

### **Anemia microcítica e hipocrómica en llama (*Lama glama*). Reporte de caso**

Cristian Cárdenas Aguilera<sup>1\*</sup>, Sara Oquendo Granda<sup>1</sup>, Noemi Guilcamaigua Ganzino<sup>1</sup>, Ana Paredes Solis<sup>1</sup>  
Edison Reyes Barberán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina Veterinaria, Quito, Pichincha, Ecuador.

\*Dirección para correspondencia: [cristian.cardenas@udla.edu.ec](mailto:cristian.cardenas@udla.edu.ec)

Fecha de Recepción: 01-04-2025

Fecha de Aceptación: 30-05-2025

Fecha de Publicación: 24-07-2025

#### **Resumen**

La anemia en camélidos sudamericanos se relaciona principalmente con procesos de parasitosis, sin embargo, algunos animales presentan cuadros de anemia ligados con enfermedades carenciales comunes a su especie. El presente reporte de caso se enfoca en una llama macho que fue diagnosticada con anemia microcítica e hipocrómica por deficiencia de hierro, ocasionada por un bloqueo en la absorción de este mineral por antagonismo con el manganeso existente en el suelo y las pasturas. El diagnóstico se realizó mediante signos clínicos, sistema FAMACHA® (4/5), Hemograma: eritrocitos (ERI)  $10.42 \times 10^{12}/l$ , hemoglobina (Hb) 7.1 g/dL, hematocrito (HCT) 18.82 % y volumen globular medio (VGM) 18 fL, Hierro sérico (22 µg/dL), Análisis bromatológico y de minerales en suelo. El tratamiento de la anemia carencial se realizó administrando hierro dextrano y vitaminas del complejo B vía intramuscular. El seguimiento se realizó durante 90 días, observándose una mejora en la FAMACHA® (3/5), un incremento de (ERI)  $11.00 \times 10^{12}/l$ , (Hb) 9.0 g/dL, (HCT) 23.31 %, (VGM) 21 fL y hierro sérico 40 µg/dL. Se concluye que el diagnóstico y tratamiento fueron efectivos y se recomienda complementar la dieta con minerales que suplan la falta de absorción de hierro de las pasturas.

**Palabras claves:** Anemia microcítica, anemia hipocrómica, hierro sérico, *Lama glama*

#### **Microcytic and hypochromic anemia in llama (*Lama glama*). Case report**

#### **Abstract**

Anemia in south american camelids is related to parasitic processes, however, some animals present anemia linked to deficiency diseases common to their species. This case report focuses on a male llama diagnosed with microcytic and hypochromic anemia due to iron deficiency, caused by a blockage in the absorption of this mineral due to antagonism with the manganese existing in the soil and pastures. The diagnosis was made through clinical signs, FAMACHA® system (4/5), Complete blood count: erythrocytes (ERI)  $10.42 \times 10^{12}/l$ , hemoglobin (Hb) 7.1 g/dL, hematocrit (HCT) 18.82 % and mean globular volume (MGV) 18 fL, Serum iron (22 µg/dL), bromatological and soil mineral analysis. The deficiency anemia treatment consisted of intramuscular administration of iron dextran and B complex vitamins. Follow-up was conducted for 90 days, showing improvement in FAMACHA® (3/5), and increase in ERI ( $11.00 \times 10^{12}/l$ ), Hb (9.0 g/dL), HCT (23.31 %), MGV

IDs Orcid:

Cristian Cárdenas Aguilera: <http://orcid.org/0000-0002-4883-2469>

Sara Oquendo Granda: <http://orcid.org/0009-0008-4533-5185>

Noemi Guilcamaigua Ganzino: <http://orcid.org/0009-0001-3033-7056>

Ana Paredes Solis: <http://orcid.org/0009-0003-9066-3624>

Edison Reyes Barberán: <http://orcid.org/0009-0000-1264-440X>

**Artículo científico:** Anemia microcítica e hipocrómica en llama (*Lama glama*). Reporte de caso.

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 2, julio-diciembre 2025, Ecuador (p. 46-53)

(21 fL) and serum iron (40 µg/dL). The diagnosis and treatment were effective, and dietary supplementation is recommended to compensate for the limited iron absorption from pastures.

