



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**Programa de Doctorado**

**DOCTORADO EN BIOCENCIAS Y CIENCIAS  
AGROALIMENTARIAS**

**ESTUDIO MULTIDISCIPLINAR DE LA  
DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL  
CUELLO EN EQUIDOS EN ANDALUCIA Y  
EXTREMADURA.**

**MULTIDISCIPLINARY STUDY OF THE  
DEFORMATION OF THE DORSAL EDGE OF THE  
NECK IN TEAMS IN ANDALUCIA AND  
EXTREMADURA.**

Directores: Prof. Aniceto Méndez Sánchez y

Prof. José Pérez Arévalo

Autor: Abelardo Antonio Joannes Morales Briceño. N°021531895

Córdoba, 8 de Marzo de 2021.

Fecha de depósito Tesis en el Idep: 8.de marzo de 2021

TITULO: *ESTUDIO MULTIDISCIPLINAR DE LA DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN EQUIDOS EN ANDALUCIA Y EXTREMADURA*

AUTOR: *Abelardo Antonio Joannes Morales Briceño*

---

© Edita: UCOPress. 2022  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>  
[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

---

## **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>INDICE</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>15</b>
<b>ABREVIATURAS</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1.-</b> Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura.	<b>20</b>
1.1.-Introducción y Objetivos	20
1.2.- Materiales y Métodos	22
1.3.- Resultados y Discusión	26
1.4.- Conclusiones	44
1.5.- Referencias Bibliográficas	45
<b>CAPÍTULO 2.-</b> Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.	<b>48</b>
2.1.- Introducción y Objetivos	48
2.2.- Materiales y Métodos	51
2.3.- Resultados y Discusión	54
2.4.- Conclusiones	66
2.5.- Referencias Bibliográficas	67
<b>CAPÍTULO 3.-</b> Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura.	<b>70</b>
3.1.- Introducción y Objetivos	70
3.2.- Materiales y Métodos	71
3.3.- Resultados y Discusión	73
3.4.- Conclusiones	91
3.5.- Referencias Bibliográficas	92

<b>CAPÍTULO 4.-</b> Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.	96
4.1.- Introducción y Objetivos	96
4.2.- Materiales y Métodos	97
4.3.- Resultados y Discusión	99
4.4.- Conclusiones	112
4.5.- Referencias Bibliográficas	113
<b>CAPÍTULO 5.-</b> Estudio Patológico: biopsia, necropsia, histopatología, inmunohistoquímica y bromatológico) de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.	117
5.1.- Introducción y Objetivos	117
5.2.- Materiales y Métodos	118
5.3.- Resultados y Discusión	127
5.4.- Conclusiones	149
5.5.- Referencias Bibliográficas	150
<b>CAPÍTULO 6.-</b> Estudio genético-molecular de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.	154
6.1.- Introducción y Objetivos	154
6.2.- Materiales y Métodos	156
6.3.- Resultados y Discusión	157
6.4.- Conclusiones	165
6.5.- Referencias Bibliográficas	166
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>169</b>
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>172</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>174</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>177</b>

## INDICE DE ESQUEMAS, FIGURAS, GRAFICOS Y TABLAS

### CAPÍTULO 1

- Figura N.º 1.-** Mapa de España, en el cual se señalan las áreas de estudio, provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía y en la Comunidad Autónoma de Extremadura. 23
- Figura N.º 2.-** Evaluación clínica del caballo estabulado (Andalucía), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (diámetro del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. 24
- Figuras N.º 3 y 4.-** Evaluación clínica del caballo a pastoreo, evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (longitud del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. 25
- Figura N.º 5.-** Encuesta deformación del borde dorsal del cuello en caballos Pura Raza Española. 26
- Figura N.º 6.-** Caballo Pura Raza Española de sexo macho entero, de 10 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral parcial izquierda) (Sevilla, Andalucía). 26
- Gráfica N.º 1.-** Incidencia de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura. 28
- Tabla N.º 1.** Resultados del número de caballos por raza, grado de deformidad, sexo, edad, medidas del cuello y peso corporal. 29
- Tabla N.º 2.-** Resultados de la incidencia de la raza, el grado de deformidad del borde dorsal del cuello y capa de los caballos. 35
- Tabla N.º 3.-** Resultados de la incidencia del grado de deformidad, condiciones de manejo, alimentación, infraestructura, comederos y actividad atlética. 38
- Esquema N.º 1.-** Factores que influyen directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en caballos. 39

**Figura N.º 6.-** Yegua Torda, raza Cruzada, 12 años de edad, bajo manejo sistema tradicional pastoreo, alimentación a base de forraje al nivel del suelo (Grado 0) y moderada actividad atlética (Fregenal de la Sierra, Extremadura). 40

**Figura N.º 7.-** Caballo Zaino, raza Cruzada, entero, 8 años de edad, bajo manejo sistema tecnificado, en establo alimentación a base de concentrado, comedero altitud 100-160 cm. (140 cm.) (Grado 4) y escasa actividad atlética (Huelva, Andalucía). 40

**Gráfica N.º 2.-** Resultados de la prevalencia de la deformación del borde dorsal del cuello, de acuerdo a la raza. Encuesta a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE). 41

**Gráfica N.º 3.-** Resultados de las posibles causas de la deformación del borde dorsal del cuello. Encuesta realizada a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE). 42

**Tabla N.º 4.-** Estimación de la depreciación del costo del caballo de Pura Raza Española con deformación del borde dorsal del cuello. 43

## **CAPÍTULO 2**

**Figura N.º 1.-** Mapa de España en el cual se señala el área de estudio, Comunidad Autónoma de Andalucía y la Comunidad Autónoma de Extremadura. 51

