

## Evaluación de la formación de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a anestesia total intravenosa con Propofol

Evaluation of Heinz body formation in cats undergoing total intravenous anaesthesia with Propofol

Avaliação da formação de corpos de Heinz em gatos submetidos a anestesia geral intravenosa com Propofol

Ruben Alejandro Vega Reyes<sup>1</sup>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

[ruben.vega.0220@espam.edu.ec](mailto:ruben.vega.0220@espam.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9667-6405>



Gema Juliana Figueroa Andrade<sup>2</sup>

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

[gfigueroa@espam.edu.ec](mailto:gfigueroa@espam.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6986-2237>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1316>

### Como citar:

Vega Reyes, R. A., & Figueroa Andrade, G. J. (2026). Evaluación de la formación de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a anestesia total intravenosa con propofol. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(E1), 746-764.

**Recibido:** 16/02/2025

**Aceptado:** 14/03/2026

**Publicado:** 31/03/2026

## Resumen

La anestesia total intravenosa (TIVA) con propofol es ampliamente utilizada en medicina veterinaria felina debido a su rápida inducción, recuperación controlada y adecuada estabilidad hemodinámica. Sin embargo, en gatos se ha descrito la formación de cuerpos de Heinz como posible efecto adverso, relacionado con el daño oxidativo de la hemoglobina y la particular susceptibilidad de la especie al estrés oxidativo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la presencia de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a TIVA con propofol y determinar su impacto hematológico tras exposiciones clínicas ocasionales. Se realizó un estudio experimental en 20 felinos clínicamente sanos (ASA I–II), distribuidos según la duración anestésica en dos grupos: menor y mayor a 30 minutos. Se aplicaron los métodos científicos inductivo, analítico y sintético. La técnica de investigación consistió en el análisis de laboratorio hematológico y el instrumento de recolección de datos fueron los resultados del análisis microscópico de frotis sanguíneos teñidos con Diff-Quik. El análisis estadístico se realizó en JAMOVI mediante pruebas no paramétricas. Los resultados mostraron un incremento postanestésico en ambos grupos, significativo en el grupo <30 minutos ( $p=0,006$ ) y con tendencia en el grupo >30 minutos ( $p=0,059$ ). Se concluye que el propofol puede inducir aumentos leves de cuerpos de Heinz sin evidencia clínica de anemia hemolítica.

**Palabras clave:** Cuerpos de Heinz, Gatos, Anestesia.

## Abstract

Total intravenous anesthesia (TIVA) with propofol is widely used in feline veterinary medicine due to its rapid induction, controlled recovery, and adequate hemodynamic stability. However, Heinz bodies have been described in cats as a possible adverse effect, related to oxidative damage to hemoglobin and the species' particular susceptibility to oxidative stress. The aim of this study was to evaluate the presence of Heinz bodies in cats undergoing TIVA with propofol and to determine their hematological impact after occasional clinical exposures. An experimental study was conducted in 20 clinically healthy cats (ASA I–II), divided into two groups according to the duration of anesthesia: less than and greater than 30 minutes. Inductive, analytical, and synthetic scientific methods were applied. The research technique consisted of hematological laboratory analysis, and the data collection instrument was the results of microscopic analysis of blood smears stained with Diff-Quik. Statistical analysis was performed in JAMOVI using nonparametric tests. The results showed a post-anesthetic increase in both groups, significant in the <30-minute group ( $p=0.006$ ) and with a trend in the >30-minute group ( $p=0.059$ ). It is concluded that propofol can induce slight increases in Heinz bodies without clinical evidence of hemolytic anemia.

**Keywords:** Heinz bodies, Cats, Anesthesia.

## Resumo

A anestesia intravenosa total (TIVA) com propofol é amplamente utilizada na medicina veterinária felina devido à sua rápida indução, recuperação controlada e adequada estabilidade hemodinâmica. No entanto, em gatos, foi descrita a formação de corpos de Heinz como um possível efeito adverso, relacionado com o dano oxidativo da hemoglobina e a particular suscetibilidade da espécie ao stress oxidativo. O presente estudo teve como objetivo avaliar a presença de corpos de Heinz em gatos submetidos a TIVA com propofol e determinar o seu impacto hematológico após exposições clínicas ocasionais. Foi realizado um estudo

experimental em 20 felinos clinicamente saudáveis (ASA I-II), distribuídos de acordo com a duração da anestesia em dois grupos: menor e maior que 30 minutos. Foram aplicados os métodos científicos indutivo, analítico e sintético. A técnica de investigação consistiu na análise hematológica laboratorial e o instrumento de recolha de dados foram os resultados da análise microscópica de esfregaços sanguíneos corados com Diff-Quik. A análise estatística foi realizada no JAMOVÍ através de testes não paramétricos. Os resultados mostraram um aumento pós-anestésico em ambos os grupos, significativo no grupo <30 minutos ( $p=0,006$ ) e com tendência no grupo >30 minutos ( $p=0,059$ ). Conclui-se que o propofol pode induzir aumentos leves dos corpos de Heinz sem evidência clínica de anemia hemolítica.