**Keywords:** Hypochromic anemia, microcytic anemia, serum iron, *Lama glama*

## 1. INTRODUCCIÓN

La Sociedad Americana de Hematología (2023) describe a la anemia como una condición clínica caracterizada por la disminución de eritrocitos (Wagener et al., 2018), que, en consecuencia, produce la reducción del transporte de oxígeno hacia los tejidos, generando varias alteraciones a nivel fisiológico con signos clínicos como debilidad, depresión, pérdida de condición corporal (CC) (Wagener et al., 2024). De manera general, la anemia se clasifica según el volumen globular medio (VGM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) (Couto & Nelson, 2020). Esta alteración hematológica se clasifica mediante parámetros como volumen corpuscular medio (VCM) y hemoglobina corpuscular media (CHCM), que ayudan a determinar su etiología (hemorrágica, hemolítica, nutricional o infecciosa) (Vap & Bohn, 2015).

Esta clasificación es una herramienta efectiva para el entendimiento del origen de la anemia como signo de posibles hemorragias, úlceras o neoplasias gastrointestinales, daño renal, anormalidades relacionadas con la médula ósea, enfermedades carenciales y patologías de origen infeccioso, bacteriano y/o parasitario (Sharkey & Burton, 2020). Con frecuencia, en los camélidos sudamericanos, los agentes infecciosos que producen cuadros anémicos son: bacterias hemotrópicas como *Mycoplasma haemolamae* o intracelulares como *Anaplasma spp.* (Viesselmann et al., 2019), parásitos como *Babesia spp.* (El-Sayed et al., 2023) y, muy comúnmente, *Haemonchus contortus* debido a su alta resistencia a múltiples antihelmínticos (Storey, et al., 2017).

Las enfermedades carenciales cumplen un rol fundamental en la manifestación de la anemia debido a la alimentación restringida el suministro insuficiente de nutrientes y el consumo de pastos y forrajes que no cumplen con los requerimientos nutricionales de los camélidos sudamericanos (Williamson et al., 2016; Wagener et al, 2021; Flay et al., 2022).

Se debe tomar en cuenta que la anemia, como signo clínico, se produce generalmente cuando los animales están expuestos a una ingesta deficiente o inadecuada de proteínas, vitaminas y macro y micro minerales de manera continua y prolongada (Williamson et al., 2016). Sin embargo, el reporte de casos de camélidos sudamericanos con patologías asociadas con anemia por problemas carenciales en la dieta es escaso (Cebra et al., 2014).

En camélidos sudamericanos (llamas y alpacas), la anemia puede ser causada por infecciones por hemoparásitos tales como *Mycoplasma haemolamae* (Dittmer et al., 2018). Estudios realizados en Perú y Chile revelaron una prevalencia entre 9 % y 19 %, aunque la mayoría de los animales eran portadores asintomáticos sin anemia clínica evidente (Tornquist et al., 2010).

También se han documentado problemas diagnósticos de anemia en alpacas relacionados con deficiencia de hierro (Arsenopoulos et al., 2021), úlceras gástricas o causas no infecciosas. En algunos casos, tras la suplementación se observó recuperación significativa en valores hematológicos (Abramowicz et al., 2016).

Este reporte de caso muestra la condición de un paciente de la especie *Lama glama* con un diagnóstico de anemia de orden carencial que ha sido evaluado y tratado para suplir la deficiencia mineral, realizando el seguimiento mediante el sistema FAMACHA® y el nivel de hierro sérico para determinar la eficacia del tratamiento (Williamson et al., 2016; Arsenopoulos et al., 2021).

## 2. METODOLOGÍA

Para este estudio se aplicó la metodología *CARE Case Reporte Guidelines* omitiendo la perspectiva del paciente por la especie con la que se trabajó este reporte de caso (Riley et al, 2017).

### 2.1 Reseña del paciente

El paciente es una llama (*Lama glama*), identificado con arete número 14, de 5 años de edad, macho, no esterilizado, mestizo, con 75 kg de peso vivo, presenta ojos azules y color de capa blanco. Vive con un rebaño de 18 animales y su comportamiento no es dominante dentro del grupo, sin embargo, es nervioso y siempre está alerta. El paciente se encuentra en el Parque Metropolitano del Sur, ubicado en la ciudad de Quito, conviviendo con otras especies animales, entre ellos: cuyes, conejos, ovejas, cabras, patos y caballos. Las llamas se alimentan únicamente de forraje en una pradera natural constituida por pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Holco (*Holcus lanatus*). En el área de pastoreo se identifica la presencia de árboles de eucalipto, además de bebederos rectangulares con una capacidad de 100 litros cada uno.