**Figura N.º 2.-** Evaluación clínica del burro estabulado (Andalucía), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (diámetro del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. 53

**Figura N.º 3.-** Evaluación clínica del burro en pastoreo, evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (longitud del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. 53

**Figura N.º 4.-** Encuesta deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española, incluyendo burros y mulos. 54

**Gráfica N.º 1.-** Resultados de la encuesta realizada a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE). 56

<b>Tabla N.º 1.-</b> Resultados del número de burros estudiados por raza, grado de deformidad del cuello, sexo, edad, medidas del cuello y peso corporal.	58
<b>Figura N.º 5.-</b> Burro Andaluz, sexo macho entero, 18 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral parcial izquierda) (Sevilla, Andalucía).	60
<b>Figura N.º 6.-</b> Burro Catalán, sexo macho castrado, 16 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral total izquierdo) (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	60
<b>Gráfica N.º 2.-</b> Incidencia de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.	61
<b>Figura N.º 7.-</b> Burro, de raza Andaluza, castrado, 16 años de edad, bajo manejo sistema tecnificado, en establo con alimentación a base de concentrado y forraje, comedero altitud 20-90cm. (70 cm.) (Grado 4) (cresta del cuello muy grande y engrosada que no cabe en una mano o se mueve fácilmente de un lado a otro) y escasa actividad atlética.	62
<b>Figura N.º 8.-</b> Burros, raza Andaluza y raza Catalana, 15-20 años de edad, bajo manejo sistema tradicional pastoreo, alimentación a base de forraje al nivel del suelo (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	62
<b>Tabla N.º 2.-</b> Resultados de la incidencia del grado de deformidad, condiciones de manejo, alimentación, infraestructura, comederos y actividad atlética en burros.	63
<b>Esquema N.º 1.-</b> Factores que influyen directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en burros.	65

### **CAPÍTULO 3**

<b>Figura N.º 1.-</b> Evaluación clínica de yegua Hispano-Árabe (12 años), palpación con énfasis en la cresta del cuello, medidas del cuello (Andalucía).	72
<b>Figura N.º 2.-</b> Evaluación clínica de caballo Pura Raza Española (4 años) palpación con énfasis en la cresta del cuello (Jerez de los Caballeros, Extremadura).	72
<b>Gráfica N.º 1.-</b> Evaluación clínica en caballos de Andalucía y Extremadura.	74

<b>Tabla N.º 1.-</b> Resultados del número de caballos por raza, grado de deformidad y patologías presentadas.	75
<b>Gráfica N.º 2.</b> Porcentaje de patologías del sistema locomotor.	79
<b>Gráfica N.º 3.</b> Patologías del sistema digestivo.	81
<b>Gráfica N.º 4.</b> Patologías endocrinas.	84
<b>Figura N.º 3.-</b> Evaluación clínica de yegua Cruzada (10 años), con fractura traumática de la extremidad distal del radio y cubito, de los huesos del carpo y artritis séptica (Jerez de los Caballeros, Extremadura).	85
<b>Figura N.º 4.-</b> Evaluación clínica de yegua Cruzada (14 años), con deformación bilateral de las articulaciones del menudillo (metatarso-falangeanas), asociada a enfermedad degenerativa articular (Córdoba, Andalucía). <b>Figura N.º 5.-</b> Evaluación clínica de Potro Pura Raza Española (2 años), con herida traumática de la región del pecho y encuentro (Badajoz, Extremadura).	85
<b>Figura N.º 6.-</b> Evaluación clínica-necropsia de Caballo Lusitano (16 años), con exposición del hueso subcondral características compatibles con osteoartritis (enfermedad degenerativa articular) (Córdoba, Andalucía).	85
<b>Figura N.º 7.-</b> Evaluación clínica de caballo Lusitano (10 años), con sobre-crecimiento y pérdida de balance del casco (problemas podales) (La Bazana, Extremadura).	86
<b>Figura N.º 8.-</b> Evaluación clínica de caballos Pura Raza Española (15años), con absceso en la muralla del casco y en la cuartilla (Sevilla, Andalucía).	86
<b>Figura N.º 9.-</b> Evaluación clínica de Potro Hispano Árabe (2 años), con herida traumática de la región de la cuartilla (Fregenal de la Sierra, Extremadura).	86
<b>Figura N.º 10.-</b> Evaluación clínica de Potro Cruzado (1 año), con traumatismo contuso y absceso en el miembro anterior izquierdo (Córdoba, Andalucía).	86
<b>Figura N.º 11.-</b> Evaluación clínica-necropsia de caballo Pura Raza Española (9 años), con dilatación y ruptura gástrica (Crisis abdominal aguda/cólico) (Higuera La Real, Extremadura).	87



- Figura N.º 12.-** Evaluación clínica-necropsia de caballo Hispano-Árabe (6 años), con obstrucción estrangulante de la raíz del mesenterio (Crisis abdominal aguda/cólico) (Córdoba, Andalucía). 87
- Figura N.º 13.-** Evaluación clínica-necropsia de caballo Pura Raza Española (2 años), con parasitosis gástrica asociada a *Gasterophilus* sp. (Crisis abdominal aguda/cólico) (Córdoba, Sevilla). 87
- Figura N.º 14.-** Evaluación clínica de caballo Cruzado (14 años), con sobrecrecimiento de bilateral de molares y síndrome de maloclusión adquirida (Bodonal de la Sierra, Extremadura). 87
- Figura N.º 15.-** Evaluación clínica de yegua Pura Raza Española (12 años), con obesidad y síndrome metabólico equino (Huelva, Andalucía). 88
- Figura N.º 16.-** Evaluación clínica de caballo Pura Raza Española (14 años), con obesidad, cresta del cuello y síndrome metabólico equino (Huelva, Andalucía). 88
- Figura N.º 17.-** Evaluación clínica de yegua Cruzada (15 años), con tetra-laminitis crónica (Segura de León, Extremadura). 88
- Figura N.º 18.-** Evaluación clínica de caballo Cruzado (20 años), con laminitis crónica (Fregenal de la Sierra, Extremadura). 88