**Palavras-chave:** Corpos de Heinz, Gatos, Anestesia.

## Introducción

En la medicina veterinaria moderna, el manejo anestésico en pequeñas especies se basa en cumplir con los pilares de la anestesia, siendo estos, la sedación, analgesia, inconsciencia y relajación muscular, un buen protocolo anestésico buscará cumplir con estos requisitos (Mendes & Selmi, 2003). Entre los protocolos más populares se encuentra la Anestesia Totalmente Intravenosa (TIVA), la cual ofrece una recuperación rápida, estabilidad hemodinámica y mayor control sobre la profundidad anestésica (Raffe, 2020). En gatos, esta técnica es especialmente útil en cirugías de corta duración, donde el objetivo es minimizar el estrés y las complicaciones asociadas al uso de anestésicos inhalatorios, es así como el Propofol se ha consolidado como uno de los agentes más utilizados en protocolos TIVA, debido a su acción rápida, corta duración y bajo impacto acumulativo.

A pesar de los beneficios clínicos presentados, el propofol en gatos se ha asociado con alteraciones hematológicas, entre las que destaca la formación de cuerpos de Heinz, inclusiones intracelulares resultantes del daño oxidativo de la hemoglobina. Los cuerpos de Heinz corresponden a inclusiones intracitoplasmáticas formadas por la precipitación oxidativa de la hemoglobina en los eritrocitos, fenómeno particularmente frecuente en la especie felina debido a su mayor susceptibilidad al estrés oxidativo (Christopher, 2023). Los eritrocitos de los

gatos son especialmente susceptibles a este tipo de daño debido a características bioquímicas propias de la especie, como una menor actividad de enzimas antioxidantes y particularidades en la estructura de la hemoglobina (Ireland et al., 2025). Además, la presencia de un bazo no sinusoidal limita la eliminación eficiente de eritrocitos alterados, lo que favorece la acumulación de estas inclusiones celulares y aumenta la predisposición a alteraciones hematológicas que pueden comprometer la oxigenación tisular (Rioja et al., 2013; Gibson, 2011).

Diversos estudios han abordado la posible relación entre el uso de Propofol y la formación de cuerpos de Heinz en gatos, Körner et al. (2023) documentaron que la administración diaria y prolongada de propofol provocó la aparición de estos cuerpos en gatos clínicamente sanos, mientras que Smith et al. (2020) reportaron un caso clínico de anemia hemolítica con cuerpos de Heinz tras múltiples anestias consecutivas con propofol. Estos hallazgos sugieren que la exposición repetida o acumulativa al fármaco puede inducir daño eritrocitario por estrés oxidativo. Sin embargo, se desconoce si exposiciones ocasionales, como las que se presentan en procedimientos clínicos rutinarios, también podrían generar alteraciones hematológicas subclínicas; en este sentido, la mayoría de los estudios disponibles se enfoca en casos aislados o en esquemas de exposición intensiva, por lo que existe un vacío de conocimiento respecto al efecto del propofol en escenarios de uso clínico esporádico (Ettore & Rocchi, 2022).

Ante esta situación, se abre la necesidad de abrir investigaciones que profundicen en la evaluación de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a TIVA con principal agente de mantenimiento y/o inductor al Propofol, un análisis amplio y controlado permite establecer con mayor precisión los riesgos asociados al uso reiterado de este agente anestésico, tomando en cuenta variables como la dosis, la frecuencia y las características individuales del gato, además, contribuirá al refuerzo del criterio clínico al momento de diseñar protocolos anestésicos,

especialmente en felinos que se vean en la necesidad de someterse a procedimientos repetitivos.

Este estudio tiene relevancia dentro del campo de la anestesia veterinaria, debido a que, aporta evidencia sobre una posible complicación presente pero silenciosa, entender mejor los efectos adversos del Propofol sobre los eritrocitos felinos, puede prevenir el desarrollo de anemia hemolítica y a su vez las consecuencias clínicas que esto presenta, a su vez, permite diseñar protocolos anestésicos más seguros, contribuyendo así al bienestar animal, su utilidad se ve reflejada en el ámbito clínico como académico.

Para los autores Prado-Carpio, E. C., et al. (2025), quienes emiten la siguiente reflexión, “Un objetivo bien formulado debe ser específico, alcanzable y alineado con el nivel de profundidad exigido por el tipo de producción académica”... En este contexto se plantea el siguiente objetivo, evaluar la presencia de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a anestesia total intravenosa (TIVA) con propofol, determinar su impacto hematológico y establecer recomendaciones clínicas que optimicen el uso de este fármaco en felinos. Se plantea la hipótesis de que la exposición ocasional al propofol durante procedimientos anestésicos TIVA puede inducir alteraciones hematológicas leves, incluyendo la formación de cuerpos de Heinz, sin generar un cuadro clínico de anemia hemolítica . Además, este trabajo busca servir como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de protocolos anestésicos ajustados a las particularidades fisiológicas de esta especie.