Previamente, el 16 de junio de 2023 el rebaño de llamas fue examinado con el fin de evaluar su estado clínico y sanitario, se realizó un examen físico y se aplicó el

sistema FAMACHA®, se recolectaron muestras de sangre para realizar hemogramas y pool de muestras de heces para análisis coproparasitarios. De forma general, los animales del rebaño presentaron una condición corporal buena, (2 a 3 en una escala de 5), un grado de FAMACHA® entre 4 y 5, y los hemogramas evidenciaron niveles de hematocrito debajo del límite inferior (18 %). En el examen coproparasitario se identificó la presencia de *Trichostrongylus spp.* (400 hpg), *Fasciola hepática* (360 hpg) y *Eimeria spp.* (750 opg). Como tratamiento para la parasitosis se administró vía oral Closantel al 10% (0,1 mg/10 Kg PV) y Diclazuril al 2% (1 mg/Kg PV).

## 2.2 Hallazgos clínicos

El caso inicial el 18 de julio de 2023, se realizó el examen físico general a la llama #14, se aplicó el sistema FAMACHA®, se evaluó mucosas, tiempo de llenado capilar (TLLC), frecuencia respiratoria (FR) y frecuencia cardíaca (FC), presencia de linfonodos reactivos, movimientos cavitarios, temperatura, condición corporal (CC), condición de heces, presencia de ectoparásitos, estado del pelaje y pezuñas. El paciente presentó valores y condiciones normales con excepción de tres alteraciones: FAMACHA® en grado 4, el TLLC mayor a dos segundos y la CC (2.5/5). Se establecieron los siguientes diagnósticos diferenciales como posibles causas de los signos encontrados: anemia de tipo infecciosa ocasionada por piroplasmosis o micoplasmosis hemotrófica por *Mycoplasma haemolamae*, anemia secundaria ocasionada por hemoncosis o por deficiencia nutricional de hierro y/o cobre.

## 2.3 Métodos diagnósticos

Se colectaron muestras de sangre mediante venopunción yugular para realizar un hemograma y una bioquímica sanguínea con el fin de confirmar la presencia y tipo de anemia y descartar la posibilidad de

alguna alteración a nivel sistémico como problemas hepáticos o renales. Para descartar piroplasmosis se realizó un frotis sanguíneo y una tinción Diff-Quick® para la identificación mediante microscopía de los hemoparásitos. Para descartar la presencia de *Mycoplasma haemolamae* se realizó un hemocultivo. Mediante colecta de heces desde la ampolla rectal, se realizó un coproparasitario cualitativo y cuantitativo con sangre oculta para determinar la presencia o no de *Haemonchus contortus*, y, por último, se analizó el nivel de hierro sérico para evaluar un posible problema carencial.

El hemograma indica la presencia de linfopenia, anemia microcítica e hipocrómica, ERI (10.42 x 10<sup>12</sup>/l), Hb (7.1 g/dl), HCT (18.82 %) y VGM (18 fL), valores que comparados con los hallados por Oblitas et al. (1998), se encuentran debajo del rango normal. No se encontraron alteraciones en la bioquímica sanguínea. El frotis para detección de hemoparásitos resultó negativo. En el hemocultivo no se aisló ninguna bacteria. El coproparasitario resultó negativo a sangre oculta y se halló una carga baja de *Trichostrongylus spp.* (4 a 10 hpg), y no se detectó la presencia de *Haemonchus contortus*, siendo esto el resultado de la desparasitación aplicada previamente. El nivel de hierro sérico fue de (22 µg/dL), valor reportado por Cebra et al. (2014) e Ismael et al. (2014) como debajo del rango esperado en camélidos. De forma complementaria, se realizó un análisis de suelo y un análisis bromatológico de la pastura para evaluar los aportes nutricionales y relacionarlos con los requerimientos de la especie. En el análisis de suelo se encontraron niveles altos de hierro (Fe) y manganeso (Mn), 448 ppm y 58 ppm, respectivamente. En la pastura se encontró también un exceso de Fe (150 ppm) y Mn (304 ppm), que, en conjunto con los niveles de hierro sérico encontrados, confirman el diagnóstico definitivo de anemia microcítica e hipocrómica, de tipo carencial por deficiencia de Fe ocasionado por antagonismo del nivel elevado de Mn en suelo.

