

La deformación del borde dorsal del cuello y la influencia del ambiente

Morales Briceño, A.¹, Méndez Angulo, J.L.², Méndez Sánchez, A.¹, Pérez Arévalo, J.¹

Resumen. El objetivo de este estudio fue estimar el efecto de algunos factores ambientales seleccionados sobre la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura. Se realizaron visitas e inspección a 186 explotaciones de Andalucía y Extremadura. Se caracterizó el grado de deformación del cuello, diámetro del cuello, largo del cuello, peso, actividad atlética, comunidad autónoma, alimentación, manejo e instalaciones. Se realizó un análisis estadístico descriptivo y se estimó el coeficiente de correlación entre el grado de deformidad y los factores ambientales. Se estudiaron a un total de 4651 caballos. La deformación del borde dorsal del cuello, se observó en 409 caballos (8,8%). El porcentaje de caballos que presentó deformidad adiposa cervical dorsal en Andalucía y Extremadura fue del 73% y del 27% respectivamente. El 54% de los caballos se encontraban en una explotación con un sistema tradicional, mientras que el 46% eran manejados por un sistema tecnificado. La alimentación exclusiva a base de pienso concentrado se observó en 19% de las explotaciones, mientras que a base solo de forraje un 42%, y la alimentación combinada pienso y forraje en un 39%. El grado de deformidad en relación a la alimentación exclusiva con pienso mostró un nivel de correlación de 0,058. Estos resultados indican que la alimentación a base de pienso, comederos con una altura de entre 100-160cm, y la baja actividad atlética no presentan una alta asociación al desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello. En conclusión, los resultados evidencian que el ambiente puede influir de manera directa sobre la deformación del borde dorsal del cuello.

Palabras claves: ambiente; cuello; cresta.

Abstract. The objective of this study was to estimate the effect of selected environmental factors on the deformation of the dorsal border of the neck in horses in Andalucía and Extremadura. 186 farms located in Andalucía and Extremadura were selected. The degree of deformation of the neck, neck diameter, neck length, horse weight, athletic activity, place, feeding, handling and facilities were characterized. A descriptive statistical analysis was performed and the correlation coefficient between the degree of deformity and the environmental factors was estimated. A total of 4651 horses were studied. The deformation of the dorsal border of the neck was observed in 409 horses (8,79%). A greater number of horses with dorsal cervical deformity was observed in Andalucía (73%), than in Extremadura (27%). 54% of the horses were stabulated in a traditional system, while 46% were managed by a technified system. The alimentation protocol based exclusively on concentrated feed was observed in 19% of the farms, based on forage only 42%, and the combined concentrated feed and forage was found in 39% of the farms. The degree of deformity in relation to the exclusive feeding with feed showed a correlation level of 0,058. These results indicate that feed based on feed, feeders with an altarae of 100-160 cm, and the low activity may not have an association with the development of the deformation of the dorsal border of the neck. In conclusion the results show that the environment can directly influence the deformation of the dorsal border of the neck.

Keywords: cresty; environmental; neck.

1. Introducción

La deformación del borde dorsal del cuello (cresty neck), es una condición que se puede presentar en caballos de Pura Raza Española, Lusitanos, algunos cruces, así como en burros y mulas.

Esta deformación, conocida como cuello de gato, es una excesiva acumulación adiposa reportada con una incidencia del 8,89% en caballos Pura Raza Española (Sánchez *et al.*, 2017). Múltiples factores han sido asociados a esta condición. El cuello de gato ha sido asociado a la condición de

¹ Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas. Edificio de Sanidad Animal, Campus de Rabanales Ctra. de Madrid km 396, 14071, Córdoba Universidad de Córdoba, España.

² Hospital Equino de Aznalcóllar, Sevilla, España.
Email: aamorales13@gmail.com

obesidad, lipomatosis y a caballos que sufren de síndrome metabólico equino (EMS) (Morgan *et al.*, 2015), además de tener un posible origen genético con una heredabilidad moderada (Sánchez *et al.*, 2017). La repercusión de la deformación del borde dorsal del cuello más importante corresponde a la descalificación o imposibilidad de inclusión del individuo en el libro genealógico de la raza, representando una gran depreciación individual, así como en su descendencia.

