



## Detección de habronemosis cutánea y su tratamiento en équidos de trabajo de una comunidad rural de Oaxaca, México

Carlos Hernández López<sup>1</sup> , Brayan Enoch Guerrero Tello<sup>2</sup> , Obed J. García Cortés<sup>3</sup> 

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Querétaro, México.

### Detection of cutaneous habronemosis and its treatment in working equids of a rural community in Oaxaca, Mexico

**Abstract.** The objective of this study was to provide information on the presence, diagnosis, and treatment of cutaneous habronemosis in horses and working donkeys belonging to the municipality of Santiago Apostol, Oaxaca, Mexico. Clinical findings and histopathology tests were used to determine the presence of this parasitism. Samples were obtained from 21 animals (2 horses, 2 mares, 7 male donkeys, and 10 female donkeys) from which one or two biopsies were taken depending on the area and extension of the lesion. In addition, the effect of two similar treatments based on oral ivermectin was tested, which were supplemented with dexamethasone and two different topical treatments (treatment 1: dimethyl sulfoxide + coumaphos 3% and treatment 2: generic antiseptic + coumaphos 3%). For the statistical analysis of the recovery of the animals according to the effects of the treatment, location, and severity of the lesion, a logistic regression model of SAS® was used. The main lesions were observed in the locomotor extremities 52% (11/21) and in the face 38% (8/21) with no difference between species ( $P>0.05$ ). In addition, all horses evaluated presented lesions located only on the face. All the cases the samples evaluated presented histologically pyogranulomatous and ulcerative dermatitis, in addition to identifying the presence of the parasite *Habronema spp.* in two samples. The definitive diagnosis of equine cutaneous habronemosis (HCE) was established based on clinical characteristics and histopathological findings. Likewise, it was observed that both treatments were effective, with no difference between treatments, location, and severity of the lesion ( $P>0.05$ ), achieving full recovery of 95% of the animals in a period of 25 to 60 days. Finally, the presence of cutaneous habronemosis in working equids in the municipality of Santiago Apostol was confirmed.

**Keywords:** Cutaneous habronemosis, horses, donkeys, histopathology, working equids

**Resumen.** El objetivo del presente estudio fue aportar información sobre la presencia, el diagnóstico y tratamiento de la habronemosis cutánea en caballos y burros de trabajo pertenecientes al municipio de Santiago Apóstol, Oaxaca, México. Para determinar la presencia de esta parasitosis se utilizaron los hallazgos clínicos y pruebas de histopatología. Las muestras se obtuvieron de 21 animales (2 caballos, 2 yeguas, 7 burros y 10 burras) de los cuales se tomó una o dos biopsias dependiendo del área y extensión de la lesión. Además, se probó el efecto de dos tratamientos similares a base de ivermectina oral, que fueron complementados por dexametasona y dos tratamientos tópicos diferentes (tratamiento 1: Dimetilsulfoxido + coumaphos 3% y tratamiento 2: cicatrizante genérico + coumaphos 3%). Para el análisis estadístico de la recuperación de los animales de acuerdo a los efectos de tratamiento, ubicación y gravedad de la lesión, se utilizó un modelo de regresión logística de SAS®. Las lesiones principales se observaron en los miembros locomotores 52% (11/21) y en la cara 38% (8/21) sin diferencia entre especies ( $P>0.05$ ). Además, se observó que todos los caballos que fueron evaluados, sus lesiones se localizaban únicamente en la cara. Todos los casos evaluados presentaron histológicamente dermatitis piogranulomatosa y ulcerativa, además de identificarse en dos muestras la

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia: [carl\\_oz@live.com](mailto:carl_oz@live.com) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Querétaro, México.

<sup>2</sup>Clínica privada de equinos.

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. México.

presencia del parásito *Habronema spp.* El diagnóstico definitivo de la habronemosis cutánea equina (HCE) se estableció con base a las características clínicas y los hallazgos histopatológicos. Así mismo, se observó que ambos tratamientos fueron efectivos, sin diferencia entre tratamientos, ubicación y gravedad de la lesión ( $P>0.05$ ), lográndose la recuperación total del 95% de los animales en un lapso de 25 a 60 días. Finalmente, se confirmó la presencia de animales con HCE en el municipio de Santiago Apóstol.