La anestesia total intravenosa con propofol en gatos clínicamente sanos induce un incremento en la proporción de eritrocitos con cuerpos de Heinz posterior al procedimiento anestésico.

¿La anestesia total intravenosa con propofol produce un incremento en la proporción de eritrocitos con cuerpos de Heinz en gatos clínicamente sanos tras el procedimiento anestésico?

¿La duración del procedimiento anestésico (<30 minutos vs >30 minutos) influye en el incremento de la proporción de eritrocitos con cuerpos de Heinz en gatos sometidos a anestesia con propofol?

## **Materiales y Métodos**

### **Enfoque de la investigación**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se analizaron variables medibles relacionadas con la presencia de cuerpos de Heinz en eritrocitos felinos antes y después de la exposición anestésica. Este enfoque permitió aplicar procedimientos estadísticos para evaluar cambios en los valores observados y determinar la significancia de las diferencias encontradas entre los momentos de medición.

### **Alcance de la investigación**

El estudio tuvo un alcance descriptivo-comparativo, ya que se buscó describir el comportamiento de la presencia de cuerpos de Heinz en gatos sometidos a anestesia total intravenosa con propofol y comparar los valores obtenidos antes y después del procedimiento anestésico, así como entre grupos clasificados según la duración de la anestesia.

### **Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación fue experimental, debido a que los individuos fueron sometidos a una intervención controlada mediante la administración de propofol como agente anestésico dentro de un protocolo de anestesia total intravenosa (TIVA), evaluándose posteriormente su efecto sobre variables hematológicas específicas.

### **Métodos científicos aplicados**

En la investigación se aplicaron diversos métodos científicos que permitieron estructurar el análisis del fenómeno estudiado. Se utilizó el método inductivo, que permitió partir de observaciones particulares obtenidas en los felinos evaluados para generar

conclusiones generales sobre la formación de cuerpos de Heinz asociada al uso de propofol. Asimismo, se aplicó el método analítico, mediante la descomposición del fenómeno en variables específicas como presencia de cuerpos de Heinz, duración anestésica y momento de muestreo. Finalmente, se empleó el método sintético, integrando los resultados obtenidos para interpretar el efecto del propofol sobre los eritrocitos felinos.

### **Técnicas de la investigación**

La técnica principal utilizada fue el análisis de laboratorio hematológico, mediante la elaboración y evaluación microscópica de frotis sanguíneos teñidos con Diff-Quik, lo que permitió identificar y cuantificar la presencia de cuerpos de Heinz en eritrocitos felinos.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron los resultados del análisis microscópico de frotis sanguíneos, registrados mediante observación directa con un microscopio óptico Olympus CX31 con aumento de 1000x. Los valores obtenidos se registraron en una matriz de datos que permitió cuantificar la presencia de cuerpos de Heinz antes y después del procedimiento anestésico.

### **Área de estudio**

Esta investigación experimental se llevó a cabo en la clínica veterinaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, en la provincia de Manabí - Ecuador, ubicada en las coordenadas 0°50 '45" S 80°9.833' O (Geodatos, 2024). Este trabajo tendrá una duración aproximada de 16 semanas

### **Material experimental y variables de estudio**

Para desarrollar esta investigación se seleccionó un grupo de 20 felinos domésticos (*Felis catus*) clínicamente sanos, los cuales fueron sometidos a un protocolo de anestesia total intravenosa (TIVA) utilizando Propofol como único agente de mantenimiento. La elección de estos individuos se basó en criterios de inclusión que abarcaran parámetros como: edad

comprendida entre grupos de animales menores de 3 años y mayores a 3 años, condición física general clasificada como ASA I y ASA II, es decir, pacientes sanos o con enfermedades sistémicas leves, peso corporal entre 2kg a 6kg, duración prevista variable del procedimiento anestésico, posteriormente clasificada en dos grupos según el tiempo anestésico: menor a 30 minutos y mayor a 30 minutos, con el fin de minimizar sesgos relacionados con enfermedades o alteraciones metabólicas.

### **Procedimiento Experimental**

En primera instancia, se estableció contacto con el propietario de cada felino con el propósito de explicarle de manera clara y concisa los objetivos de la investigación. Esta comunicación tuvo la finalidad de obtener el consentimiento informado para la inclusión del animal en el estudio y se elaboró un permiso escrito que deberá ser firmado por su tutor o propietario. Este documento explicó de forma clara y concisa los objetivos de la investigación.

