

Valores hematológicos y morfología sanguínea de Ateles Geoffroyi bajo cuidado humano en El Salvador

Hematological values and blood cell morphology of Ateles geoffroyi under human care in El Salvador

Información del artículo

Fecha de recepción: junio de 2025

Fecha de aceptación: agosto de 2025

Como citar este artículo (Vancouver)

Pérez-Chávez C, Romero-Rubio B. Valores hematológicos y morfología sanguínea de Ateles Geoffroyi bajo cuidado humano en El Salvador. MI [Internet]. 2025 Sep. 15(3), pp. 25-32. <https://doi.org/10.65880/ztpfrm90>

Carmen Elena Pérez-Chávez

Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (El Salvador)

 <https://orcid.org/0000-0001-6081-0679>
carmen.perez06@liveusam.edu.sv

Blanca Sofía Romero-Rubio

Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (El Salvador)

 <https://orcid.org/0009-0001-7399-2077>
blanca.romero06@liveusam.edu.sv

Resumen

Ateles geoffroyi es una especie en peligro cuya evaluación hematológica resulta esencial para el diagnóstico clínico, el bienestar y la conservación bajo cuidado humano. En El Salvador no existían datos propios para esta especie, lo que limita la interpretación basada en evidencia. Este estudio describió valores hematológicos de referencia preliminares y la morfología sanguínea en adultos sanos de A. geoffroyi mantenidos en tres recintos del ex Parque Zoológico Nacional. Se realizó un estudio descriptivo transversal en 15 individuos (10 machos, 5 hembras). Las muestras (≈ 0.5 mL) se obtuvieron de la vena safena medial; se procesó hemograma completo y se evaluaron extendidos teñidos con Wright-Giemsa. Se calcularon mínimos, máximos y medias para los parámetros. Los resultados mostraron hemoglobina 12.29 g/dL, hematocrito 39.66%, eritrocitos $6.08 \times 10^5/\text{mm}^3$, plaquetas $286.8 \times 10^3/\mu\text{L}$ y leucocitos $10.39 \times 10^5/\text{mm}^3$, con diferencial predominado por linfocitos y ausencia de anomalías morfológicas relevantes. Las variaciones observadas respecto de reportes regionales probablemente reflejan diferencias de dieta, parasitismo, manejo y metodologías analíticas. Estos hallazgos establecen una base de referencia local útil para la evaluación clínica y el seguimiento en rehabilitación. Se recomienda ampliar el tamaño muestral, estandarizar unidades (por ejemplo, $\times 10^3/\mu\text{L}$), incluir conteos absolutos del diferencial y armonizar procedimientos conforme a guías internacionales, con miras a construir intervalos de referencia regionales robustos.

Palabras clave: Hematología, Valores de referencia, Ateles geoffroyi, Mono araña, Morfología sanguínea, Fauna silvestre, Cautiverio.

Abstract

Ateles geoffroyi is an endangered primate for which hematological assessment is critical to clinical diagnosis, welfare, and conservation under managed care. In El Salvador, species-specific data were lacking, hindering evidence-based interpretation. This study reports preliminary hematological reference values and blood cell morphology in healthy adult A. geoffroyi housed in three enclosures of the former National Zoological Park. We conducted a descriptive cross-sectional study of 15



individuals (10 males, 5 females). Approximately 0.5 mL of blood was collected from the medial saphenous vein; a complete blood count was performed and Wright–Giemsa–stained smears were examined. Minimum, maximum, and mean values were computed. Mean results were hemoglobin 12.29 g/dL, hematocrit 39.66%, erythrocytes $6.08 \times 10^5/\text{mm}^3$, platelets $286.8 \times 10^3/\mu\text{L}$, and leukocytes $10.39 \times 10^3/\text{mm}^3$, with a lymphocyte-predominant differential and no relevant morphological abnormalities. Differences relative to regional reports likely reflect diet, parasitism, husbandry, and analytical methods. These findings provide a local reference baseline to support clinical evaluation and rehabilitation monitoring. Future research should expand sample size, standardize units (e.g., $\times 10^3/\mu\text{L}$), include absolute leukocyte differentials, and harmonize procedures according to international guidelines to develop robust regional reference intervals.