#### **CAPÍTULO 4**

- Figura N.º1.-**Evaluación clínica de burro Andaluz (3 años), con fractura traumática de la extremidad distal del radio y cubito, de los huesos del carpo y proximal del metacarpo principal (Bodonal de la Sierra, Extremadura). 108
- Figura N.º2.-** Evaluación mediante necropsia de la articulación metacarpo-falangeana, con cambios degenerativos cartílago articular y exposición del hueso subcondral, asociada a enfermedad degenerativa articular (Córdoba, Andalucía). 108
- Figura N.º 3.-** Evaluación mediante necropsia (Corte sagital del dígito del burro se evidencia laminitis crónica con rotación  $\geq 45^\circ$ , con cambios degenerativos de la tercera falange y osteolisis (Bodonal de la Sierra, Extremadura). 108
- Figura N.º 4.-** Evaluación mediante necropsia de torsión de base de ciego con trombosis y hematoma organizado de la raíz del mesenterio (Bodonal del Sierra, Extremadura). 109

<b>Figura N.º 5.-</b> Evaluación mediante necropsia de gingivitis crónica con desgaste dental (Sevilla, Andalucía). <b>Figura N.º 6.-</b> Evaluación mediante necropsia de gastritis crónica parasitaria severa asociada a <i>Gasterophilus</i> sp. (Fregenal de la Sierra, Extremadura).	109
<b>Figura N.º 7.-</b> Evaluación mediante necropsia de Adenoma Hipofisiario (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	109
<b>Figura N.º 8.-</b> Evaluación clínica de burro Andaluz (15 años), sin deformidad del borde dorsal del cuello (Grado 1) (Huelva, Andalucía).	110
<b>Figura N.º 9.-</b> Evaluación clínica de burro (18 años), con obesidad, deformación del borde dorsal del cuello (Grado 3) y síndrome metabólico equino (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	110
<b>Figura N.º 10.-</b> Evaluación clínica de burro (16 años), con deformación del borde dorsal del cuello (Grado 4), laminitis crónica (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	110
<b>Figura N.º 11.-</b> Evaluación clínica de burro (14 años), con deformación del borde dorsal del cuello (Grado 5) (Bodonal de la Sierra, Extremadura).	110
<b>Gráfica N.º 1.-</b> Población de équidos muestreada en Andalucía y Extremadura.	99
<b>Gráfica N.º 2.-</b> Distribución de razas muestreada en Andalucía y Extremadura.	103
<b>Gráfica N.º 3.</b> Patología del aparato digestivo.	105
<b>Gráfica N.º 4.</b> Patología del sistema endocrino.	108

## **CAPÍTULO 5**

<b>Esquema N.º1. Metodología</b>	<b>125.</b>
<b>Gráfica N.º 1.-</b> Población de équidos (burros y caballos) muestreada en Andalucía y Extremadura.	127
<b>Gráfica N.º 2.-</b> Distribución de razas (burros y caballos) muestreada en Andalucía y Extremadura.	128
<b>Tabla N.º 1.-</b> Número de équidos, raza, grado y porcentaje de deformidad, sexo, edad, medidas del cuello, peso y morfometría de la biopsia del cuello (M: Media; DE: Desviación Estandar).	131

<b>Tabla N.º 2.-</b> Estimación de la deformación del borde dorsal del cuello por grado y raza en caballos de Andalucía y Extremadura.	134
<b>Tabla N.º 3.-</b> Resultados del modelo de regresión logística ordinal bivariada (*) medias con diferencias estadísticas significativas.	136
<b>Tabla N.º 4.-</b> Resultados para el modelo de regresión logística ordinal multivariante con covariables: Raza, Sexo, Ejercicio y Edad. (*) Diferencias estadísticamente significativas.	137
<b>Gráfica N.º 3.-</b> Resultados del modelo de regresión logística ordinal multivariante con covariables: Razas de probabilidades de raza, género y ejercicio con límites de confianza de Wald del 95%.	138
<b>Tabla N.º 5.-</b> Contenido en tocoferoles ( $\mu\text{g/g}$ de muestra) de muestras procedentes la región dorsal del cuello de équidos.	143
<b>Figura N.º 1.-</b> Grado 0: Fibras musculares (99 %), no se observan cambios en el citoplasma.	145
<b>Figura N.º 2.-</b> Grado 1: Fibras musculares (95 %), se observan escasas vacuolas lipídicas en el citoplasma, células adiposas 5 %, no se observan cambios significativos en el citoplasma.	145
<b>Figura N.º 3.-</b> Grado 2: Fibras musculares (85 %), se observan modeladas vacuolas de lipídicas en el citoplasma, células adiposas 15 %, se observa coalescencia de adipocitos.	145
<b>Figura N.º 4.-</b> Grado 3: Fibras musculares (48 %), se observó un incremento en el número y tamaño de vacuolas lipídicas en el citoplasma con tendencia a la coalescencia, e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 62 %.	145
<b>Figura N.º 5.-</b> Grado 4: Fibras musculares (15 %). Se observa el citoplasma pletórico de vacuolas lipídica con marcada coalescencia e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 85 %, se observa coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa.	145
<b>Figura N.º 6.-</b> Grado 5: células adiposas (99 %) de coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa.	145
<b>Figura N.º 7.-</b> Secciones histológicas de la región dorsal del cuello, tinción especial: Tricrómico de Masson	146
<b>Figura N.º 8.-</b> Grado 5.- células adiposas (99 %) de coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa. Se observa delimitación del tejido conjuntivo.	146