Las muestras sanguíneas fueron obtenidas mediante venopunción periférica, preferentemente de la vena cefálica o safena, utilizando jeringas estériles con agujas de calibre 22 a 25g (Raffe, 2020). La sangre se recolectó en tubos con anticoagulante EDTA, asegurando la conservación de la morfología celular. Cada muestra se identificó con el código correspondiente al animal, la fecha y el momento de recolección (pre o post anestesia). Para garantizar la calidad del análisis, todas las muestras se procesaron en un tiempo no mayor a una hora tras la extracción (Mercer & Craig, 1988).

### **Instrumentos y técnicas de medición**

Las muestras se obtuvieron en dos momentos: antes de la inducción anestésica con Propofol y posterior a la recuperación anestésica completa, con un intervalo de 30 a 60 minutos postoperatorio, cuando el animal haya recobrado la conciencia y se encuentre fisiológicamente estable.

El procedimiento de frotis consistió en colocar una gota de sangre en un extremo del portaobjeto, utilizando un segundo portaobjetos como extendedor con un ángulo de aproximadamente 30 a 45 grados. El extendedor se extendió de manera uniforme para obtener una lámina fina y continua, ideal para la evaluación morfológica celular. Los frotis se secaron al aire en posición horizontal (Harvey, 2012)

La coloración de los frotis se llevó a cabo utilizando la tinción rápida Diff-Quik, siguiendo el protocolo descrito por la University of Bristol (2024). El procedimiento consistirá en la inmersión del portaobjetos cinco veces durante un segundo cada una en el fijador metanólico (solución 1), seguida de cinco inmersiones en el colorante eosinófilo (solución 2) y cinco inmersiones en el colorante basófilo (solución 3). Posteriormente, los portaobjetos serán enjuagados suavemente con agua destilada y se dejaron secar en posición vertical sobre una superficie limpia. Esta tinción, derivada de la técnica Romanowsky, permitió distinguir con claridad el citoplasma en tonos rosados y los núcleos celulares en tonos púrpura, siendo especialmente útil para la identificación de cuerpos de Heinz.

La evaluación se llevó a cabo mediante un microscopio óptico marca Olympus CX-31 con aumento de 1000x (objetivo de inmersión en aceite). Para cada frotis se evaluaron cinco campos microscópicos consecutivos. En cada campo se registró el número total de eritrocitos observados y el número de eritrocitos que presentaban cuerpos de Heinz. A partir de estos conteos se calculó, para cada individuo, el porcentaje de eritrocitos con cuerpos de Heinz, el cual fue utilizado como variable cuantitativa para el análisis estadístico.

### **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos en el estudio fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando el software JAMOVI. Se evaluó la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Debido a que los datos no presentaron una distribución normal y el diseño del estudio fue pareado (mediciones pre y post anestesia en los mismos individuos), se

utilizó la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon para comparar los valores antes y después del procedimiento anestésico dentro de cada grupo. El nivel de significancia estadística se estableció en  $p < 0.05$ .

Cabe señalar que en este estudio no se contempla un grupo control en el sentido clásico (es decir, un grupo sin exposición al fármaco), dado que todos los individuos requieren anestesia como parte de un procedimiento clínico necesario. Además, la investigación se basa en exposiciones ocasionales al Propofol bajo condiciones reales de práctica veterinaria. Por tanto, la comparación se realiza entre dos niveles distintos de exposición (corta vs larga duración), lo cual permite evaluar el impacto relativo del tiempo de anestesia en la formación de cuerpos de Heinz, sin comprometer la viabilidad ética ni clínica del diseño.

Las variables cuantitativas fueron analizadas mediante estadística descriptiva utilizando medidas de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar y rango intercuartílico), según el comportamiento de los datos. La normalidad de las variables fue evaluada mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Debido a que los datos no presentaron una distribución normal y el diseño del estudio fue pareado (mediciones pre y post anestesia en los mismos individuos), se utilizó la prueba no paramétrica de los rangos con signo de Wilcoxon para comparar los valores antes y después del procedimiento anestésico dentro de cada grupo. Además, se calculó el tamaño del efecto mediante la correlación biserial de rangos ( $r_{rb}$ ). El nivel de significancia estadística se estableció en  $p < 0.05$  y los análisis se realizaron utilizando el software JAMOVI.

Para comparar entre grupos, se calculó una nueva variable denominada “diferencia de cuerpos de Heinz” ( $\text{Heinz\_Post} - \text{Heinz\_Pre}$ ), y se analizará si existe diferencia significativa en dicha variable entre los grupos según la duración de la anestesia. El nivel de significancia estadística se establecerá en  $p < 0.05$  para todas las pruebas.

## Resultados

La Se evaluó la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Debido a la distribución no normal y al diseño pareado (pre vs post), las comparaciones intragrupo se realizaron con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se reportaron medianas y los resultados se consideraron significativos con  $p < 0.05$ .