La expresión de los genes en un organismo puede ser influenciada por el medio ambiente, incluyendo factores externos (e.g. lugar en el que se encuentra o se desarrolla el organismo), así como factores internos del organismo (e.g. niveles hormonales, metabolismo, etc). Por ello, el ambiente representa la combinación de todos los factores externos e internos que pueden afectar la expresión genética (Lobo, 2008). Una de las principales influencias ambientales internas que afecta la expresión génica es el género, como es el caso de los rasgos sexuales y de sexo limitado. Del mismo modo, los fármacos, los productos químicos, la temperatura y la luz están entre los factores ambientales externos que pueden determinar un fenotipo, influyendo así en el desarrollo y el correcto funcionamiento de un organismo (Lobo, 2008). Entre los factores ambientales externos, se puede considerar la alimentación (a base de concentrado, forraje o ambos), manejo (tradicional o tecnificado), el ejercicio (intensidad: alta, baja o moderada), disciplina ecuestre, la infraestructura del establo (espacio y altura), accesibilidad de los comederos, etc. En relación a la deformación

del borde dorsal del cuello, en trabajos previos no ha sido considerada la influencia del ambiente. Por ello, el objetivo de este estudio fue estimar el efecto de algunos factores ambientales seleccionados sobre la deformación del borde dorsal del cuello en caballos de distintas razas en Andalucía y Extremadura.

2. Material y métodos

La población fue estimada de acuerdo al último censo publicado que reporta un total de 71.068 explotaciones de Andalucía y 19.162 explotaciones de Extremadura, así como una población de caballos de 257.633 y 42.333, respectivamente (Revuelta, 2013). Así, el tamaño de la muestra estimado fue de 2379 caballos para Andalucía (IC: 2, Nivel de confianza 95%) y de 2272 caballos para Extremadura (IC: 2, Nivel de confianza de 95%), lo que representa un 1% (1%) y 5,36% de la población de cada comunidad Autónoma en estudio, respectivamente. La información y datos fueron obtenidos mediante visitas a las explotaciones (Total de explotaciones: Andalucía: 100/71068, 0,14% y Extremadura: 86/19162, 0,44%) y evaluaciones *in situ* de cada una de las explotaciones durante los años 2014-2016.

El grado de deformación del cuello se caracterizó de acuerdo a una escala del 0 al 5 previamente aplicada en varios estudios (Frank *et al.*, 2006; Carter *et al.*, 2009; Díez de Castro *et al.*, 2012; Morales *et al.*, 2015):

GRADO	CARACTERÍSTICAS
0	No hay apariencia visual de cresta (Tejido sobre el ligamento de la nuca). No hay cresta palpable.
1	No hay apariencia visual de cresta pero se puede palpar un ligero depósito adiposo.
2	Cresta apreciable visualmente, pero el depósito graso se deposita equitativamente desde la nuca a la cruz. La cresta cabe en una mano y se inclina de un lado a otro.
3	Cresta engrosada y más grande. La grasa se deposita mayoritariamente en el medio del cuello dando una apariencia de montículo. La cresta cabe en una mano y empieza a perder flexibilidad hacia los lados.
4	Cresta muy grande y engrosada que no cabe en una mano o se mueve fácilmente de un lado a otro. La cresta puede tener arrugas o pliegues perpendiculares a la línea superior.
5	La cresta es tan grande que se cae permanentemente hacia un lado

A parte, se recogieron datos sobre diámetro del cuello, largo del cuello, peso, actividad atlética (baja [sin actividad física o entrenamiento], media [con actividad física 2 veces por semana/2 horas por día], alta [con actividad física con alta intensidad mínima 1 hora

diaria]), localización geográfica (Andalucía o Extremadura) y tipo de alimentación (pienso, forraje o ambos), tipo de manejo (tradicional o extensivo), box, así como mediciones de las instalaciones, incluyendo la altura de los comederos y comederos.

Se realizó un análisis estadístico de correlación y un cálculo de Intervalo de Confianza de razón de Probabilidades para Tabla de Contingencias 2x2, para las variables deformidad del borde dorsal del cuello, manejo (tradicional-pastoreo/tecnificado-estabulado), tipo de alimentación y actividad atlética (ejercicio de baja, moderada y alta intensidad).