**Figura N.º 9.-** Secciones Inmunohistoquímicas, dilución 1:100, Anticuerpo Desmina: Figura 9-A.- Grado 0 positiva (+++), Figura 9-B.- Grado 1 positiva (++), Figura 9-C.- Grado 2 positiva (+), Figura 9-D.- Control positiva (+++), Figura 9-E.- Grado 3 negativa (--), Figura 9-F.- Grado 4 negativa (--), Figura 9-G.- Grado 5 negativa (--). 147

## **CAPÍTULO 6**

**Tabla N.º 1.-** Estrategia de revisión (Pubmed, SciELO and Google Scholar). 155

**Figura N.º 1.-** Diagrama de flujo de Prisma del proceso de selección de artículos. 156

**Esta tesis ha dado lugar a las siguientes publicaciones en Revistas Científicas y en Congresos Nacionales e Internacionales:**

### **Publicaciones en Revistas Científicas:**

1.-Morales A, Méndez A, Pérez J. Estudio preliminar del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Colombiana en Caracas-Venezuela. *Revista ANALECTA VET* 33 (2), 20-23. 2013.

2.-Morales A, Méndez A, Pérez J. Estudio comparativo del borde dorsal del cuello en equinos Miniatura. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2014 8(2): 49-60. 2014.

3.-Morales A, Méndez A, Pérez J. La Región del Cuello del Caballo. *Connotaciones Anatómo- Aplicativas: Una Revisión. International Journal of Morphology* 32(4): 1212-1221, 2014.

4.-Morales A, Méndez A, Pérez J, Lamprea A, García A, Díaz M. Estudio clínico patológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros (*Equus asinus*) de raza Andaluza.Nº8, (1). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 2014 8(1): 1-9

5.-Morales A, Lamprea A, Méndez A. Hiperlipemia en Asnos (*Eqqus asinus*): aspectos básicos para conocer el síndrome. *Revista Medicina Veterinaria Al Día*, 2014 4, N°5: 34-36.

6.-Morales A, Méndez A, Pérez. La deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura, España. *Archivos de Zootecnia*. 2018 67 (260): 570-576.

7.-Morales Briceño A, Lamprea A, García A, Méndez Sánchez A. La necropsia en campo: un servicio agregado en la medicina veterinaria rural. *Rev. Med. Vet.* 34. 167-180. 2017.

8.-Morales-Briceño A, Méndez-Sánchez A, Méndez Angulo J, Pérez Arévalo J, Espinal A, Vázquez A, Julià O. *What's New in Cresty Neck Horses? Diagnosis in Mature and Aged Equids. Intern J Appl Res Vet Med.* 16, 2, 2018. 226-233.

9.-Morales Briceño A, Lamprea Garrido A, Méndez Sánchez A. (2015). *Gastric Ulcers Syndrome in Donkeys. Revista de Medicina Veterinaria,* (30), 31-35.

10.-Morales-Briceño A, Lamprea Garrido A, Méndez Sánchez A, Pérez-Arévalo J. *A pheochromocytoma in a donkey. Report of case. Revista Científica, FCV-LUZ,XXVIII, 4, 270-273, 2018.*

11.-Morales Briceño A, Méndez-Sánchez A, Méndez-Angulo J, Escamilla-Sánchez A, Pérez-Arévalo J. *Aspectos morfológicos de biopsias musculares en equinos con deformación del borde dorsal del cuello. Revista Científica, FCV-LUZ/Vol. XXVIII, N°1, 25-31, 2018.*

#### **Publicaciones en Congresos Nacionales e Internacionales:**

1.-Morales, A. Lamprea, A. Méndez, J. Pérez. *Dorsal cresty neck deformation in Spanish Purebred horses a preliminary study. Proceeding ACVP and ASVCP Annual Meeting. Atlanta, USA 2014.*

2.-Morales A, Méndez A, Pérez J. Cava R, Barroeta C, Júlia O, Espinal A. *Avances preliminares en el estudio de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos. Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. P.40. 2016.*

3.-Morales A, Méndez A, Pérez J. *Encuesta acerca de la deformación del borde dorsal del cuello en équido. Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. 56.2016.*

4.-Morales Briceño A, Lamprea Garrido A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J. *P021 Deformation of dorsal cresty neck in donkeys a pathological study. Proceeding of ESVP/ECVP Cutting Edge Pathology 2014.111.*

5.-Morales A, Méndez A, Pérez. *Atlas clínico patológico digital de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos como herramienta de innovación docente en patología veterinaria. Proceeding IV Congreso Internacional e Interactivo de Educación CIEDUC 2014.*

6.-Morales A, Lamprea A, Méndez A, Pérez J. Deformation of dorsal cresty neck and hyperlipemia syndrome in donkeys a pathological study. Proceeding ACVP and ASVCP Annual Meeting Atlanta, USA 2014. Poster D-40.

7.-Morales Briceño A, Méndez-Sánchez A, Pérez-Arévalo J. Evaluación sistemática de la deformación del borde dorsal del cuello en burros. Proceeding XXVII Reunión Anual SEAPV, Barcelona 2015. P16-94

8.-Morales A, Barroeta C, Olga J, Espinal A, Lamprea A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Deformación del borde dorsal del cuello en burros y sus factores de asociados. Proceeding del XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'15. 2015.

9.-Morales Briceño A, Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Méndez Sánchez A, Brewer K, Tobin T. Epistaxis in unmedicated equine during intense exercise in Almonte-Huelva- Spain. A preliminary report" Proceedings 21st ICRAV Conference - Uruguay 2016.