**Palabras clave:** Habronemosis cutánea, caballos, burros, histopatología, équidos de trabajo

## Detecção de habronemose cutânea e seu tratamento em equídeos trabalhadores de uma comunidade rural em Oaxaca, México

**Resumo.** O objetivo deste estudo foi fornecer informações sobre a presença, diagnóstico e tratamento da habronemose cutânea em cavalos e burros de trabalho pertencentes ao município de Santiago Apóstol, Oaxaca, México. Achados clínicos e exames histopatológicos foram utilizados para determinar a presença desse parasitismo. Foram obtidas amostras de 21 animais (2 cavalos, 2 éguas, 7 burros e 10 burros) dos quais foram feitas uma ou duas biópsias dependendo da área e extensão da lesão. Além disso, foi testado o efeito de dois tratamentos semelhantes à base de ivermectina oral, que foram complementados por dexametasona e dois tratamentos tópicos diferentes (tratamento 1: Dimetil sulfoxido + cumafos 3% e tratamento 2: curativo genérico + cumafos 3%). Para a análise estatística da recuperação dos animais de acordo com os efeitos do tratamento, localização e gravidade da lesão, foi utilizado um modelo de regressão logística do SAS®. As principais lesões foram observadas nos membros locomotores 52% (11/21) e na face 38% (8/21) sem diferença entre as espécies ( $P>0,05$ ). Além disso, observou-se que todos os cavalos avaliados apresentavam lesões localizadas apenas na face. Todos os casos avaliados apresentavam histologicamente dermatite piogralunomatosa e ulcerativa, além de identificar a presença do parasita *Habronema spp.* em duas amostras. O diagnóstico definitivo de habronemose cutânea equina (HCE) foi estabelecido com base nas características clínicas e achados histopatológicos. Da mesma forma, observou-se que ambos os tratamentos foram eficazes, não havendo diferença entre os tratamentos, localização e severidade da lesão ( $P>0,05$ ), alcançando a recuperação total de 95% dos animais em um período de 25 a 60 dias. Por fim, foi confirmada a presença de animais com HCE no município de Santiago Apóstol.

**Palavras-chave:** Habronemose cutânea, cavalos, burros, histopatologia, equídeos de trabalho

## Introducción

A lo largo de la historia el caballo ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo de los asentamientos humanos, ya que a su llegada se produjo un cambio tecnológico en la vida del hombre, siendo utilizado ampliamente para el trabajo y como medio de transporte. De acuerdo con el INEGI (2007), reporta que en México existen 2,143,934 équidos. A nivel estatal, Oaxaca cuenta con una población équida de 131,298 animales (caballos, mulas y asnos) en donde estos animales aun hoy en día tienen una relevante importancia en zonas rurales, ya que los agricultores dependen de los équidos hasta en un 62% para realizar las labores del campo y como medio de transporte en lugares de difícil acceso.

Uno de los principales problemas que afectan directamente la salud de los équidos en zonas rurales son las parasitosis. Una de las más importantes es la habronemosis, la cual es causada por *Habronema muscae*, *H. microstoma* y *Draschia megastoma*, cuyas etapas adultas se encuentran en la mucosa y submucosa del estómago de los equinos (Buzzell *et al.*, 2011). Su ciclo biológico es indirecto, ya que requiere de un hospedador

intermediario (*Musca domestica* y *Stomoxys calcitrans*), los huevos fértiles del parásito son excretados junto con las heces para después ser ingeridos por la larva de la mosca, mientras se desarrollan, simultáneamente el nematodo alcanza el tercer estado larvario (L3) y finalmente la mosca adulta deposita la L3 cerca de la boca o es ingerida junto con ella para finalizar su ciclo en el estómago equino (Pugh *et al.*, 2014). Cuando la mosca deposita la L3 en alguna herida, se desarrolla la HCE, la cual es la forma más frecuente del ciclo errático (Cardona-Álvarez *et al.*, 2017), seguida por la ocular-conjuntival y la pulmonar (Schuster *et al.*, 2010). Esta presentación errática denominada HCE, es también conocida como herida de verano, caracterizada por provocar una dermatitis con abundante tejido de granulación y prurito excesivo, perjudicando la calidad de vida del animal. Con base en un censo realizado por la organización World Horse Welfare en el 2018, se registró un total de 200 equinos en la comunidad de Santiago Apóstol. De esta población de animales, se observó que un alto porcentaje presentaba heridas sin cicatrizar en diferentes partes del cuerpo, de recurrencia anual y que nunca habían sido diagnosticadas, ni tratadas formalmente.