**Tabla 1.** Valores hematológicos iniciales y de referencia en llama (*Lama glama*)

	Llama 14	Valores de Referencia
ERI (10 <sup>12</sup> /l)	10.42	7.1 – 13.0 (Oblitas et al., 1998); (Quispe, 2011)
Hb (g/dL)	7.1	9.2 – 15.2 (Oblitas et al., 1998); (Quispe, 2011)
HCT (%)	18.82	20 – 32 (Oblitas et al., 1998); (Quispe, 2011)
VGM (fL)	18	18 – 34 (Oblitas et al., 1998)
HCM (pg)	6.8	8 -16 (Oblitas et al., 1998)
CHCM (g/dL)	37.5	37 – 57 (Oblitas et al., 1998)
Hierro (µg/dL)	22	>50 (Cebra et al., 2014); (Ismael et al., 2014)

**Nota.** ERI= Eritrocitos; Hb= Hemoglobina; HCT= Hematocrito; VGM= Volumen Globular Medio; HCM= Hemoglobina Corpuscular Media; CHCM= Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

**Artículo científico:** Anemia microcítica e hipocrómica en llama (*Lama glama*). Reporte de caso.

**Publicación Semestral. Vol. 4, No. 2, julio-diciembre 2025, Ecuador (p. 46-53)**

El pronóstico se determinó como favorable debido a la condición, edad y características generales y clínicas del paciente que puede reaccionar de forma positiva al tratamiento.

## 2.4 Tratamiento

La dieta no fue modificada como parte del tratamiento, se optó únicamente por la administración de hierro mediante otra vía diferente a la oral, para mejorar la biodisponibilidad del principio activo.

El tratamiento aplicado para el diagnóstico de la anemia consistió en la administración parenteral de tres dosis de Hierro Dextrano, (500 mg) IM cada 7 días, junto con tres aplicaciones de Vitaminas del complejo B (5 ml) IM cada 48 horas.

El seguimiento al paciente se lo realizó por un período de noventa días, revisando cada siete días las constantes fisiológicas, aplicando el sistema

FAMACHA®, realizando hemogramas y analizando el nivel de hierro sérico como medida del nivel de eficacia del tratamiento.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el seguimiento, se evaluó FAMACHA®, condición corporal, peso, hematología y hierro sérico.

Como se muestra en la tabla 2, la FAMACHA® pasó de (4/5) a (3/5) durante este período, la condición corporal no presentó cambios, sin embargo, el peso mostró un incremento de 1 kg durante este período.

Los cambios más evidentes se reflejaron en el hemograma, hubo un incremento de ERI ( $11.00 \times 10^{12}/l$ ), Hb (9.0 g/dL), HCT (23.31 %), VGM (21 fL) y hierro sérico (40  $\mu g/dl$ ) (ver Tabla 2). En el hemograma, en los glóbulos rojos ya no se aprecia microcitosis ni hipocromía.

**Tabla 2.** Seguimiento de indicadores clínicos y hematológicos

Día	0	36	65	73	80	87	93
FAMACHA®	4	4	4	4	3	3-2	3
CC	2.5	2.5	2.5	2	2	2.5	2.5
Peso (kg)	-	75	75	-	76	76	-
ERI ( $10^{12}/l$ )	10.42	-	10.99	10.42	11.88	12.02	11
Hb (g/dL)	7.1	-	8.7	8.3	9.5	10.5	9
HCT (%)	18.82	-	22.34	20.38	24.91	25.76	23.31
VGM (fL)	18	-	20	20	21	21	21
HCM (pg)	6.8	-	7.9	8	8	8.7	8.2
CHCM (g/dL)	37.5	-	38.9	40.7	38.2	40.6	38.5
Hierro ( $\mu g/dL$ )	22	59	38	-	41	42	40

**Nota.** CC= Condición Corporal; ERI= Eritrocitos; Hb= Hemoglobina; HCT= Hematocrito; VGM= Volumen Globular Medio; HCM= Hemoglobina Corpuscular Media; CHCM= Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media

Estos resultados demuestran que el método diagnóstico aplicado y el tratamiento seleccionado fueron efectivos, sin embargo, se recomienda mantener la administración de hierro por vía oral para evitar el retorno a esta condición clínica.

El paciente presentó anemia carencial por deficiencia de hierro. Para llegar a este diagnóstico, se siguió el protocolo indicado, ya que era fundamental descartar otras causas como las parasitarias e infecciosas (Wagener, et al., 2021; El-Sayed et al., 2023).