3. Resultados

Se estudiaron un total de 4651 caballos (*Eqqus caballus*), en las Comunidades de Andalucía

(2379/4651) y Extremadura (2272/4651). Las razas consideradas fueron: Pura Raza Española (1481/4651), Cruzados (1387/4651), Hispano-Árabe (1030/4651) y Lusitano (753/4651). La deformación del borde dorsal del cuello (Cuello de gato o cresty neck; Figura 1), se observó en 409 caballos, con una incidencia en la población estudiada del 8,79%. El 59% de los caballos afectados fueron machos, de los cuales, aproximadamente el 72% fueron machos castrados. En la Tabla 1 se muestran los datos de los animales incluidos en el estudio.



Figura 1. A.- Caballo Pura Raza Española, de 8 años de edad con deformación del borde dorsal del cuello Grado 3. B.- Instalaciones tecnificadas con comederos de altura entre 100-160 cm y un espacio de establo de aproximadamente 2 x 2,5 m. C.- Instalaciones tradicionales con comederos de altura entre 100-160 cm y un espacio de establo de aproximadamente 2 x 1,80 m. D.- Instalaciones tecnificadas con comederos de altura entre 100-160 cm y un espacio de establo de aproximadamente 3 x 2m.

El 67% de los machos presentó deformación del borde dorsal del cuello, mientras que las hembras presentaron un índice del 33%. La deformación del borde dorsal del cuello presentó una incidencia en caballos Pura Raza Española

de 55%, en cruzados 19%, en Hispano-Árabe 14% y en Lusitanos 12%. En relación al lugar geográfico, se observó mayor número de caballos con deformidad en Andalucía 73%, mientras que en Extremadura sólo el 27% de los in-

dividuos presentaba cuello de gato. En cuanto al tipo de manejo, el 54% de los caballos afectados eran manejados por un sistema tradicional, mientras que el 46% eran manejados por un sistema tecnificado. La infraestructura de las instalaciones mantiene las mismas proporciones de medidas de acuerdo al tipo de manejo de los caballos; de los animales que presentaban deformación del borde dorsal del cuello, el 54% permanecían estabulados, mientras que caballos en pastoreo, un 46%.

La alimentación exclusiva a base de pienso concentrado se observó en el 19% de los caballos estudiados, mientras que la alimentación únicamente a base de forraje se encontró en un 42%. La alimentación combinada pienso (alimento concentrado) y forraje (pastoreo) se observó en un 39% de los caballos. La altura de los comederos representa una variable interesante ya que tradicionalmente en muchas explotaciones de caballos estabulados en Andalucía y Extremadura las instalaciones de los comederos y bebederos se encuentra en la parte alta de los establos. Por ello, se establecieron las tres medidas descritas, resultando que el 46% los caballos comían a la altura del suelo (básicamente los caballos que se manejaban bajo pastoreo), un 32% de caballos eran alimentados en comederos a una altura media (entre 20-90cm) y un 23% de caballos alimentados en comederos con una altura comprendida entre 100-160cm.

En relación a la actividad atlética, específicamente la intensidad, se observó que un 36% de caballos realizaba una baja actividad atlética (intensidad del ejercicio baja), un 46% de caballos, una intensidad de ejercicio media y un 18% de caballos, una intensidad de ejercicio alta.

La correlación entre el grado de deformidad y el tipo de manejo fue negativa, tradicional -0,821, mientras que para el manejo tecnificado fue de -0,812. El nivel de correlación entre el grado de deformidad y la infraestructura considerando el caballo en establo o en pastoreo, evidenció valores similares a la condición de manejo, en ambos casos negativa: -0,821 y -0,812, respectivamente. El grado de deformidad en relación a la alimentación exclusiva con pienso (alimento concentrado) mostró un nivel de correlación de 0,058; entre la alimentación a base de forraje y el grado de deformidad la correlación fue negativa -0,872, así como también fue negativa para la alimentación mixta a base de forraje y concentrado -0,775. Se es-