10.-Morales A, Méndez A, Pérez J. Cava R, Barroeta C, Júlia O, Espinal A. Avances preliminares en el estudio de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos. Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. 40. 2016.

11.-Morales-Briceño A, Lamprea-Garrido A, García-Hermoso A, Crespo-Bascón M<sup>a</sup>.C., Escamilla-Sánchez A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Patologías en équidos adultos. Serie de casos. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. Córdoba Junio, 2016. P.26 102.

12.-Morales A, Méndez-Angulo J, Escamilla A, Méndez A, Pérez J. Estudio multidisciplinario de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos de España y Portugal. Proceeding del XVII Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'16. 2016.

13.-Morales A, Barroeta C, Olga J, Espinal A, Lamprea A, Garcia A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Problemas comunes del casco en burros en el Sur de Extremadura, España. Proceeding del XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'15.

14.-Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Méndez-Angulo J, Pérez-Arévalo J. Cresty Neck in Donkeys A Practice Guideline. 1st Donkey Science Worldwide Meeting. California, USA, 2016.

15.-Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Méndez-Angulo J, Pérez-Arévalo J. A retrospective study of the causes of mortality in donkeys and mules in Southern Extremadura, Spain. 1st Donkey Science Worldwide Meeting. California, USA, 2016.

16.-Morales A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Técnica de biopsia modificada como herramienta de diagnóstico para el estudio de la deformación del borde dorsal del cuello. XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'15. 2015, Sevilla, España.

17.-Morales A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Estudio comparativo de la técnica de biopsia convencional versus la técnica de biopsias modificada para el diagnóstico de la deformación del borde dorsal del cuello. XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'15. 2015, Sevilla, España.

18.-Morales A, Méndez-Angulo J.L., Cava R, Méndez A, Pérez J. Estudio comparativo del contenido de tocoferol en la región dorsal del cuello de équidos. Proceeding del XVII Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. SICAB'16. 2016.

19.-Morales-Briceño A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Estudio histomorfométrico en biopsias del borde dorsal del cuello en équidos. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. Córdoba Junio, 2016. P.27 103.

20.-Morales-Briceño A, Escamilla-Sánchez A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Patrones de reconocimiento histopatológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española en Andalucía y Extremadura, España. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. Córdoba Junio, 2016. P.28 104.

21.-Morales-Briceño A, Escamilla-Sánchez A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Deformación del borde dorsal del cuello en équidos. Estudio morfológico, histopatológico e inmunohistoquímico. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. Córdoba Junio, 2016.

22.-Morales A, Méndez A, Pérez J. Nueva técnica de biopsia y estudio histo-morfométrico para el estudio de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos. Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. 26. 2016.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios y a la vida por permitirme con mucho esfuerzo y sacrificio esta gran oportunidad de formación científica y profesional.

A mi familia Mis Padres, Mi hermana, Mi Cuñado, quienes me apoyaron incondicionalmente en este proyecto y a mi hermano Juan Manuel quien nos enseñó a luchar con valentía hasta el final “pase lo que pase sea lo que sea”. A mis sobrinos Guillermo Andrés y Juan Francisco, ahora timón de nuestra familia.

A mi familia de Fregenal de la Sierra y de Emiratos Arabes Unidos quienes me brindaron su amistad y apoyo en todo momento.

A la Universidad de Córdoba, el Instituto de Estudios de Postgrado y todos sus Miembros Profesores, Personal Administrativo, Personal Técnico, por todas las enseñanzas.

A todos los Miembros del Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas: Profesores, Personal Técnico, Estudiantes, Doctorantes, Becarios y todos los miembros.

A la Profesora Dra. Anna Espinal Berenguer, de la Universidad Autónoma de Barcelona quien lamentablemente no está ya con nosotros con este trabajo la recordamos, por su apoyo en el análisis estadístico en conjunto con la Catedrática Profesora Olga Juliá de Ferrán, de la Universidad de Barcelona. Al Profesor Ramón Cava López de la Universidad de Extremadura por su cooperación en el análisis bromatológico de las muestras.

A mi Director, el Profesor Aniceto Méndez Sánchez por estar presente en todo momento de mi formación y a mi Director, el Profesor José Pérez Arévalo, por su valioso apoyo y motivación durante mi formación; a ambos Directores por la gran oportunidad que me han brindado, así como por su gran dedicación y enseñanzas en Anatomía Patológica Veterinaria, Docencia e Investigación, durante el desarrollo del Máster y durante todo el Doctorado, a quienes siempre estaré muy agradecido por gran comprensión, ayuda y dedicación.



## **ABREVIATURAS**

AAEP (Asociación Americana de Practicantes en Equinos)

ANCCE (Asociación Nacional de Criadores de Caballos de Pura Raza Española),

ANOVA (Análisis de Varianza).

AVEEE (Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España).

ASIP (Agouti Signalling Protein).

AST (Aspartato AminoTransferasa).

BCS (Puntuación de la condición corporal).

CK (Creatin Kinasa).

CCC (Calificación de Condición Corporal).

CNS (Grado/Puntuación de condición corporal).

DBDC (deformación del borde dorsal del cuello).

DE (Desviación Estándar).

DPIP (Disfunción de la Pars Intermedia de la pituitaria).

DI (disregulación de la insulina o hiperinsulinemia)

EMNE (enfermedad de la Motoneurona Equina).

H&E (Hematoxilina y Eosina).

HB (Hispano-Breton).

LDH (Lactato Deshidrogenasa).

NEHS (National Equine Health Survey).

OR (Odds ratio).

PAF/FNA (Punción con Aguja Fina).

PCC (Puntuación Condición Corporal).

SPB (Pura Raza Española (Andaluz)).