Para la determinación del grado de anemia se utilizó el indicador FAMACHA®, el cual no es comúnmente

empleado en camélidos, ya que está diseñado para detectar la presencia de parasitismos en ovinos, principalmente para *Haemonchus contortus* (Sahin et al., 2021). Sin embargo, el presente reporte de caso confirma los resultados del estudio de Wagener, et al. (2021), donde se observa que la FAMACHA® también puede ser útil en camélidos sudamericanos para la detección de anemia.

Cuando la causa de anemia es carencial, es necesario distinguir entre la deficiencia de hierro y de cobre, considerando que pueden manifestar signología similar. En consecuencia, debe medirse la cantidad de ambos minerales a nivel sanguíneo. Sin embargo, en el



caso del cobre se ha determinado que lo ideal es realizar una biopsia de hígado para medir los niveles de ceruloplasmina, proteína cuya medición en sangre no siempre es confiable. Otra forma de diagnóstico consiste en observar la despigmentación del vellón y la mala calidad de fibra, además de identificar en los resultados del hemograma indicadores de anemia macrocítica e hipocrómica (Van Saun, 2023).

En este reporte, respecto al vellón y calidad de fibra, no se pudieron distinguir alteraciones del color de capa porque la llama es blanca y, por la naturaleza de la especie, no presenta buena calidad de fibra. No obstante, el resultado del hemograma inicial reveló que la anemia del paciente era microcítica e hipocrómica, lo que permitió descartar la deficiencia de cobre, hecho que fue corroborado además por los bajos niveles de hierro en sangre (Cebra, et al., 2014). Este nivel de 22  $\mu\text{g/dL}$  medido inicialmente, indica una deficiencia crónica en el paciente, considerando que el nivel normal de hierro en sangre debe encontrarse entre 70 a 148  $\mu\text{g/dL}$  (Foster et al., 2009) (Morin et al., 1992).

El análisis completo de suelo y el bromatológico del pasto, cuyos resultados demuestran un exceso de hierro (Fe) y manganeso (Mn), evidenciaron que dicho exceso produce un efecto antagónico entre los microminerales. Así, cuando el Mn es alto en el suelo y el forraje, se produce un bloqueo en la absorción de Fe, observándose en consecuencia niveles elevados de este mineral en el suelo, pero bajos en sangre debido a la baja absorción. Como resultado, el hierro se encuentra en forma no activa ( $\text{Fe}^{3+}$ ) cuando lo ideal es que se absorba en forma activa ( $\text{Fe}^{2+}$ ) (Bernal & Espinosa, 2003).

Dadas las particularidades del lugar, se optó por la aplicación de un compuesto de hierro dextrano junto con complejo B vía intramuscular, considerando que, para generar la eritropoyesis es necesario mantener un equilibrio entre minerales y vitaminas. El complejo B promueve la formación de eritrocitos y el hierro dextrano proporciona al organismo una fuente directa de hierro en forma activa ( $\text{Fe}^{+2}$ ), gracias a que el mecanismo de acción de este se produce a través de la endocitosis de los macrófagos del sistema reticuloendotelial (Failla & Parmar, 2023). Este resultado fue evidente cuando, a la primera semana de haber aplicado el hierro dextrano, se elevó el hematocrito y la FAMACHA® mejoró, efecto que se mantuvo por tres semanas, lo cual concuerda con los resultados de estudios previos realizados en 1992 por Morin, et al. (1992) y el más reciente de Cebra et al. (2014).

De esta manera, aunque la literatura sobre la aplicación de hierro dextrano en llamas es escasa, los resultados de este reporte demuestran que puede funcionar como

un tratamiento más efectivo y duradero. En este caso y en los reportes mencionados, no se presentaron complicaciones con el uso de este medicamento, aunque según Walker (2019) puede ocasionar anafilaxia. Bajo estas circunstancias, es posible concluir que el hierro dextrano puede utilizarse en llamas a las dosis indicadas. Sin embargo, como cada paciente tiene un organismo diferente, siempre debe tenerse precaución con el uso del medicamento y considerar la disponibilidad de antihistamínicos de emergencia en caso de presentarse reacciones adversas.

La administración de vitaminas del complejo B, específicamente la vitamina B12 (cianocobalamina) junto con la B9 (ácido fólico) favorecen la eritropoyesis al facilitar la maduración de los eritrocitos (Liebich, 2019). Lo ideal es que se efectúe suplementación diariamente por tres días, puesto que, al ser vitaminas hidrosolubles, se excretan más rápidamente y en gran cantidad a través de la orina (Kennedy, 2016).