tudio el grado de correlación entre la alimentación a base de concentrado y la infraestructura, específicamente caballos estabulados, obteniendo una correlación positiva (0,444), similar a la correlación entre la alimentación a base de concentrado y la altura de los comederos (entre 100-160cm) y la observada entre la alimentación a base de concentrado y la baja intensidad de ejercicio (0,121). La altura de los comederos y el grado de deformidad fue analizada, mostrando una correlación negativa (-0,812) para los caballos que se alimentan a nivel del suelo y similar (-0,833) a la de los caballos que se alimentan a nivel de una altura media (entre 20-90cm) y aquellos alimentados con comederos de una altura entre 100-160cm (-0,758). La intensidad del ejercicio baja y el grado de deformidad del cuello mostró una correlación negativa (-0,777), similar a la observada para la intensidad del ejercicio moderada (-0,812) y para el ejercicio con alta intensidad (-0,772).

La probabilidad de caballos con deformación del borde dorsal del cuello y el tipo de manejo tecnificado (estabulado) fue de 0,0879. El Odd de los caballos con deformación del borde dorsal del cuello y manejo tecnificado fue de 0,0964. La probabilidad de caballos con deformación del borde dorsal del cuello y el tipo de manejo tradicional (pastoreo) fue de 0,4581. La probabilidad de caballos sin deformación del borde dorsal del cuello y el tipo de manejo tradicional (pastoreo) fue de 0,5418. El Odd de los caballos sin deformación del borde dorsal del cuello y manejo tecnificado fue de 0,8455. El Odd Ratio entre la deformación del borde dorsal del cuello y el ambiente (estabulado/pastoreo) fue determinado en un rango entre 0,1015-0,1281 con un Intervalo de Confianza (IC:95%).

La probabilidad de caballos con deformación y el tipo de alimentación (forraje/pienso-forraje) fue de 0,1896. El Odd de los caballos sin deformación del borde dorsal del cuello y alimentación a base de forraje fue de 0,2337. El Odd Ratio entre la deformación del borde dorsal del cuello y el tipo de alimentación (pienso/forraje) fue 0,3635-0,4670 con un Intervalo de Confianza (IC:95%).

La probabilidad de caballos con deformación y la altura del comedero (0-10cm. suelo) fue de 0,5418. El Odd de los caballos sin deformación del borde dorsal del cuello y altura de los comederos fue de 0,0726-0,0916 con un Intervalo de Confianza (IC:95%).

Tabla 1. Resultados de la incidencia del grado de deformidad (n: número absoluto de caballos) en función de las condiciones de manejo, la alimentación, la infraestructura de la explotación, la altura de los comederos y la actividad atlética de cada individuo.

Raza	Grado Deformidad	Manejo		Alimentación			Infraestructura			Altura de comederos			Ejercicio					
		T	AT	C	F	MX	E	P	AS	AM	AA	B	M	A				
PRE	Cuello																	
	0	220	119	43	196	100	220	119	119	127	93	180	119	40				
	1	237	150	59	211	117	237	150	150	133	104	197	150	40				
	2	141	150	48	94	149	141	150	150	91	50	104	150	37				
	3	127	114	81	76	84	127	114	114	83	44	92	114	35				
CRUZ	4	44	82	85	14	27	44	82	82	12	32	25	82	19				
	5	26	71	68	9	20	26	71	71	7	19	15	71	11				
	0	294	126	25	235	160	294	126	126	197	97	195	126	99				
	1	254	112	19	130	217	254	112	112	158	96	168	112	86				
	2	211	121	15	190	127	211	121	121	123	88	106	121	105				
HPA	3	119	74	45	48	100	119	74	74	48	71	81	74	38				
	4	15	36	39	2	10	15	36	36	6	9	10	36	5				
	5	5	20	13	1	11	5	20	20	2	3	4	20	1				
	0	156	167	21	164	138	156	167	167	97	59	92	167	64				
	1	129	143	51	160	61	129	143	143	67	62	81	143	48				
LUSIT	2	95	131	48	78	100	95	131	131	57	38	62	131	33				
	3	70	82	51	45	56	70	82	82	39	31	38	82	32				
	4	12	25	21	06	10	12	25	25	4	8	8	25	4				
	5	6	14	16	1	3	6	14	14	1	5	5	14	1				
	0	109	88	21	100	76	109	88	88	78	31	57	88	52				
LUSIT	1	97	95	19	96	77	97	95	95	59	38	51	95	46				
	2	78	105	35	53	95	78	105	105	47	31	49	105	29				
	3	59	69	29	48	51	59	69	69	31	28	38	69	21				
	4	11	24	18	7	10	11	24	24	4	7	8	24	3				
	5	5	13	12	2	4	5	13	13	1	4	4	13	1				