Pura Raza Española (PRE).

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

La deformación del borde dorsal del cuello (DBDC) en el caballo coloquialmente denominada “cuello de gato”, “gato vencido”, “cuello vencido”, “cresta”, “cresta del cuello”, históricamente ha sido mencionada como un defecto hereditario que se presenta en caballos de Pura Raza Española (López et al, 2010, Sánchez et al, 2016), también ha sido descrito en burros y mulos, en Andalucía y Extremadura, pero también en otras regiones de España (Morales et al, 2014; Morales Briceño, et al, 2015). Se ha descrito como una predisposición del caballo Español Barroco, también como una atrofia de músculos de la región dorsal del cuello, se ha atribuido al efecto de largas crines en el caballo de Pura Raza Española (Sánchez et al, 2016), adicionalmente ha sido mencionado a deposición excesiva de grasa en la región dorsal del cuello (Morales Briceño et al, 2018), sin embargo, son escasos los estudios científicos en la literatura que validen cada una de estas hipótesis.

En los últimos 5 años se han publicado algunos trabajos que describen algunos factores asociados al desarrollo y presencia de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española, Cruzados, Hispano-Árabes, Lusitanos, Miniaturas y en burros. En la práctica profesional equina (incluye burros, caballos y mulas), es posible observar algunos casos de deformación del borde dorsal del cuello en caballos, sin embargo, se limita comentar acerca de esta situación con ganaderos, muchos de los équidos que presentan la deformación del borde dorsal del cuello son eliminados rápidamente de la ganadería, ya que esto puede dañar la reputación del criador con grandes pérdidas económicas.

Los équidos con esta condición son eliminados del registro genealógico del Caballo de Pura Raza Española, esto ocurre de la misma manera en el caballo de raza Lusitano y en el caballo Hispano-Árabe, pero no así acontece en burros y mulas. El destino de estos caballos se puede dividir: en los enviados a los diferentes mataderos industriales, otros a son enviados a pequeños establos o parcelas en donde se mantienen sus atenciones básicas y eventualmente participan en paseos locales o son utilizados en algunas romerías locales, sin mayor repercusión. Eventualmente es posible observar en Andalucía y Extremadura algunos carruajes destinados al paseo de turistas algunos caballos con deformación del borde dorsal del cuello (“cuello de gato”), que pasan desapercibidos.

Esta situación del équido con la deformación del borde dorsal del cuello representa un gran desafío ya que limita su estudio desde su identificación, inspección hasta la toma de muestras para identificar la causa o posibles causas. Esto nos conllevó a desarrollar estrategias en la identificación de équidos con esta condición directamente en algunas yeguas de Pura Raza (Española, Lusitano, Hispano-Árabe), explotaciones medianas y grandes, y por último en mataderos industriales de équidos en Andalucía y Extremadura, acompañado de factores ambientales y de manejo para dilucidar su posible (s) etiología y patogénesis.

Adicionalmente durante este trabajo desarrollamos estrategias innovadoras para la toma de muestras y herramientas diagnósticas en la cual los ganaderos y propietarios accedieran con un mínimo riesgo o impacto sobre el cuello de los équidos, para de esta forma estudiar, de manera multidisciplinaria en profundidad los cambios morfológicos en los tejidos y células así como algunos cambios bioquímicos que ocurren en la deformación del borde dorsal del cuello y responder a las hipótesis planteadas históricamente en la literatura.

A continuación, en el Capítulo 1 se realizó un estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura. En el Capítulo 2 se llevó a cabo un estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura. En el Capítulo 3 se desarrolló un estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura. En el Capítulo 4 se realizó un estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura. En el Capítulo 5 se realizó un estudio Patológico: (biopsia, necropsia, histopatología, inmunohistoquímica y bromatológico) de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.

## **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general fue desarrollar un estudio multidisciplinar de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos en Andalucía y Extremadura, España.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1.- Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura.
- 2.- Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.
- 3.- Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura.
- 4.- Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.
- 5.- Estudio Patológico: biopsia, necropsia, histopatología, inmunohistoquímica, ultraestructural, de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.

Los objetivos planteados se desarrollaron en dos fases: la primera fase (Fase de Campo) de recolección de datos y toma de muestras en el campo en Andalucía y Extremadura comprendido en los objetivos 1-4 y una segunda fase de análisis (Fase de Laboratorio) donde se realizaron las actividades de procesamiento, diagnóstico y análisis de los datos y de las muestras recolectadas correspondiente al objetivo 5.

## **CAPÍTULO 1.- Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura, España.**

### **1.1.- Introducción**

La Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas 37°23'00"N 5°59'00"O) está compuesta por las provincias de Jaén, Córdoba, Sevilla, Huelva, Cádiz, Málaga, Granada y Almería. La población de caballos en Andalucía representa el 36 % de la población de equinos en España, con un total de 257.633 caballos (Revuelta, 2013). Por su parte, en un análisis provincial se evidencia que, en el total de la población, Sevilla es la provincia predominante, al acaparar más del 25 % del censo total, seguida a distancia de Huelva (17 %) y más lejanamente Málaga y Cádiz con casi el 15 % cada una de ellas. A mayor distancia Córdoba, Granada y Jaén y, finalmente, la provincia de Almería (Sánchez Bazán, 2011).

No cabe duda de que el sector equino en Andalucía tiene una especial importancia cultural, social y económica, siendo referencia en nuestro país, no sólo en el ámbito demográfico (número de explotaciones, censo y estructura poblacional), sino también en el orden económico, dada su implicación tanto en la vertiente zootécnica (producción primaria), como aquella otra encuadrada en el sector servicios (deporte y turismo, fundamentalmente), a lo que cabría añadir los profesionales relacionados con el sector: veterinarios, técnicos de la industria relacionada con alimentación, transporte, herradores, mozos de cuadra, jinetes, entrenadores (Sánchez Bazán, 2011).