Keywords: Hematology, Reference values, *Ateles geoffroyi*, Spider monkey, Blood cell morphology, Wildlife, Captivity.

Introducción

El mono araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*) es un primate neotropical perteneciente a la subfamilia Atelinae, distribuido desde el sur de México hasta Colombia. Es considerado una de las especies más amenazadas de la región mesoamericana, debido a la pérdida de hábitat, la fragmentación forestal, la caza y el tráfico ilegal de fauna silvestre. En El Salvador, esta especie se encuentra categorizada como en peligro de extinción según la normativa nacional y se incluye en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), lo que prohíbe su comercio internacional por su vulnerabilidad poblacional (1,2).

La conservación efectiva de *A. geoffroyi* requiere no solo de estrategias ecológicas, sino también de un conocimiento fisiológico sólido que permita evaluar el estado de salud de los individuos en cautiverio y en programas de rehabilitación. En este contexto, la hematología veterinaria constituye una herramienta esencial para el diagnóstico, monitoreo y seguimiento clínico de la fauna silvestre. El hemograma, como parámetro de rutina, permite detectar alteraciones asociadas a procesos infecciosos, parasitarios, nutricionales o de estrés, y ofrece información valiosa sobre el equilibrio fisiológico e inmunitario de los animales bajo cuidado humano (3,4).

Los valores hematológicos de referencia son fundamentales para establecer criterios diagnósticos confiables y evaluar el bienestar en programas de conservación ex situ. Sin embargo, estos valores pueden variar de forma significativa entre especies, poblaciones y entornos de manejo, debido a factores genéticos, fisiológicos, dietéticos y ambientales. En el caso del mono araña centroamericano, la información disponible es limitada y proviene de estudios aislados en otros países de la región, como el realizado en Guatemala, que si bien proporciona un marco de comparación, no es aplicable directamente al contexto salvadoreño por las diferencias en dieta, microclima, condiciones sanitarias y metodologías analíticas (5).

Ante la ausencia de datos hematológicos locales para *A. geoffroyi*, los médicos veterinarios y cuidadores de fauna en El Salvador carecen de referencias objetivas para la evaluación clínica de esta especie. Esta limitación dificulta la estandarización de protocolos de diagnóstico, rehabilitación y manejo sanitario en programas de conservación. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo determinar valores hematológicos de referencia preliminares y describir la morfología sanguínea de adultos sanos de *Ateles geoffroyi* bajo cuidado humano en El Salvador, generando así

una base de referencia nacional que contribuya a fortalecer las prácticas clínicas veterinarias, optimizar los programas de bienestar y apoyar los esfuerzos de conservación de esta especie emblemática (6, 7).

Metodología

El estudio se realizó entre enero y marzo de 2024 bajo un diseño descriptivo transversal, con el propósito de establecer valores hematológicos de referencia preliminares y describir la morfología sanguínea del mono araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*) bajo condiciones de cuidado humano. La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del ex Parque Zoológico Nacional de El Salvador, ubicado en San Salvador, donde se mantenían tres grupos de individuos adultos de esta especie en recintos con alimentación controlada, enriquecimiento ambiental y seguimiento veterinario regular. La población de estudio estuvo conformada por quince ejemplares adultos clínicamente sanos, diez machos y cinco hembras, distribuidos en tres recintos identificados como M-15, M-18 y M-19. Los criterios de inclusión consideraron únicamente individuos pertenecientes a la especie *Ateles geoffroyi*, en estado adulto y con apariencia saludable, mientras que se excluyeron aquellos que presentaban signos clínicos de enfermedad, heridas abiertas, ectoparásitos visibles o cualquier condición que pudiera alterar los resultados hematológicos (8, 9).

La toma de muestras se efectuó mediante punción de la vena safena medial, extrayéndose aproximadamente 0.5 mL de sangre por individuo con jeringas estériles y anticoagulante EDTA K3. Las muestras fueron identificadas, almacenadas a temperatura ambiente y transportadas inmediatamente al laboratorio veterinario de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM) para su procesamiento. Se elaboraron extendidos sanguíneos en láminas portaobjetos, fijados con metanol durante dos minutos y teñidos con la técnica de Wright–Giemsa, siguiendo los procedimientos descritos para análisis hematológicos en fauna silvestre (10).