Por tal motivo, la finalidad del presente estudio fue evaluar la presencia de la HCE por medio de análisis de biopsias de los équidos de trabajo en una comunidad rural de Oaxaca, así mismo poder evaluar la eficacia de dos tratamientos para la HCE de acuerdo a la zona y gravedad de la lesión, generar conocimientos para la

prevención y el control de esta parasitosis. Se plantearon las hipótesis: 1) existe la presencia de HCE en animales de trabajo en la comunidad de Santiago Apóstol y 2) los dos tratamientos tienen el mismo efecto curativo en los animales con HCE sin importar la especie, la gravedad o la zona de las lesiones.

## Materiales y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Santiago Apóstol, Ocotlán. Dicha comunidad forma parte de la región de Valles Centrales en el Estado de Oaxaca. Se localiza en la parte central del estado, en las coordenadas 16°48' de latitud norte y 96°43' de longitud oeste, a una altura de 1,470 metros sobre el nivel del mar. El clima que predomina es semi-cálido con una temperatura media anual que va desde los 18°C hasta 32°C. La temporada de lluvia dura 7.3 meses (abril-noviembre), en el cual el mes con mayor precipitación es junio con un promedio registrado de 157 mm.

Se utilizaron 21 équidos de trabajo: 4 caballos (*Equus ferus caballus*) 2 hembras y 2 machos; 17 burros (*Equus africanus asinus*) 10 hembras y 7 machos. Los caballos tenían rango de edad de 4 a 12 años y un peso promedio de  $251,5 \pm 67$  kg, los burros tenían un rango de edad de 3 a 19 años y peso promedio de  $143.6 \pm 20$  kg. El peso de los animales fue estimado por medio de una cinta zoométrica específica para équidos. Todos los animales incluidos en el presente estudio presentaban lesiones cutáneas sin cicatrizar y ulcerativas, misma que estaba cubierta por una costra serocelular, con presencia de tejido granulomatoso y sin haber recibido desparasitante por lo menos 6 meses atrás. Los animales se agruparon de acuerdo al grado de extensión y gravedad de la lesión: leve (lesiones menores a 2 cm<sup>2</sup>), moderado (lesiones de 2-4 cm<sup>2</sup>) y severo (lesiones mayores a 4 cm<sup>2</sup>). Así mismo se agruparon de acuerdo a la zona de la lesión (cara, miembros locomotores o ambas). En todos los animales incluidos, se les realizó una exploración física detallada, asimismo se elaboró una historia clínica y un registro e identificación, los cuales se almacenaron en una base de datos de Excel. Los dueños de los animales firmaron una carta de consentimiento para realizar el procedimiento quirúrgico y las muestras fueron obtenidas sin causar dolor o estrés innecesario, todo el manejo y trato de los animales fue bajo el estricto cumplimiento de la Declaración Universal de los Derechos del Animal del CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences). Además de acatar la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999). Las biopsias fueron tomadas de las lesiones con una previa sedación (Xilacina 10% Procin equus®), se utilizó bisturí y material de cirugía previamente esterilizado, tratando de

tomar la mayor cantidad posible de tejido granulomatoso. Las muestras se fijaron en frascos con formalina al 10% y se anotó en una etiqueta la información del animal al que pertenecía. El procesamiento, la tinción (Hematoxilina-Eosina, H-E) y el análisis de las biopsias se realizó en el Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Se diseñaron dos tipos de tratamientos, los cuales fueron asignados de manera aleatoria a cada animal:

**Tratamiento 1 (TRT 1):** Dos aplicaciones de ivermectina oral 200 µg/kg (Volgenest, 2012), con 3 semanas de separación entre aplicación. Seguido de la aplicación tópica diaria de dimetil sulfoxido 97% DMSO® gel Neogen + Coumaphos 3% Negasunt® polvo Bayer. La mezcla resultante de ambos compuestos se vertió en goteros de 20ml para facilitar su aplicación 2 veces al día en las lesiones de los animales hasta su completa recuperación.