En el análisis intra-grupo, la prueba de Wilcoxon mostró que en el grupo  $<30$  min ( $n=10$ ) hubo un incremento significativo de cuerpos de Heinz tras la anestesia (HEINZ\_POST vs HEINZ\_PRE;  $W=2.00$ ,  $p=0.006$ ), con un tamaño del efecto muy grande ( $r_{rb}=-0.927$ ). En el grupo  $>30$  min ( $n=10$ ) se observó una tendencia al aumento, pero sin alcanzar significación estadística ( $W=8.50$ ,  $p=0.059$ ), aunque con tamaño del efecto grande ( $r_{rb}=-0.691$ ). En ambos grupos, la mediana aumentó del periodo pre a la post anestesia (Tabla 1).

**Tabla 1**

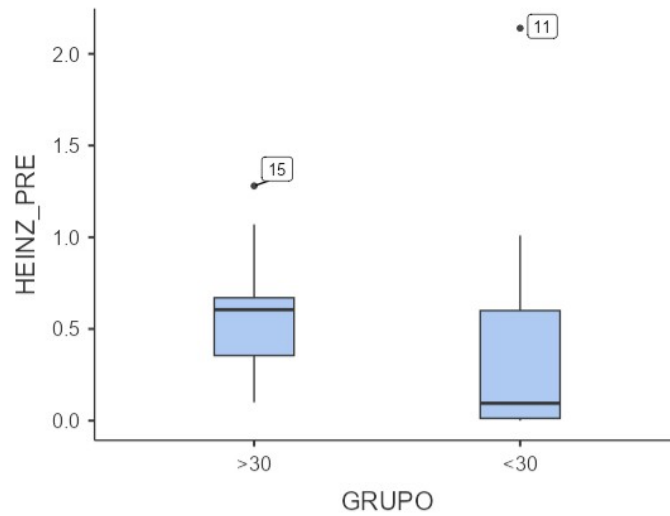
Comparación de cuerpos de Heinz pre y post anestesia por grupo de duración (prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas).

Grupo (duración)	n	HEINZ_PRE	HEINZ_POST	W de Wilcoxon	p	Tamaño del efecto
$>30$ min	10	0.605	0.885	8.50	0.059	-0.691
$<30$ min	10	0.095	0.8430	2.00	0.006	-0.927

*Nota:* Se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas (bilateral) para comparar HEINZ\_PRE vs HEINZ\_POST dentro de cada grupo. El tamaño del efecto corresponde a la correlación biserial de rangos ( $r_{rb}$ ); el signo depende del orden de comparación (PRE – POST). Se consideró significativo  $p < 0.05$ .

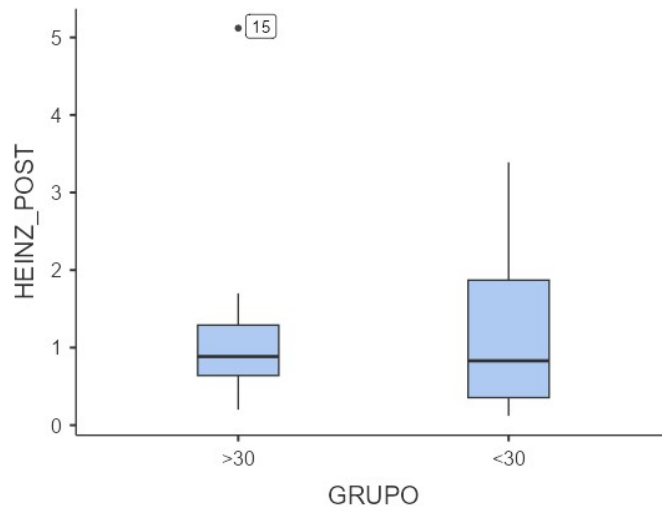
La distribución de HEINZ\_PRE y HEINZ\_POST por grupo se presenta en las Figuras 1 y 2, respectivamente. En el periodo preanestésico (Figura 1) se observó heterogeneidad interindividual y presencia de valores atípicos, especialmente en el grupo  $<30$  min. En el periodo postanestésico (Figura 2) las medianas fueron similares entre grupos, con mayor dispersión en  $<30$  min y un valor atípico extremo en  $>30$  min. El cambio  $\Delta$  (POST – PRE) se resume en la Figura 3, donde se aprecia un incremento predominantemente positivo en ambos grupos, con mayor variabilidad del cambio en  $<30$  min y presencia de valores atípicos, lo que evidencia una respuesta postanestésica heterogénea.

**Figura 1**  
Distribución de cuerpos de Heinz preanestesia (HEINZ\_PRE) según grupo de duración (>30 vs <30).



Nota: Diagrama de caja y bigotes; la línea central representa la mediana, la caja el rango intercuartílico (RIC) y los puntos valores atípicos.

