de los animales afectados.

La comprensión de la dinámica que existe entre todos los factores de esta enfermedad influenciado por una variedad de factores virales como del huésped, generalmente conduce a una infección persistente y crónica que puede tener una fase prolongada y asintomática. Desde una perspectiva epidemiológica, la prevalencia del virus y las enfermedades asociadas varían globalmente y han mostrado una tendencia decreciente en algunos estudios, atribuible a una mejor comprensión de la enfermedad, la introducción de vacunas efectivas y la implementación de programas para manejar y eliminar a los portadores virémicos.

En este estudio se desarrolló una evaluación neutrosófica que permite un diagnóstico más preciso y exhaustivo de la Leucemia Viral Felina. La evaluación neutrosófica constituye una herramienta valiosa para veterinarios y estudiantes de medicina veterinaria, facilitando un entendimiento más completo de la fisiopatología del virus y sus síndromes asociados, así como de las estrategias más efectivas para su tratamiento y prevención.

Referencias

- [1] K. Hartmann, R. Hofmann-Lehmann, and J. E. Sykes, "Feline leukemia virus infection," *Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat*, pp. 382-413: Elsevier, 2021.
- [2] K. Hartmann, "Clinical aspects of feline immunodeficiency and feline leukemia virus infection," *Veterinary immunology and immunopathology*, vol. 143, no. 3-4, pp. 190-201, 2011.
- [3] S. Gleich, and K. Hartmann, "Hematology and serum biochemistry of feline immunodeficiency virus - infected and feline leukemia virus - infected cats," *Journal of Veterinary Internal Medicine*, vol. 23, no. 3, pp. 552-558, 2009.
- [4] M. Louwerens, C. A. London, N. C. Pedersen, and L. A. Lyons, "Feline lymphoma in the Post—Feline leukemia virus era," *Journal of veterinary internal medicine*, vol. 19, no. 3, pp. 329-335, 2005.
- [5] V. Cattori, A. C. Pepin, R. Tandon, B. Riond, M. L. Meli, B. Willi, H. Lutz, and R. Hofmann-Lehmann, "Real-time PCR investigation of feline leukemia virus proviral and viral RNA loads in leukocyte subsets," *Veterinary immunology and immunopathology*, vol. 123, no. 1-2, pp. 124-128, 2008.
- [6] F. Smarandache, "Neutrosophia y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
- [7] 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.
- [8] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería*, vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
- [9] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
- [10] 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.
- [11] 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.

- [12] 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.
- [13] F. Smarandache, "Significado Neutrosófico: Partes comunes de cosas poco comunes y partes poco comunes de cosas comunes," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 18, no. 1, pp. 1-14, 2025.
- [14] 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.
- [15] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.
- [16] 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.
- [17] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
- [18] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy: Infinite Study*, 2018.
- [19] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, vol. 6, no. Special, 2018.
- [20] J. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2015.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] T. Cristo, G. Biezu, L. Noronha, T. Gaspar, T. Dal Pont, J. Withoef, L. Furlan, L. Costa, S. Traverso, and R. Casagrande, "Feline leukaemia virus associated with leukaemia in cats in Santa Catarina, Brazil," *Journal of comparative pathology*, vol. 170, pp. 10-21, 2019.
- [26] H. Lutz, D. Addie, S. Belák, C. Boucraut-Baralon, H. Egberink, T. Frymus, T. Gruffydd-Jones, K. Hartmann, M. J. Hosie, and A. Lloret, "Feline leukaemia. ABCD guidelines on prevention and management," *Journal of Feline Medicine & Surgery*, vol. 11, no. 7, pp. 565-574, 2009.
- [27] M. Rodríguez, "Prevalencia de Leucemia e Inmunodeficiencia felina en pacientes atendidos en la clínica veterinaria Pet Angels de la Ciudad de Guayaquil [Internet]. Universidad Católica De Santiago De Guayaquil; 2020."

Recibido: noviembre 14, 2024. **Aceptado:** diciembre 02, 2024