**Tratamiento 2 (TRT 2):** Dos aplicaciones de ivermectina oral 200 µg/kg (Vogelnest, 2012) + prazicuantel 1.5 mg/kg, con 3 semanas de separación entre aplicación. Seguido de la aplicación tópica diaria de cicatrizante comercial (sulfato de cobre, ácido cítrico, alcohol etílico, fenol y alcanfor) 97% + Coumaphos 3% (Negasunt® Bayer). La mezcla resultante se vertió en atomizadores de 120 ml para facilitar su aplicación 2 veces al día en las lesiones de los animales hasta su completa recuperación. En ambos tratamientos se aplicó una dosis única de dexametasona Aline Depot® (5mg/animal vía intramuscular) en casos con inflamación y cada vez que fue necesario se utilizaron vendas para cubrir las heridas de las extremidades de los animales.

Se realizó el análisis de los datos recolectados y obtuvo la estadística descriptiva de todas las variables evaluadas, utilizando el programa SAS®. Se diseñó un análisis de regresión logística, en el cual se incluyó una variable de respuesta binaria (1= animales curados y 0= animales no curados) sobre las variables independientes; tratamientos (2 tratamientos con ivermectina y tratamiento tópico; TRT1 y TRT2), gravedad de la lesión (leve, moderado y severo) y ubicación de la lesión (cara, miembros locomotores o ambos).

Resultados

Los signos clínicos observados y las características anatomopatológicas de las lesiones y los resultados histopatológicos respaldaron el diagnostico positivo de HCE en los 21 animales. Las variables como la especie, sexo, edad y peso no tuvieron efecto con respecto a la resolución de la HCE ( $P > 0.05$ ). De igual forma la ubicación y la gravedad de las lesiones no fueron diferentes entre especies ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 1.** Frecuencias correspondientes a las variables independientes y niveles de significancia de acuerdo a la especie y la resolución de la enfermedad.

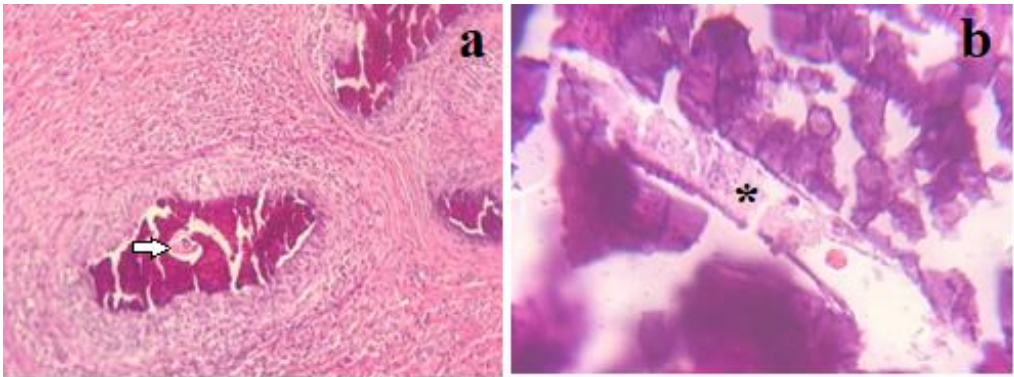
Variable	Especie		Total	P >	Curado		No curado <sup>§</sup>		Total	P >
	Caballo	Burro			Caballo	Burro	Caballo	Burro		
Ubicación				0.05						0.05
Cara	4	4	8		4	1	-	1	6	
Miembros <sup>†</sup>	-	11	11		-	10	-	-	10	
Cara y Miembros	-	2	2		-	3	-	-	3	
Total	4	17	21*		4	14	-	1	19	
Gravedad				0.05						0.05
Leve	2	2	4		2	2	-	-	4	
Moderado	1	8	9		1	6	-	-	7	
Severo	1	7	8		1	6	-	1	8	
Total	4	17	21*		4	14	-	1	19	
Tratamiento				0.05						0.05
TRT 1	3	5	8		3	5	-	-	8	
TRT 2	1	10	11		1	9	-	1	11	
Total	4	15	19		4	14	-	1	19	

<sup>†</sup> Miembros: incluye tanto miembros anteriores como posteriores. <sup>§</sup> Animales no curados en un lapso de tratamiento de 25 a 60 días.