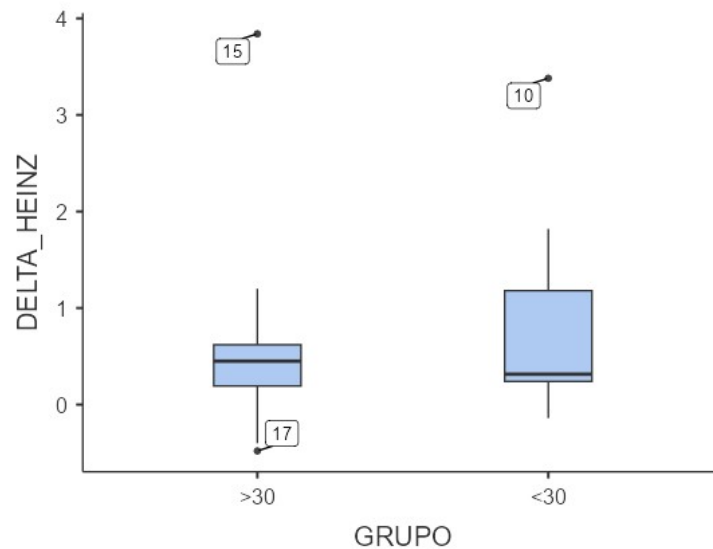
**Figura 2**  
Distribución de cuerpos de Heinz postanestesia (HEINZ\_POST) según grupo de duración (>30 vs <30).



Nota: Diagrama de caja y bigotes; la línea central representa la mediana, la caja el RIC y los puntos valores atípicos.

**Figura 3.**

Cambio en cuerpos de Heinz ( $\Delta = \text{HEINZ\_POST} - \text{HEINZ\_PRE}$ ) según grupo de duración (>30 vs <30).



Nota: Valores positivos indican incremento posanestésico; el diagrama muestra mediana, RIC, bigotes y valores atípicos.

**Discusión**

Los resultados del presente estudio evidencian un incremento de cuerpos de Heinz posterior a la anestesia total intravenosa con propofol en ambos grupos evaluados, aunque con mayor significancia estadística en el grupo sometido a procedimientos de menor duración. El cambio  $\Delta$  (POST - PRE) fue predominantemente positivo, lo que indica que tras la exposición anestésica se produjo una alteración morfológica eritrocitaria detectable mediante frotis sanguíneo. Este hallazgo respalda la hipótesis de que incluso exposiciones ocasionales al propofol pueden inducir estrés oxidativo subclínico en eritrocitos felinos.

Diversos estudios han documentado la formación de cuerpos de Heinz en gatos tras la administración de propofol, especialmente en exposiciones repetidas o prolongadas. Este fenómeno se ha asociado con procesos de estrés oxidativo eritrocitario inducidos por el fármaco (Matthews et al., 1994; Boller et al., 2022). La susceptibilidad particular de los eritrocitos felinos a la oxidación de la hemoglobina favorece la aparición de estas inclusiones

citoplasmáticas bajo determinadas condiciones fisiológicas o farmacológicas. Aunque en el presente estudio no se evaluaron biomarcadores bioquímicos específicos de estrés oxidativo, la presencia de cuerpos de Heinz constituye un indicador morfológico reconocido de daño oxidativo en eritrocitos felinos, lo que permite interpretar los hallazgos observados dentro de este contexto fisiopatológico.

Desde el punto de vista fisiopatológico, los cuerpos de Heinz representan precipitados de hemoglobina oxidada adheridos a la membrana eritrocitaria. Los gatos poseen características hematológicas particulares que los predisponen a este fenómeno, entre ellas una mayor susceptibilidad al daño oxidativo eritrocitario descrita en manuales de anestesia y fisiología felina (Rioja et al., 2013). La morfología eritrocitaria felina y su tendencia a formar inclusiones intracitoplasmáticas ante agresiones oxidativas ha sido ampliamente descrita en estudios clínicos y reportes de casos (Smith et al., 2020). Esta susceptibilidad incrementa la probabilidad de daño oxidativo ante la exposición a agentes con potencial prooxidante o que generen metabolitos reactivos.

El propofol es uno de los agentes más utilizados en protocolos TIVA por su rápida acción, estabilidad hemodinámica y recuperación controlada (Mendes & Selmi, 2003; Raffe, 2020). No obstante, diversos estudios han documentado alteraciones hematológicas asociadas a su administración repetida o prolongada. Smith et al. (2020) reportaron anemia hemolítica clínica con cuerpos de Heinz tras anestésias consecutivas, mientras que Körner et al. (2023) observaron cambios hematológicos en gatos sometidos a protocolos anestésicos con exposición repetida. Asimismo, Ireland et al. (2025) describieron casos sospechosos de anemia asociada a propofol en pacientes críticos, lo que refuerza la hipótesis de que este agente puede inducir estrés oxidativo eritrocitario en determinadas condiciones.