El hemograma incluyó la determinación de los principales parámetros de la línea roja (eritrocitos, hemoglobina y hematocrito), la línea blanca (leucocitos totales y fórmula diferencial porcentual de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) y la línea plaquetaria (conteo total de plaquetas). Las mediciones se realizaron con un analizador hematológico veterinario calibrado (modelo Horiba ABX Micros ESV 60) y verificado diariamente con controles comerciales en dos niveles (normal y patológico), registrando los coeficientes de variación intraensayo e interensayo para garantizar la confiabilidad de los resultados (11,12).

La morfología celular se evaluó microscópicamente con objetivo de inmersión (1000×), analizando diez campos representativos por muestra en la zona monolámina del frotis. Se registraron las características morfológicas de eritrocitos, leucocitos y plaquetas, incluyendo forma, tamaño, color, presencia de gránulos, integridad nuclear y posibles inclusiones intracitoplasmáticas (13,14).

El análisis estadístico se efectuó con Microsoft Excel 2021, aplicando estadística descriptiva para calcular los valores mínimos, máximos, medias y desviaciones estándar de cada parámetro hematológico. Dado que el tamaño muestral fue inferior a 120 individuos, los resultados se reportaron como valores de referencia preliminares, siguiendo las recomendaciones de la Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI C28-A3) para estudios con muestras pequeñas.

Todos los procedimientos cumplieron las normativas nacionales e internacionales sobre bienestar animal. El protocolo experimental fue aprobado por el Comité Técnico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAM (Acta N.º 04-2024),

en concordancia con las cinco libertades del bienestar animal y las directrices de la World Organisation for Animal Health (OIE). Durante la manipulación se garantizó el mínimo estrés a los individuos, y todas las actividades fueron supervisadas por personal veterinario calificado.

Resultados

El análisis hematológico realizado en quince ejemplares adultos de Ateles geoffroyi bajo cuidado humano en el ex Parque Zoológico Nacional de El Salvador permitió establecer valores promedio y rangos preliminares para los principales parámetros sanguíneos. Los resultados evidenciaron una variabilidad moderada entre individuos, sin diferencias clínicamente relevantes atribuibles al sexo o al recinto de procedencia (Tabla 1).

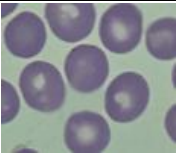
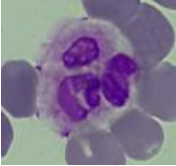
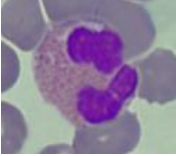
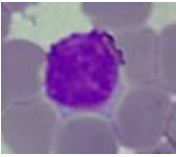
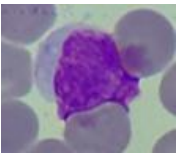
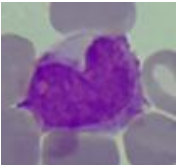
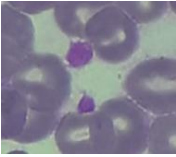
Tabla 1.
Parámetros hematológicos preliminares de Ateles geoffroyi bajo cuidado humano en El Salvador (n = 15).

Parámetros	Menor valor	Mayor valor	Promedio
Hemoglobina (g/dL)	10.4	14.6	12.29
Hematocrito (%)	30.4	66.6	39.66
Eritrocitos (x10 ⁵ /mm ³)	4.52	9.76	6.08
Plaquetas (x10 ⁵ /μl)	122	542	286.80
Leucocitos (x10 ⁵ /mm ³)	5.1	19.6	10.39
Neutrófilos (%)	0	4	1.33
Linfocitos (%)	6	73	33.60
Monocitos (%)	0	6	1.80
Eosinófilos (%)	1	14	6.33
Basófilos (%)	0	1	0.13

Nota: las unidades se reportan conforme al registro original del laboratorio. Para comparabilidad clínica, se recomienda expresar recuentos en ×10³/μL en trabajos futuros y añadir conteos absolutos del diferencial.