La Comunidad Autónoma de Extremadura (39°12'N 6°09'O) está compuesta por las dos provincias: Cáceres y Badajoz. La población de caballos en Extremadura representa el 6 % de la población total de España con un total de 42.333 caballos (Revuelta, 2013). La cría de equinos tiene una gran relevancia en Extremadura, donde existe un censo aproximado de 45.000 ejemplares, animales ubicados en unas 18.500 explotaciones repartidas por toda la geografía extremeña (aproximadamente un 10 % del total nacional) (Cabezas, 2016).

La Consejería de Medio Ambiente y Rural, Políticas Agrarias y Territorio de Extremadura presentó en Octubre de 2016 un Plan Estratégico del Equino; dicho plan estratégico reflejará un estudio pormenorizado del sector equino en la región, sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Al mismo tiempo, se plantea como objetivo elaborar un plan de acciones de

fomento, así como el desarrollo de un plan formativo y de integración laboral de jinetes, mozos, profesores y veterinarios especialistas. Se trata de un sector generador de empleo para la región, donde la cifra de negocio total, englobando a todo lo que se genera en torno a este sector (ganaderos, veterinarios, transportistas, monitores de equitación, alumnos, clubes con socios y con trabajadores en nómina, fabricantes, distribuidores y vendedores de piensos, empresas especializadas en estructuras para picaderos, tiendas de ropa para jinetes y amazonas, organizadores de concursos y campeonatos), alcanzó los 360 millones de euros en Extremadura durante el año 2013, cifra que denota la importancia del sector; a todo esto, tenemos que añadir, cada vez con más importancia, las exportaciones a terceros países de caballos procedentes de nuestra región (Cabezas, 2016).

Por razones desconocidas, determinados problemas sanitarios son específicos o tienen una mayor prevalencia en el caballo de Pura Raza Española que en otras razas; tal es el caso de la Deformación del Borde Dorsal del Cuello “cuello de gato”, Laminitis, Osteocondrosis y ciertos problemas neurológicos del desarrollo (XIII Curso Internacional de Córdoba Medicina Deportiva Equina, 2011). Sabemos, por la experiencia acumulada, que la Deformación del Borde Dorsal del Cuello (DBDC) tiene gran repercusión (clínica y económica) en la producción de caballos de Pura Raza Española (PRE) (López et al, 2010).

En un estudio retrospectivo (2015) se publican los casos clínicos que se presentan en un periodo de 5 años en el Hospital de Referencia La Equina, Manilva (Málaga), con un diagnóstico clínico de DBDC (n=45 casos) (López, et al, 2010), dato que sugiere una prevalencia de 4,80 % (45/938 casos), siendo un problema exclusivo del caballo PRE, que afecta a la hembra (10/45, 22,22 %) por cada tres machos (35/45, 77,78 %), con una edad media de presentación de 5,60 +- 2,74 años (López, et al, 2010).

Esta patología ya se ha descrito como una condición o defecto de algunas razas como la Pura Raza Española (PRE), Lusitana, Paso Fino Colombiana, e inclusive en burros y mulos. La cresta del cuello, deformación del borde dorsal del cuello o “cuello de gato” afecta a un gran número de caballos de Pura Raza Española, y otras razas tipo “Barroca”, con un cuello largo y abundantes crines (Sánchez et al, 2016). Un estudio realizado en caballos de Pura Raza Colombiana reveló un importante grado de deformidad del borde dorsal del cuello Grado 1: 96,4 %, Grado 2: 1,75 %, Grado 3: 1,75 %. El grado de correlación entre peso versus el diámetro cervical presentó un

coeficiente de correlación de 0,416 y para el grado puntuación del cuello (cresty neck score) y condición corporal, se presentó una correlación de 0,638 (Morales, Méndez, Pérez, 2013).

La deformación del borde dorsal del cuello tiene una heredabilidad moderada, lo que indica que este defecto podría ser disminuido con selección genética (Sánchez et al, 2016); sin embargo, otros estudios sugieren cambios degenerativos caracterizados por lipomatosis (Morales, et al, 2015, Morales et al, 2016), que implica el ligamento de la nuca, los músculos largo del cuello, espinal, multífido, sin infiltración en las vertebrae atlas, axis, ni cervicales.

En virtud de esta importante área de producción de equinos en Andalucía y Extremadura, con problemas en la conformación y defectos en el desarrollo anatómico, se planteó como objetivo realizar un estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos en Andalucía y Extremadura, España.

## **1.2.- Materiales y Métodos**

Por una parte, el área de estudio se realizó en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas 37°23'00"N 5°59'00"O), específicamente en las provincias de Córdoba, Huelva, Jaén y Sevilla y, por otra parte, en la Comunidad Autónoma de Extremadura (39°12'N 6°09'O), específicamente en las dos provincias que la conforman: Cáceres y Badajoz.



Fuente: <https://www.google.co/>

**Figura N.º 1.-** Mapa de España, en el cual se señala las áreas de estudio, provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas  $37^{\circ}23'00''N$   $5^{\circ}59'00''O$ ), Jaén, Córdoba, Sevilla y Huelva, y en la Comunidad Autónoma de Extremadura ( $39^{\circ}12'N$   $6^{\circ}09'O$ ), las provincias de Cáceres y Badajoz, señaladas en color rojo.