No obstante, es poco probable que existan alteraciones en la eficacia del tratamiento porque, según un estudio de González et al., (2020), la vitamina B12, siendo la más relevante, puede ser administrada en distintos periodos de tiempo y debe ser suplementada con cobalto para que su acción sea prolongada; en caso contrario, tiene una vida media de 6 a 14 días.

La mayor parte de la evaluación del paciente se llevó a cabo durante un periodo seco donde la disponibilidad forrajera se reduce, lo que constituye un factor que contribuye directamente a la deficiencia de hierro y que explica la aparente mejoría del paciente al aumentar la oferta de forraje tras el inicio de la época lluviosa. Por ello, se considera necesario como tratamiento complementario suplementar diariamente mediante sales minerales inorgánicas en polvo (Cebra, et al., 2014).

Dada la naturaleza del parque, en la que predominan árboles de eucalipto y, en menor medida, otras especies arbustivas, se influye negativamente en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de pastos y, por consiguiente, en la cantidad suficiente de este alimento para el consumo de animales pastoreadores como las llamas. El eucalipto demanda muchos nutrientes del suelo y altera sus propiedades fisicoquímicas, limitando el crecimiento de pasturas, aspecto que se evidencia en los resultados de pH del análisis del suelo y la medición de carga forrajera de las áreas de pastoreo disponibles en el parque (Amsalu, 2019).

Por este motivo, es recomendable establecer áreas de potrero libres de árboles de eucalipto para favorecer el crecimiento del Kikuyo presente, considerando que

**Artículo científico:** Anemia microcítica e hipocrómica en llama (*Lama glama*). Reporte de caso.

**Publicación Semestral. Vol. 4, No. 2, julio-diciembre 2025, Ecuador (p. 46-53)**

este es particularmente sensible a los suelos ácidos. Asimismo, se debe permitir un mayor tiempo de descanso en las áreas de pastoreo: en época seca de 45 a 60 días y en época lluviosa de 35 días (Padilla, 1979; León et al., 2018).

Este reporte de caso resulta interesante porque las anemias en camélidos sudamericanos normalmente se relacionan con enfermedades parasitarias. No obstante, este caso demuestra que la etiología carencial debe considerarse al evaluar las condiciones en las cuales se encuentra el paciente y que son comunes para la especie, especialmente porque la mayoría de los camélidos sudamericanos presentan déficits nutricionales por el manejo inadecuado de pasturas (Cebra, et al., 2014).

#### 4. CONCLUSIÓN

En este reporte, se diagnosticó a una llama con anemia microcítica e hipocrómica de tipo nutricional, por un manejo no controlado de pasturas y presencia de gran cantidad de árboles de eucalipto, se aplicó un tratamiento viable y efectivo, en donde el hierro dextrano junto con vitaminas del complejo B solucionaron el problema de manera parcial porque, aunque la FAMACHA® y el hematocrito mejoraron, los niveles de hierro no se mantienen en el rango normal, esto se explica por el antagonismo del Mn y el pH ácido del suelo que limitan el crecimiento de pasturas y la absorción del hierro en forma activa (Fe<sup>2+</sup>).

Los resultados de este caso demuestran que el hierro dextrano es efectivo como tratamiento de anemia carencial en llamas y por tanto se puede aplicar en casos similares, tomando en cuenta las condiciones físicas y ambientales a las que está expuesto el paciente.

**Agradecimientos.**- Los autores desean agradecer a la Administración del Parque Metropolitano del Sur en Quito, por facilitar el acceso para el diagnóstico y tratamiento de este caso.

**Contribución de los autores.**- Todos los autores contribuyeron al diagnóstico, tratamiento y seguimiento de este reporte de caso. La preparación del material, la recopilación de datos y el análisis fueron realizados por Sara Oquendo, Noemí Guilmacagua, Ana Paredes, Edison Reyes y Cristian Cárdenas. El primer borrador del manuscrito fue escrito por todos los autores, el manuscrito final fue corregido por Cristian Cárdenas y todos los autores comentaron las versiones anteriores del manuscrito. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

**Financiación.** - No se recibieron fondos, subvenciones u otro tipo de apoyo.

**Conflicto de intereses.**- Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los autores declaran que, al tratarse de un reporte de caso de un tratamiento específico, no se necesitó la aprobación de un Comité de Ética ni de otro tipo.