En términos morfológicos, las observaciones microscópicas confirmaron que los eritrocitos presentaban una forma discoidal con leve palidez central y escasa anisocitosis; las plaquetas mostraron estructura anucleada y citoplasma homogéneo; los neutrófilos exhibieron núcleos lobulados con gránulos finos; y los linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos conservaron las características típicas descritas en primates de la familia Atelidae. No se identificaron células anómalas, inclusiones intracitoplasmáticas ni alteraciones nucleares que sugirieran procesos infecciosos o deficiencias hematopoyéticas. Las características observadas coincidieron con las descripciones morfológicas reportadas en otras especies del género Ateles, lo que sugiere un perfil hematológico estable bajo las condiciones de cautiverio evaluadas. Los resultados obtenidos constituyen una base de referencia preliminar para la evaluación clínica y el monitoreo sanitario de A. geoffroyi en El Salvador. Asimismo, los datos servirán como punto de partida para estudios multicéntricos orientados a establecer intervalos de referencia formales conforme a los lineamientos internacionales de la Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI C28-A3), aplicables a poblaciones mayores y diversos contextos ecológicos.

Figura 1.
“Microfotografías representativas de células sanguíneas de Ateles geoffroyi (eritrocitos, leucocitos y plaquetas)”.

Célula sanguínea	Descripción	Imagen
Eritrocito	Célula con forma circular y con poca variabilidad de tamaño y poseen prominentes áreas pálidas en el centro.	
Neutrófilo	Célula en forma circular, abundante citoplasma granular y núcleos lobulados.	
Eosinófilo	Célula de forma circular, núcleo segmentado y de color azulado con citoplasma de color violeta.	
Basófilo	Célula de forma circular, poco contenido de citoplasma y núcleo grande y segmentado.	
Linfocito	Célula de forma circular, núcleo redondo y grande en comparación con el tamaño total de la célula y escaso citoplasma que generalmente se observa a un lado del núcleo.	
Monocito	Célula de forma circular, el núcleo tiene una forma irregular con un patrón de cromatina granular y el citoplasma es poco abundante y de un color que oscila entre gris y azul.	
Plaqueta	Células con fragmentos citoplasmáticos, discoides y anucleados.	

Discusión

Este trabajo presenta la primera caracterización sistemática en El Salvador de valores hematológicos de referencia y morfología sanguínea en *Ateles geoffroyi* bajo cuidado humano, aportando una línea de base local que complementa la evidencia mesoamericana reciente sobre la especie en contextos de manejo y conservación (1–3,5). En conjunto, los promedios de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos se ubicaron en márgenes compatibles con lo reportado para primates no humanos en cautiverio, lo que sugiere oxigenación tisular adecuada y equilibrio hematopoyético en la población evaluada (5–7). El recuento total de leucocitos mostró variación moderada con predominio linfocitario, patrón esperable en condiciones de cautiverio estable sin procesos infecciosos activos; la ausencia de anomalías morfológicas relevantes en frotis teñidos con Wright–Giemsa refuerza esta interpretación (5,10,14).

Al comparar con reportes regionales en *A. geoffroyi* bajo manejo, se observan diferencias puntuales en promedios de eritrocitos y en la distribución diferencial (por ejemplo, linfocitos, eosinófilos), coherentes con la influencia de dieta, parasitismo, microclima, estrés por cautiverio y, de forma no menor, con las metodologías analíticas y la tecnología de laboratorio empleada (analizadores y procedimientos de lectura de láminas) (3,5,11,12,14). Tales factores son conocidos moduladores de los perfiles hematológicos en primates y explican la limitada transferibilidad de valores entre recintos o países, subrayando la pertinencia de referencias locales contextualizadas para una evaluación clínica precisa (3,5–7,11,12,14). Esta necesidad se alinea con evidencia paralela sobre respuestas a perturbación antrópica en la especie, lo que refuerza la utilidad de biomarcadores fisiológicos para el seguimiento de poblaciones expuestas a gradientes de disturbio humano (2).