\* dos animales salieron del experimento porque fueron vendidos antes de que les fuera asignado un tratamiento, mismos que no fueron incluidos en análisis posteriores.

De acuerdo a la descripción histológica de las biopsias, en todas las muestras se observó tejido ulcerado, cubierto por detritus celulares, eritrocitos y material fibrilar. Multifocalmente se apreció, eosinófilos, escasos neutrófilos, depósitos de material basófilico granular (compatible con calcio) y al centro de dichas lesiones de dos biopsias se encontraron estructuras parasitarias (Figura 1).

Morfológicamente se registró, dermatitis piogranu-lomatosa y ulcerativa grave multifocal coalescente. Las estructuras parasitarias eosinofílicas con larvas de *Habronema spp* únicamente se encontraron en las biopsias de dos animales. Ambos tratamientos tanto TRT 1 como TRT 2 mostraron el mismo efecto curativo en animales tratados en un periodo de tiempo de 25 a 60 días ( $P > 0.05$ ),



**Figura 1.** Fotomicrografías de corte histológico de piel (tinción H y E), cuya dermis superficial y profunda exhiben tejido conectivo, eosinófilos, depósitos de material basófilico granular y al centro de las lesiones se aprecian estructuras parasitarias en corte transversal (flecha, sección a; aumento 20x) y longitudinal caracterizadas por una cutícula eosinofílica (asterisco, sección b; aumento 100x).



lográndose la recuperación del 95% del total de los animales. Así mismo, no hubo diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento y la zona, ni la gravedad de las lesiones sobre la recuperación de los

animales. Sin embargo, aunque no hubo diferencia estadística, se observó que los animales que presentaron lesiones en la cara tardaron 30 días más para recuperarse.

## Discusión

El rango de edad de los animales positivos a HCE en el presente trabajo fue de 3 a 19 años. Así mismo, un grupo de investigadores notaron que la presentación de la HCE se puede dar en cualquier etapa de la vida de los animales (Slivinska *et al.*, 2016). El diagnóstico temprano de la HCE se vuelve muy complicado debido a que deben ser considerados muchos diagnósticos diferenciales como neoplasias, granulomas bacterianos y la pitiosis equina (Jun-Watanabe *et al.*, 2015). Una de las mejores técnicas complementarias para lograr el diagnóstico definitivo de la HCE es la histopatología, aunque la selección del sitio, la profundidad y el número de secciones evaluadas al momento de tomar las biopsias, puede ser parte de la causa por la cual es difícil identificar larvas de *Habronema spp.* en el tejido. Así mismo, las lesiones clínicamente compatibles con HCE no siempre puede contener evidencia histológica de nematodos (Schaffer *et al.*, 2013) y en la mayoría de casos, si no se cuenta con información adicional (historia clínica), la lesión inflamatoria es histológicamente inespecífica o simplemente no es posible ser diagnosticada. En el presente estudio el 52% (11/21) de los animales presentaron lesiones en los miembros locomotores, 38 % (8/21) en la cara y el 10% (2/21) tanto en la cara como en extremidades, sin diferencia entre especies ( $P > 0.05$ ). De manera similar, Cardona *et al.* (2017), observaron en caballos de raza Criollo Colombiano, que el 35% de los animales evaluados presentaban lesiones en los miembros locomotores, el 25% en la cabeza, 20% en la región genital. En un estudio realizado en Brasil, el 53% de los animales presentaron lesiones en la cabeza, 22% en los miembros y el 25% restante las presentaron en múltiples zonas del cuerpo (Pessoa *et al.*, 2014). Se ha observado, que los sitios con mayores posibilidades de ser afectados por la HCE comúnmente son donde el animal no puede remover las moscas por sí mismo. Las características de las lesiones observadas a nivel macroscópico tanto de caballos como de burros, fueron parecidas a las presentadas en diversos estudios (Salant *et al.*, 2021; Cardona *et al.*, 2017). Así mismo, se observó que todos los animales tuvieron signos clínicos consistentes e históricos de la enfermedad, además de haberse corroborado por histopatología la presencia de dermatitis difusa rica en eosinófilos, áreas de necrosis y material calcificado. Sin embargo, solo se pudo observar la presencia de la larva de *Habronema spp.* en dos biopsias.