#### 5. REFERENCIAS

- Abramowicz B, Milczak A, Bochyńska D. (2016). Diagnostic problems anemia in alpacas. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Sciences*, 18(2), 220–222. DOI:10.15421/nvlvet6645 <https://nvlvet.com.ua/index.php/journal/article/view/709>
- Amsalu, A. (2019). Effect of *Eucalyptus* Plantations on Soil Properties: The Case of Entoto Area, Northern Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Environment and Earth Science*, volumen (9), 2224-3216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100677>
- Arsenopoulos KV, Fthenakis GC, Katsarou EI, Papadopoulos E. (2021). Haemonchosis: A Challenging Parasitic Infection of Sheep and Goats. *Animals*, 11(2), 363. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33535656/>
- Bernal, & Espinosa, J. (2003). *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. Instituto Internacional de Nutrición Vegetal -IPNI-. [https://www.academia.edu/6676325/MANUAL\\_DE\\_NUTRICION\\_Y\\_FERTILIZACION\\_DE\\_PASTOS](https://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS)
- Cebra, C., Anderson, D. E., Tibary, A., Van Saun, R. J. & Johnson, L. W. (2014). *Llama and Alpaca Care - Medicine, Surgery, Reproduction, Nutrition, and Herd Health* (1.ªed.). Elsevier. <https://shop.elsevier.com/books/llama-and-alpaca-care/cebra/978-1-4377-2352-6>
- Couto, C. G. & Nelson, R. W. (2020). *Small Animal Internal Medicine* (6.ª ed). Elsevier. <https://shop.elsevier.com/books/small-animal-internal-medicine/nelson/978-0-323-57014-5>
- Dittmer K, Hinkson J, Dwyer C, Adlington B, van Andel M. (2018). Prevalence of *Candidatus Mycoplasma haemolamae* in New Zealand alpacas. *New Zealand Veterinary Journal*, 66, 9–15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28826356/>
- El-Sayed El-Alfy, Abbas, I., Saleh, S., Elseadawy, R., Fereig, R. M., Abdo-Rizk, M. & Xuan, X. (2023). Tick-borne pathogens in camels: A

- systematic review and meta-analysis of the prevalence in dromedaries. *Ticks and Tick-borne Diseases*, (15), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2023.102268>
- Failla, S. & Parmar, M. (2023). *Iron Dextran*. In StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557747/>
- Flay KJ, Hill FI, Muguiro DH. (2022). A Review: *Haemonchus contortus* Infection in Pasture-Based Sheep Production Systems, with a Focus on the Pathogenesis of Anaemia and Changes in Haematological Parameters. *Animals*, 12(10), 1238. <https://doi.org/10.3390/ani12101238>
- Foster, A., Bidewell, C., Barnett, J. & Sayers, R. (2009). Haematology and biochemistry in Alpacas and Llamas. *In Practice*, 31(6), 276–281. <https://doi.org/10.1136/inpract.31.6.276>
- González, J. R., Escalera, F., Alonso, A. J., Lomillos, J. M., Robles, R. & Alonso, M. E. (2020). Relationship between Vitamin B12 and Cobalt Metabolism in Domestic Ruminant: An Update. *Animals*, 10, 1-36. <https://doi.org/10.3390/ani10101855>
- Ismael, A. B., Swelum, A. A., Khalaf, A. F., & Abouheif, M. A. (2014). Clinical, haematological and biochemical alterations associated with an outbreak of theileriosis in dromedaries (*Camelus dromedarius*) in Saudi Arabia. *Pakistan Veterinary Journal*, 34(2), 209–213. [www.pvj.com.pk](http://www.pvj.com.pk)
- Kennedy, C. O. (2016). B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy—A Review. *Nutrients*, 8(2), 1-29. <https://doi.org/10.3390/nu8020068>
- León, R., Bonifaz, N. y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador* (1.ª ed.), [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana] Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- Liebich, H. G. (2019). *Veterinary Histology of Domestic Mammals and Birds* (5.ª ed.). 5m Publishing. <https://vetbooks.ir/veterinary-histology-of-domestic-mammals-and-birds-textbook-and-colour-atlas-5th-edition/>
- Morin, D. E., Garry, F. B., Weiser, M. G., Fettman, M. J. & Jhonson, L. W. (1992). Hematologic Features of Iron Deficiency Anemia in Llamas. *Veterinary Pathology*, 29(5), 400–404. <https://doi.org/10.1177/030098589202900505>
- Oblitas G., Pedrozo P., Wittwer M. (1998). Valores sanguíneos en alpacas (*Lama pacos*) reintroducidas en el sur de Chile. *Veterinaria México*, 29(4):411-414. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=15542>
- Padilla, W. (1979). *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/432>
- Quispe E. (2011). Adaptaciones hematológicas de los Camélidos Sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 5(1), 1-26. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/RCCV1111120001A>
- Riley D., Barber M., Kienle G., Aronson J., von Schoen-Angerer T., Tugwell P., Kiene H., Helfand M., Altman D., Sox H., Werthmann P., Moher D., Rison R., Shamseer L., Koch C., Sun G., Hanaway P., Sudak N., Kaszkin-Bettag M., Carpenter J., Gagnier J. (2017). CARE guidelines for case reports: explanation and elaboration document, *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 218-235. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.04.026>
- Sahin, O., Aytakin, I., Boztepe, S., Keskin, I., Karabacak, A., (2021). Relationships between FAMACHA© scores and parasite incidence in sheep and goats. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02769-1>
- Sarre C., Claerebout E., Vercruyse J., Levecke B., Geldhof P., Pardon B., Alvinerie M., Sutra J., Geurden T. (2012). Doramectin resistance in *Haemonchus contortus* on an alpaca farm in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 185(2–4), 346–351. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.10.003>
- Sociedad Americana de Hematología. (2023). Anemia de American Society of Hematology. (2025). *Anemia* [Patients].