Desde la práctica clínica y de conservación, los valores aquí documentados apoyan el diagnóstico diferencial, la monitorización durante rehabilitación y la toma de decisiones en programas ex situ, contribuyendo a la evaluación del bienestar animal y a la gestión sanitaria de una especie amenazada en Mesoamérica (1–3,5). La fortaleza del estudio radica en la integración de cuantificación hematológica y verificación morfológica, estrategia coherente con buenas prácticas diagnósticas y con la recomendación de respaldar los resultados de contadores con revisión de extendidos, incluso en entornos con tecnología digital o semiautomatizada (11–14).

Entre las limitaciones destacan el tamaño muestral reducido ($n=15$), que impide estimar intervalos de referencia formales; la ausencia de conteos absolutos en el diferencial leucocitario; y el uso de un solo laboratorio, lo que restringe la comparabilidad interinstitucional (5,11,12,14). De cara a fases siguientes, se recomienda un diseño multicéntrico con tamaño de muestra ≥ 120 individuos y la adopción de las directrices CLSI C28-A3 para la construcción de intervalos no paramétricos, junto con la homogeneización de unidades (por ejemplo, $\times 10^3/\mu\text{L}$), la incorporación de conteos absolutos y ejercicios de armonización analítica y control de calidad (validación de analizadores y lectura digital asistida) (5,11–14).

En síntesis, los hallazgos consolidan una base de referencia nacional para *A. geoffroyi* y ofrecen herramientas aplicables a la medicina veterinaria de fauna silvestre y a la conservación de especies amenazadas. La generación de datos locales, articulada con estándares analíticos y con la evidencia regional, puede optimizar la toma de decisiones clínicas y de manejo, mejorar la vigilancia sanitaria y robustecer las estrategias de conservación en entornos sujetos a presión antrópica (1–3,5).

Conclusiones

Este estudio ofrece la primera aproximación sistemática en El Salvador a los valores hematológicos de referencia y a la morfología sanguínea de *Ateles geoffroyi* bajo cuidado humano, aportando una base local que complementa la evidencia regional previa sobre la especie y su manejo en cautiverio (3,5). Los promedios de hemoglobina, hematocrito y eritrocitos se situaron dentro de márgenes compatibles con primates no humanos, lo que sugiere adecuada oxigenación tisular y equilibrio hematopoyético en las condiciones evaluadas (5–7). La fórmula leucocitaria, con predominio linfocitario, y la ausencia de alteraciones morfológicas evidentes respaldan un estado sanitario estable en los individuos estudiados (5,10,14).

Las diferencias puntuales respecto de reportes mesoamericanos en *A. geoffroyi* son verosímiles a la luz de variación genética, dieta, microclima, parasitismo, estrés por cautiverio y metodologías analíticas, factores conocidos por modular los perfiles hematológicos y limitar comparaciones directas entre recintos o países (3,5,6). En este contexto, contar con referencias locales mejora la precisión diagnóstica y el seguimiento clínico en rehabilitación y programas ex situ, fortaleciendo la toma de decisiones veterinarias y de conservación en entornos con presión antrópica creciente (1,2,5).

Entre las limitaciones se incluyen el tamaño muestral reducido ($n=15$), que impide estimar intervalos de referencia formales, la ausencia de conteos absolutos en el diferencial leucocitario y el uso de un único laboratorio, lo cual restringe la comparabilidad interinstitucional (5,11,12). A futuro, se recomienda un muestreo multicéntrico con mayor tamaño y estandarización de unidades (por ejemplo, $\times 10^3/\mu\text{L}$), la incorporación de conteos absolutos y ejercicios de armonización analítica y control de calidad, de modo que se consoliden intervalos de referencia robustos y transferibles a nivel regional (5,11,12,14). En conjunto, los hallazgos consolidan una línea de base nacional para *A. geoffroyi* y aportan herramientas prácticas para la medicina veterinaria de fauna silvestre y la conservación de especies amenazadas en Mesoamérica (3,5).