Un hallazgo relevante del presente estudio fue que el grupo  $\leq 30$  minutos mostró diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.006$ ), mientras que el grupo  $>30$  minutos

presentó una tendencia sin alcanzar significación estadística ( $p=0.059$ ), a pesar de un tamaño del efecto grande. Este comportamiento podría explicarse por la mayor dispersión observada en el grupo de mayor duración anestésica, lo que reduce la potencia estadística pese a la magnitud del efecto. La presencia de valores extremos observada en algunos individuos sugiere que la respuesta oxidativa eritrocitaria no es homogénea entre los gatos evaluados. Esta variabilidad podría estar influenciada por factores individuales, como diferencias metabólicas, variaciones en la capacidad antioxidante endógena o características fisiológicas propias de cada animal, condición fisiológica previa o diferencias en la dosis total administrada. En estudios clínicos experimentales, la variabilidad interindividual ha sido reconocida como un factor determinante en la respuesta hematológica a anestésicos intravenosos (Körner et al., 2023).

Es importante destacar que, aunque se evidenció un incremento morfológico de cuerpos de Heinz, no se documentaron signos clínicos compatibles con anemia hemolítica ni alteraciones sistémicas posteriores al procedimiento anestésico. Esto sugiere que el efecto observado podría representar una respuesta subclínica transitoria más que un compromiso hematológico clínicamente relevante. Ettore y Rocchi (2022) describen que incluso sobredosis accidentales de propofol pueden no generar consecuencias hematológicas graves cuando la exposición es aislada y controlada, lo cual respalda la interpretación prudente de los resultados obtenidos.

Las limitaciones del presente estudio incluyen el tamaño muestral reducido por grupo ( $n = 10$ ), lo cual podría limitar la generalización de los resultados; sin embargo, los hallazgos obtenidos aportan evidencia preliminar sobre el posible efecto del propofol en la formación de cuerpos de Heinz en eritrocitos felinos. Adicionalmente, no se evaluaron biomarcadores bioquímicos complementarios de estrés oxidativo y la medición se realizó en un único punto temporal posterior al procedimiento anestésico. Asimismo, la cuantificación de cuerpos de

Heinz depende de la adecuada técnica de frotis y tinción, cuya estandarización es fundamental para asegurar la confiabilidad del análisis morfológico (Cobos, 2022; Romatowsky, 2012; Mercer & Craig, 1988). Futuras investigaciones podrían ampliar el tamaño de la muestra, incorporar seguimiento hematológico seriado y evaluar la posible relación entre la dosis acumulada de propofol y el grado de formación de cuerpos de Heinz.

Desde una perspectiva clínica, los hallazgos no contraindican el uso de propofol en protocolos TIVA en felinos, pero refuerzan la importancia de considerar la susceptibilidad eritrocitaria propia de la especie y la posibilidad de alteraciones morfológicas transitorias posteriores a la anestesia. La monitorización hematológica podría ser recomendable en pacientes que requieran anestésicos repetidos o prolongados, así como en individuos con factores predisponentes al estrés oxidativo. De esta manera, el presente estudio aporta evidencia que contribuye al diseño de protocolos anestésicos más seguros y ajustados a las particularidades fisiológicas del gato.

## Conclusiones

Los resultados del presente estudio respaldan la hipótesis de que la anestesia total intravenosa con propofol en gatos clínicamente sanos se asocia con un incremento en la proporción de eritrocitos con cuerpos de Heinz tras el procedimiento anestésico. Este incremento fue evidente al comparar los valores pre y post anestesia. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos definidos por la duración del procedimiento anestésico (<30 minutos vs >30 minutos), lo que sugiere que el aumento en la presencia de cuerpos de Heinz podría presentarse independientemente del tiempo anestésico dentro de los rangos evaluados.

Los resultados evidencian que el incremento de cuerpos de Heinz no se comporta de manera estrictamente proporcional a la duración anestésica, lo que sugiere que la respuesta

oxidativa es multifactorial y puede estar influenciada por variabilidad individual, capacidad antioxidante endógena y condiciones fisiológicas propias de cada paciente. Esta observación aporta una perspectiva más compleja sobre la interacción entre propofol y eritrocitos felinos, alejándose de la idea simplista de una relación exclusivamente dependiente del tiempo de exposición.

Desde el punto de vista clínico, la ausencia de manifestaciones compatibles con anemia hemolítica indica que las alteraciones observadas fueron subclínicas en animales sanos y bajo condiciones controladas. Esto refuerza que el propofol continúa siendo un agente seguro dentro de protocolos TIVA felinos cuando se emplea de manera adecuada; sin embargo, el estudio subraya la necesidad de mantener una vigilancia hematológica prudente en pacientes que requieran anestésias repetidas o que presenten factores predisponentes al estrés oxidativo.