**Artículo científico:** Anemia microcítica e hipocrómica en llama (*Lama glama*). Reporte de caso.

**Publicación Semestral. Vol. 4, No. 2, julio-diciembre 2025, Ecuador (p. 46-53)**

<https://www.hematology.org/education/patients/anemia>

- Sharkey, L. C. & Burton, E. N. (2020). Alterations in the Erythron. En B. P., Smith, D. C., Van Metre & N., Pusterla. *Large Animal Internal Medicine* (6.ª ed), 426-427. USA, Elsevier. <https://shop.elsevier.com/books/large-animal-internal-medicine/smith/978-0-323-55445-9>
- Storey, B. E., Williamson, L. H., Howell, S. B., Terrill, T. H., Berghaus, R., Vidyashankar, A. N. & Kaplan, R. M. (2017). Validation of the FAMACHA© system in South American camelids. *Veterinary Parasitology*, 243, 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.06.004>
- Tornquist S., Boeder L., Rios Phillips C., Alarcon V. (2010). Prevalence of *Mycoplasma haemolamae* infection in Peruvian and Chilean llamas and alpacas. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 22(6), 766-769. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8b321965e788a916bbfd570a222e7b0e6058e241>
- Van Saun, R. J. (2023). *Copper Nutrition in Camelids*. Penn State Extension. <https://extension.psu.edu/copper-nutrition-in-camelids>
- Vap L, Bohn AA. Hematology of camelids. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 18(1), 41-49. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25421025/>
- Viesselmann, L. C., Videla, R., Schaefer, J., Chapman, A., Wyrosdick, H. & Schaefer, D. M. W. (2019). *Mycoplasma haemolamae* and intestinal parasite relationships with erythrocyte variables in clinically healthy alpacas and llamas. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33, 2336-2342. <https://doi.org/10.1111/jvim.15596>
- Wagener, M. G., Neubert, S., Punsmann, T. M., Wiegand, S. B. & Ganter, M. (2021). Relationships between Body Condition Score (BCS), FAMACHA©-Score and Haematological Parameters in Alpacas (*Vicugna pacos*), and Llamas (*Lama glama*) Presented at the Veterinary Clinic. *Animals*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.3390/ani11092517>
- Wagener, M. G., Grimm, L. M., & Ganter, M. (2018). Anaemia in a llama (*Lama glama*): Treatment, regeneration and differential diagnoses. *Veterinary Record Case Reports*, 6(3). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193061320>
- Wagener, M. G., Marahrens, H., & Ganter, M. (2024). Anaemia in South American camelids: An overview of clinical and laboratory diagnostics. *Veterinary Research Communications*, 48(2), 633-647. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38049672/>
- Williamson, B. C., Edwards, E. E., Garner, L. H., Storey, B. E., & Sakamoto, K. (2016). Pathology of *Haemonchus contortus* in New World camelids: A retrospective review. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 28(2), 105-109. <https://doi.org/10.1177/1040638716628587>