PRE: Pura Raza Española, CRUZ: Cruzado, HPA: Hispano-Arabe, LUSIT: Lusitano, T: manejo tradicional, AT: manejo altamente tecnificado, C: concentrado, F: forraje, MX: mixto, E: establo, P: pastoreo, AS: altura del suelo (nivel suelo), AM: altura media 20cm-90cm, AA: mayor altura 100cm-160cm, B: intensidad ejercicio baja, M: intensidad ejercicio medio, A: intensidad ejercicio alta.

La probabilidad de caballos con deformación del borde dorsal del cuello y la intensidad del ejercicio baja fue de 0,359. El Odd de los caballos sin deformación del borde dorsal del cuello y la intensidad del ejercicio fue de 0,153-0,1936 con un Intervalo de Confianza (IC:95%).

4. Discussion

Los organismos frecuentemente encuentran diferentes condiciones ambientales. Los factores fisiológicos y las respuestas conductuales a estas condiciones dependen de la composición genética de los individuos (Baye *et al.*, 2011). El genotipo generalmente es constante de un entorno a otro; cuando el mismo genotipo es sometido a diferentes ambientes, puede producir una amplia gama de fenotipos. Estas variaciones fenotípicas son atribuibles al efecto del medio ambiente sobre la expresión y la función de los genes influyendo en el rasgo (Baye *et al.*, 2011). Un trabajo reciente en caballos de la raza Trotters (Trotones), señala lo importante de óptimas condiciones ambientales para que el genotipo de los animales pueda alcanzar la máxima expresión (Štrbac, 2015). Por ello, al definir un modelo de estimación genética, es importante considerar todos los factores ambientales que pueden afectar el resultado los animales en su carrera deportiva (Štrbac *et al.*, 2011). Este mismo argumento se debe plantear en los caballos de Pura Raza Española, así como en otras razas "Barrocas" (Pura Raza Española, Lusitano, Hispano-Arabe y Cruzado), donde puede existir predisposición al desarrollo de la cresta del cuello, y en donde el ambiente puede representar un importante y determinante rol. Un argumento general para la investigación sobre el impacto de GEI (Interacciones genotipo-entorno/Genotipo Environmental-Interaction) en enfermedades comunes es que proporciona información sobre la enfermedad a nivel individual pero también dentro de una población en un lugar (ambiente) o varios lugares en particular (Baye *et al.*, 2011).

Entre los factores ambientales considerados en el presente trabajo se pudo observar que los tipos de alimentación a base de pienso (alimento concentrado), no influyeron directamente sobre la presentación del borde dorsal del cuello en el caballo. La asociación entre la alimentación a base de alimento concentrado

(pienso comercial), caballos estabulados durante periodos prolongados, altura de los comederos en los establos (entre 100-160cm de altura) y baja intensidad del ejercicio no son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos. Esto parece indicar que el tipo de manejo caracterizado como tradicional (cría tradicional, infraestructura, establos sin construcción sólida, recipientes de bebederos y comederos móviles y manuales, cama de tierra) o altamente tecnificado (cría con tecnología, inseminación artificial, infraestructura establos con construcción sólida, camas de viruta, bebederos automáticos y comederos fijos), no influye directamente sobre el desarrollo del borde dorsal del cuello en los caballos estudiados.