Referencias Bibliográficas

1. Zaldaña-Orantes K, Sánchez-Trejo L, Girón-Galván L, Rodríguez ME, Nuñez G, Gutiérrez-Espeleta G. Genetic diversity of the endangered Black-Handed Spider Monkey *Ateles geoffroyi* (Primates: Atelidae) in a fragmented landscape of El Salvador. *Neotrop Primates*. 2021;27(1):1-9. <https://doi.org/10.62015/np.2021.v27.60>
2. Lawson J, Rizos G, Jasinghe D, Whitworth A, Schuller B, Banks-Leite C. Automated acoustic detection of Geoffroy's spider monkey highlights tipping points of human disturbance. *Proc R Soc B*. 2023;290(1995):20222473. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2473>
3. Brígido CDP, Salas DR, Romero AC, Lagunes RS, Ramos JLB, Montes SS, Rodríguez AE. Hematological and biochemical profile of spider monkey (*Ateles geoffroyi*) in captivity. *Agro Productividad*. 2021;14(6). <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i6.197>
4. Sac-Barrios JM, Morales-Monterroso SA. Comparison of glucose, serum iron and hemoglobin values in *Ateles geoffroyi* during dietary change. *Rev Fac Med Vet Zootec*. 2024;71(2). <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v71n2.112006>

5. De Jesús Roviroso-Hernández M, Rodríguez-Landa JF, García-Orduña F, Gazol-Patiño EA, Lagunes-Merino O, Heman-Bozadas P, Aguilar-Tirado ADLA. Hematologic reference intervals for spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in managed care with respect to sex and age. *J Zoo Wildl Med.* 2022;53(1):214-221. <https://doi.org/10.1638/2018-0128>
6. Sharma P, Chennareddi L, Greene-Hartsfield EZ, Villinger F, Cohen JK, Herndon JG. Hematology and serum chemistry values of sooty mangabeys (*Cercocebus atys*): comparison with rhesus monkeys. *J Med Primatol.* 2014;43(2):78-88. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1957-4_7
7. Ange-van Heugten K, Verstegen M, Ferket PR, Stoskopf M, van Heugten E. Serum chemistry concentrations of captive woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*). *Zoo Biol.* 2008;27(3):188-199. <https://doi.org/10.1002/zoo.20176>
8. Özdil F, Bulut H, Işık R. Genetic diversity of κ -casein (CSN3) and lactoferrin (LTF) genes in the endangered Turkish donkey (*Equus asinus*) populations. *Arch Anim Breed.* 2019;62(1):77-82. <https://doi.org/10.5194/aab-62-77-2019>
9. Narmuratova Z, Hentati F, Girardet JM, Narmuratova M, Cakir-Kiefer C. Equine lactoferrin: antioxidant properties related to divalent metal chelation. *LWT.* 2022;161:113426. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113426>
10. Hernández-Guzmán J, Peraza-Gómez V, Pérez-De la Cruz M, Torres-De la Cruz M, Uscanga-Martínez A, Arias-Rodríguez L. Técnica para estudiar las células sanguíneas en *Trachemys venusta venusta*, *Staurotypus triporcatus* y *Rhinoclemmys areolata*. *Ecosist Recur Agropecu.* 2025;12(1). <https://doi.org/10.19136/era.a12n1.4103>
11. Zelmer KLC, Bauer N, Moritz A. Evaluation of the scil vCell 5, a novel laser- and impedance-based point-of-care hematology analyzer, for use in dogs and cats. *J Vet Diagn Invest.* 2022;34(3):504-517. <https://doi.org/10.1177/10406387221083621>
12. Weissenbacher S, Riond B, Hofmann-Lehmann R, Lutz H. Evaluation of a novel haematology analyser for use with feline blood. *Vet J.* 2011;187(3):381-387. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.01.005>
13. Marahrens H, Freise F, Kiene F, Ganter M, Wagener MG. Results of digitised blood smear differentiations by veterinary students using item analysis. *Sci Rep.* 2025;15(1):5947. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84881-4>
14. Kweon OJ, Lim YK, Lee MK, Kim HR. Red and white blood cell morphology characterization and hands-on time analysis by the digital cell imaging analyzer DI-60. *PLoS One.* 2022;17(4):e0267638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267638>