El aporte principal de esta investigación radica en que aborda un vacío de conocimiento existente en la literatura, centrada principalmente en exposiciones prolongadas o repetitivas al propofol. Al demostrar que cambios morfológicos pueden presentarse tras una única exposición clínica, el estudio amplía la comprensión sobre los efectos hematológicos potenciales del propofol en escenarios reales de práctica veterinaria. De esta manera, contribuye a fortalecer el criterio clínico y promueve un enfoque anestésico más individualizado en felinos.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis de que la exposición anestésica al propofol puede asociarse con un incremento en la presencia de cuerpos de Heinz en eritrocitos felinos tras el procedimiento anestésico. En relación con las preguntas de investigación, se observó que la anestesia total intravenosa con propofol genera cambios detectables en la proporción de eritrocitos con cuerpos de Heinz y que estos incrementos

pueden presentarse independientemente de la duración del procedimiento anestésico, evidenciando una respuesta oxidativa eritrocitaria variable entre individuos.

## Referencias bibliográficas

- Alvarez, I., Canfran, S., & Salazar, V. (2016). *Guía práctica de anestesia en el perro y el gato*. 5M Publishing ltd.
- Boller, E. M., Otto, C. M., & Hopper, K. (2022). Propofol-associated Heinz body formation in cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 58(2), 55–60. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7197>
- Christopher, M. M. (2023). Heinz bodies. En D. J. Weiss & K. J. Wardrop (Eds.), *Schalm's veterinary hematology* (9th ed.). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-19369-9\\_53-1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-19369-9_53-1)
- Clinical Skills Lab, School of Veterinary Sciences, University of Bristol. (2024). *University of Bristol. Diff-Quik staining protocol*: [https://www.bristol.ac.uk/media-library/sites/vetscience/documents/clinical-skills/Diff-Quik%20Staining.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bristol.ac.uk/media-library/sites/vetscience/documents/clinical-skills/Diff-Quik%20Staining.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Cobos, J. (2022). *Valoración morfológica eritrocitaria mediante frotis sanguíneo en gatos (Felis catus) aparentemente sanos en condiciones de altitud*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22222/1/UPS-CT009649.pdf>
- Ettore, M., & Rocchi, A. (2022). Accidental 10-fold propofol overdose in a cat undergoing general anaesthesia for diagnostic imaging. *VetRecord*, 10(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/vrc.2.276>
- Gibson, J. S. (2019). Oxidative injury to erythrocytes. University of Cambridge Repository. <https://doi.org/10.17863/CAM.47497>
- Harvey, J. W. (2012). *Veterinary hematology: A diagnostic guide and color atlas*. Elsevier Saunders.
- Ireland, E., Sharp, C., Leister, E., & Boyd, S. (2025). Case report: Suspected propofol associated Heinz body anemia in five mechanically ventilated dogs: a historical case series. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1500464>
- Korner, M., Bley, C., Bektas, R., Riond, B., Wolf, F., & Meier, V. (2023). Comparison of alfaxalone and propofol on haematological and serum biochemical variables in cats undergoing radiotherapy with sevoflurane maintenance. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 50(2), 146-156. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vaa.2022.11.010>
- Matthews, N. S., Hartsfield, S. M., Mercer, D., Beleau, M. H., & Mackenthun, A. (1994). Heinz body formation associated with propofol administration in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 205, 857–859. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7891359/>
- Mendes, G., & Selmi, A. (2003). Use of a combination of propofol and fentanyl, alfentanil, or sufentanil for total intravenous anesthesia in cats. *Revista de la asociación médica Veterinaria*, 223(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.2460/javma.2003.223.1608>
- Mercer, S., & Craig, T. (1988). Comparison of Various Staining Procedures in the Identification of Hepatozoon canis Gamonts. *Veterinary Clinical Pathology*, 17(3), 63-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.1988.tb00492.x>

- Prado-Carpio, E. C., Pinargote-Pinargote, H. M., Serrano-Valdiviezo, M. P., Minaya-Macías, M.M., & Navarrete-Almeida, M. S. (2025). Guía para la escritura académica y la divulgación de conocimientos. Editorial Erevna Ciencia Ediciones, Ecuador. <https://doi.org/10.70171/dwjsjb71>
- Raffe, M. (2020). Total Intravenous Anesthesia for the Small Animal Critical Patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 50(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.07.007>
- Rioja, E., Salazar, V., Martínez, M., & Martínez, F. (2013). *Manual de anestesia y analgesia de pequeños animales*. Grupo Asis Biomedica SL.
- Romatowski J. (2012). Jugular venipuncture for blood sample collection in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240(7), 806–807.
- Smith, L., Beatge, C., & Azavedo, C. (2020). Clinical Heinz Body Anemia in a Cat After Repeat Propofol Administration Case Report. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 1 - 5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.591556>
- Solbak, S., Kristensen, A., & Wiinberg, B. (2018). Influence of needle gauge used for venipuncture on measures of hemostasis in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20(4), 310-316. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.1177/1098612X18766154>