El grado de deformidad en relación a la alimentación exclusiva con pienso (alimento concentrado) mostró un nivel de correlación de 0,058. Estos resultados parecen indicar que una de las prácticas comunes de alimentación a base de pienso (aproximadamente 6 kg de pienso distribuidos en dos raciones en el caballo estabulado), con comederos con una altura comprendida entre 100-160 cm, con baja actividad atlética (intensidad ejercicio baja), presentan una alta asociación al desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello. Esta tendencia se observa en caballos después de la doma aproximadamente entre los 5-7 años. La tendencia a la obesidad dada en estas condiciones de alimentación (pienso), manejo (estabulación y altura de los comederos) y escaso ejercicio (intensidad baja), predispone a la acumulación de grasa en el cuello, y en lugares naturales para la deposición de grasa en caballos, y por ende, a la deformación del mismo a largo plazo. Esto puede representar un factor de riesgo en el desarrollo del Síndrome Metabólico Equino (Frank *et al.*, 2006; Geor 2008), condición que ha sido descrita previamente en el caballo de Pura Raza Española (Diez De Castro *et al.*, 2012).

La deformación del borde dorsal del cuello en un estudio previo presentó una incidencia de 9%, en machos 67% y hembras 33% (Revue, 2013), y en la Comunidad Autónoma de Andalucía y de Extremadura 73% y 27%, respectivamente. Se observó en orden de relevancia en caballos Pura Raza Española de 55% con una edad media de 10 años, en cruzados 19%, a partir de los 10 años, en Hispano-Árabe 14% a partir de los 14 años y Lusitanos 12% a partir de los 15 años.

Aunque no era el objeto del presente estudio, se observó que la raza, la edad y las medidas del cuello influyeron directamente sobre el grado de deformidad del cuello en los caballos estudiados. Es muy importante tener en cuenta que existe una interacción muy compleja entre los genes y el entorno que define el fenotipo (Lobo, 2008).

En conclusión, los resultados observados demuestran que el ambiente puede influir de manera directa sobre la deformación del borde dorsal del cuello en los caballos estudiados. La alimentación a base de alimento concentrado (pienso comercial), la estabulación durante periodos prolongados, la altura elevada de los comederos en los establos (entre 100-160cm) y la baja intensidad del ejercicio son factores

determinantes en la incidencia de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos. El estudio de las interacciones puede permitirnos, en un futuro, identificar los factores de riesgo para dilucidar los principales efectos del ambiente sobre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen el invaluable aporte del Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas de la Universidad de Córdoba, España y la colaboración de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEE).

6. Referencias

- Baye, T.M., Abebe, T. y Wilke R. (2011). Genotype–environment interactions and their translational Implications. *Personalized Medicine*, 8(1): 59–70.
- Carter, R.A., Geor, R.J, Burton-Staniar, W., Cubitt, T.A. y Harris, P.A. (2009). Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Veterinary Journal*, 179(2): 204-210.
- Díez de Castro, E., Pineda Martos, R., Martín Cuervo, M., Quintero Felices, S. y Aguilera Tejero, E. (2012). Valoración de obesidad y resistencia a la insulina en el Caballo de Pura Raza Española (PRE). *Equinus: Medicina y cirugía equina*, 34: 58-75.
- Frank, N., Elliot, S.B., Brandt, L.E. y Keisler, D.H. (2006). Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(9): 1383-1390.
- Geor, R.J. (2008). Metabolic predispositions to laminitis in horses and ponies: obesity, insulin resistance and metabolic syndromes. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28(12): 753-759.
- Lobo, I. (2008). Environmental influences on gene expression. *Nature Education*, 1(1): 39.
- Morales Briceño, A., Méndez Sánchez, A. y Pérez Arévalo, J. (2015). Infiltrative lipomatosis in the neck and colon of a Spanish Pure Breed Horse. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 8(1): 14-17.
- Morgan, R., Keen, J. y McGowan, C. (2015). Equine metabolic syndrome. *Veterinary Record*, 177: 173-179.
- Revuelta, J. (2013). Estudio del impacto del sector ecuestre en España. Madrid: Daemon Quest. Deloitte.
- Sánchez, M.J., Azor, P.J., Molina, A., Parkin, T., Rivero, J.L. y Valera, M. (2017). Prevalence, risk factors and genetic parameters of cresty neck in Pura Raza Español horses. *Equine Veterinary Journal*, 49(2): 196-200.
- Štrbac, L., Trivunović, S. y Baban, M. (2015). Environmental factors affecting racing time of trotter horses in Serbia. *Poljoprivreda*, 21(1 Supplement): 178-181.