Una de las explicaciones de no haber encontrado al parásito en la mayoría de las biopsias, se puede atribuir a la cronicidad de las lesiones, ya que antes de iniciar el estudio el rango de persistencia de las heridas era de 3 hasta 24 meses. Por otra parte, se sabe que las larvas infectantes de *Habronema spp.* no permanecen viables por más de un mes en las heridas y después de esto solo puede quedar evidencia de hipersensibilidad inmune, necrosis y ulceración recurrente de las lesiones (Waddell, 1969).

Existen múltiples reportes sobre el tratamiento de la HCE (Barlaam *et al.*, 2020) algunos de los cuales incluyen el uso de antiinflamatorios y antihelmínticos eliminar tanto a las larvas intradermales como a los parásitos adultos localizados en el estómago. Se ha demostrado que la eficacia de la ivermectina a una dosis e 200µg por vía oral en caballos tiene una eficacia mayor al 90% contra *Habronema muscae* y la aplicación de ivermectina (200µg) + prazicuantel (2.5mg) logró un 100% de eficacia (Felippelli *et al.* 2015). Así mismo, la eficacia obtenida en el presente estudio fue del 95% ya que el 5% restante correspondiente a un animal con lesiones severas, el cual no se recuperó en el lapso de 25 a 60 días. También se observó que el uso de vendas en las extremidades y el uso de las máscaras contra moscas simultáneamente con el tratamiento tópico favoreció en gran medida a la recuperación de las heridas.

De acuerdo a la literatura consultada, existen escasos trabajos que han evaluado su prevalencia de la HCE o simplemente han sido reportes de casos aislados (Amininajafi *et al.*, 2014), esto debido a las limitantes clínicas para su diagnóstico. Por su parte, Assis-Brasil *et al.* (2015) en el sureste brasileño, observaron una prevalencia de 4.6% de HCE, mientras que en el noreste de Brasil obtuvieron una prevalencia del 7.38% (Pessoa *et al.*, 2014). En el presente estudio, aunque no fue posible evaluar la población total de équidos, se generó valiosa información que podría servir como base para la realización de futuras investigaciones con una mayor cantidad de animales y así poder estimar la prevalencia e incidencia de la HCE en équidos de trabajo, que en la mayoría de las comunidades estos animales no son tomados en cuenta y no reciben ningún tipo de atención.

## Conclusión

Se concluye que los dos tratamientos a base de ivermectina complementados con tratamiento tópico son eficaces para curar la HCE en un lapso de 25 a 60 días, sin importar la especie, la ubicación ni la gravedad de las lesiones. Así mismo, se confirmó la presencia de la HCE en animales de trabajo del municipio de Santiago Apóstol. Aunque es necesario seguir investigando y realizar un

estudio con un mayor número de muestras para poder hacer inferencias más cercanas a la situación real de la enfermedad en la zona y a nivel nacional y de esta forma generar herramientas eficaces para poder establecer tratamientos, programas de prevención y control de dicha parasitosis

## Agradecimientos

Este trabajo fue financiado completamente por la World Horse Welfare. Así mismo, se agradece la participación y colaboración de todos los propietarios de équidos de

trabajo del municipio de Santiago Apóstol, Ocotlán, Oaxaca, que participaron en el presente estudio.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés

## Literatura Citada

- Amininajafi, F., M. M. Reza, A. Hosseini, R. Fattahi, M. Taghizadeh, and S. Hasanzadeh. 2014. Histopathological features of cutaneous and gastric habronemiasis in horse. *Journal of Parasitology Disease*, 1-3. <https://doi.org/10.1007%2Fs12639-014-0611-7>
- Assis-Brasil, N., C. Marcolongo-Pereira, A. Stigger, L. Fiss, B. Santos, A. Coelho, E. Viégas-Sallis, C. Gevehr-Fernande, and A. Schild A. 2015. Equine dermatopathies in southern Brazil: a study of 710 cases. *Ciën Rural Santa Maria*, 45:519-524. <https://www.redalyc.org/pdf/331/33138344022.pdf>
- Barlaam, A., D. Traversa, R. Papini, and A. Giangaspero. 2020. Habronematidosis in Equids: Current Status, Advances, Future Challenges. *Frontiers in Veterinary Science*, 7:1-8. <https://doi.org/10.3389%2Ffvets.2020.00358>
- Buzzell, G., S. Tariq, D. Traversa, and R. Schuster. 2011. Morphology of the infective larval stage of the equid parasite *Habronema muscae* (*Spirurida: Habronematidae*), from houseflies (*Musca domestica*). *Parasitology Research*, 108:629-632. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2106-5>
- Cardona, A. J., V. D. Montes, and A. I. Jiménez. 2017. Habronemosis cutánea equina en caballos criollo colombiano (*Equus ferus caballus*) del departamento de córdoba, Colombia. *FCV-LUZ* 27:87-94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95951040004>
- Felippelli, G., B. C. Cruz, L. V. C. Gomes, and W. D. Z. Lopes, W. F. P. Teixeira, A. J. Costa da. 2015. Susceptibility of helminth species from horses against different chemical compounds in Brazil. *Veterinary Parasitology*, 212:232-238. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.07.041>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. [internet]. [consultado 21 Ene 2022]. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/tabulados/Tabulado\\_VIII\\_CAGyF\\_75.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/tabulados/Tabulado_VIII_CAGyF_75.pdf)
- Jun Watanabe, M., A. J. de Moura, A. A. L. Garcia, Y. A. L. Miluzzi, B. S. de Moraes Gimenes, C. A. Rodrigues, and C. A. Hussni. 2015. Equine pythiosis: Report of 28 cases from São Paulo State, Brazil *Semina. Ciências Agrárias*, 36:909-915. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744147050.pdf>
- Pessoa, A., C. Pessoa, A. Dantas, and F. C. Riet. 2014. Doenças de pele em equídeos no semiárido brasileiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34:743-748. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000800006>
- Pugh, D. G., X. P. Hu, and B. Blagburn. 2014. Habronemiasis: biology, signs, and diagnosis, and treatment and prevention of the nematodes and vector flies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34:241-248. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.06.004>
- Salant, H., A. Rojas, D. Yardeny, O. Brenner, G. Schwartz, G. Baneth, and E. Dvir. 2021. Cutaneous habronemosis in horses: First molecular characterization of *Habronema muscae* in Israel. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 75, 101608. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101608>
- Schaffer, P. A., B. Wobeser, M. D. Michelle, and G. C. Duncan. 2013. Non-neoplastic lesions of equine skin in the central United States and Canada: A retrospective study. *Canadian Veterinary Journal*, 54:262-266. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc3573632/>

- Schuster, R., S. Sivakumara, J. Kinne, H. Babiker, D. Traversa, and G. Buzzell. 2010. Cutaneous and pulmonal habronemosis transmitted by *Musca domestica* in a stable in the United Arab Emirate. *Veterinary Parasitology*, 174:170-174. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.07.018>
- Slivinska, K., V. Kharchenko, Z. Wróblewski, J. Gawor, and T. Kuzmina. 2016. Parasitological survey of Polish primitive horses (*Equus caballus* gmelini Ant.): influence of age, sex and management strategies on the parasite community. *Helminthologia*, 53:233-242. <https://doi.org/10.1515/helmin-2016-0023>
- Vogelnest, L. J. 2012. Dermatology. *Equine Medicine, Surgery and Reproduction*. Pp. 261-282. <https://www.elsevier.com/books/equine-medicine-surgery-and-reproduction/mair/978-0-7020-2801-4>
- Waddell, A. H. 1969. A survey of Habronema spp. and the identification of third-stage larvae of Habronema megastoma and Habronema muscae in section. *Austral Veterinary Journal*, 45:20-21. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1969.tb01860.x>