En base al total de explotaciones existentes en Andalucía 71.068 y en Extremadura 19.162, y la población total de 257.633 y de 42.333 equinos respectivamente (Revuelta, 2013), fue calculado el tamaño de la muestra (García-García, et al, 2013), utilizando la fórmula:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2} \div \left( 1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right) \right)$$

N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z



El tamaño de la población fue de 2.379 caballos para Andalucía; el Intervalo de Confianza IC fue estimado, empleando la fórmula  $CI = \bar{x} \pm z \frac{s}{\sqrt{n}}$  estadística siendo en este caso IC:2 (Candia y Caiozzi, 2005), y un Nivel de Confianza 95 %) y para Extremadura 2.272 (IC:2, Nivel de confianza de 95 %), detalle que representa el 0,9234 (1 %) y 5,36 % de la población de cada Comunidad Autónoma en estudio, respectivamente.

La información fue obtenida mediante visitas a las explotaciones (Total de explotaciones: Andalucía: 0,14 % 100/710.68 y Extremadura: 0,44 % 86/19.162) y evaluaciones “in situ” de cada una de las explotaciones durante los años 2014-2016. Se practicó un examen clínico a cada uno de los équidos, mediante la inspección detallada y la palpación. De esta manera se realizó un estudio morfológico siguiendo el protocolo de adiposidad para la evaluación del borde dorsal del cuello ya descrito (Frank et al, 2006; Carter et al, 2009 y Diez de Castro et al, 2012). Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo clínico.

En el protocolo de estudio, se analizaron las siguientes variables representativas de la población: cada uno de los équidos fue identificado con un número, mediante un orden ascendente a partir del número 1 hasta el número 4.651. Igualmente se recogieron los datos de identificación individual, el número de Microchip (en la tabla del cuello) y se registraron en planillas individuales los siguientes datos: identificación, número, raza, edad años (1-20 años), sexo, pelaje (Calero y Calero, 2013), examen clínico con énfasis en la región cervical (Rose y Hodgson, 1995) grado de deformación del cuello (0-5) (Frank et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Diez de Castro, et al, 2012), diámetro del cuello, largo del cuello, peso, actividad atlética baja (sin actividad física y 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 y forraje), tipo de manejo: tradicional, extensivo, box, alta escuela, instalaciones: altitud de los bebederos y comederos.





**Figura N.º2.-** Evaluación clínica del caballo estabulado (Andalucía), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (diámetro del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables.

**Figura N.º 3.-** Evaluación clínica del caballo a pastoreo (Extremadura), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (longitud del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. Adicionalmente se realizó una encuesta voluntaria a veterinarios especialistas en equinos, en el periodo marzo-abril 2014, a quienes agradecemos la colaboración de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE), vía web (<https://docs.google.com/forms/d/1eX305yMDek4mZH1VzTZRPj6I7iykiB5U6IPIHRqFJjA/viewform/>).

La encuesta consideró el lugar geográfico (Comunidad Autónoma), conocimiento de la deformación del borde dorsal del cuello, número de casos observados/atendidos/diagnosticados, edad promedio de los casos observados, sexo, razas, etiología y destino de los équidos diagnosticados con deformación del borde dorsal del cuello. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de estadística descriptiva y fue calculado el coeficiente de correlación de las variables en estudio.

ENCUESTA DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN EL CABALLO DE PURA RAZA ESPAÑOLA

DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN EL CABALLO DE PURA RAZA ESPAÑOLA

LUGAR DONDE LABORA (COMUNIDAD AUTONOMA)\*

- ANDALUCIA
- ARAGON
- ASTURIAS
- ISLAS BALEARES
- CANARIAS
- CANTAURA
- CASTILLA-LA MANCHA
- CASTILLA Y LEON
- CATALUÑA
- COMUNIDAD VALENCIANA
- EXTREMADURA
- GALICIA
- LA RIOJA
- COMUNIDAD DE MADRID
- COMUNIDAD FLORAL DE NAVARRA
- PAIS VASCO
- REGION DE MURCIA

**Figura N.º 4.-** Encuesta deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española.

Una vez estimado el tamaño de la muestra, los datos recopilados fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando una hoja electrónica (EXCEL, Microsoft 2007). Se realizó una estadística descriptiva a todos los datos recopilados (incluyo media, desviación estándar y varianza). Adicionalmente se estimó el Coeficiente de Correlación (Morales Briceño et al, 2014) entre las variables grado de deformidad del cuello, medidas del cuello (diámetro y largo), edad, sexo, raza, peso corporal, instalaciones, tipo de manejo, altitud de los comederos, tipo de alimentación, intensidad del ejercicio y color de la capa. En todos los casos solo fueron considerados significativos aquellos valores de  $P < 0,05$  (Gómez-Biedma, et al, 2001).

$$\text{Correlación}(r) = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\text{Sqrt}([N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2])}$$

dónde

N = Número de valores o elementos

X = Puntuación Primero

Y = Puntuación Segunda

$\Sigma XY$  = Suma del producto del primer y segundo resultado

$\Sigma X$  = Suma de las puntuaciones de Primera

$\Sigma Y$  = Suma de las puntuaciones de segunda

$\Sigma X^2$  = Suma de cuadrados Puntuación Primero

$\Sigma Y^2$  = Suma de cuadrados Resultados de segunda

Por último, se estimó la depreciación únicamente para el caballo Pura Raza Española, calculada por los tres métodos línea recta, reducción de saldo y suma de los dígitos.

### 1.3.- Resultados y Discusión

Se estudiaron a un total de 4.651 caballos (*Eqqus caballus*), en las Comunidades de Andalucía (2.379/4.651) y Extremadura (2.272/4.651). Las razas consideradas fueron: Pura Raza Española 1.481/4.651, Cruzados 1.387/4.651, Hispano-Árabe 1.030/4.651 y Lusitano 753/4.651. La deformación del borde dorsal del cuello (Cuello de gato o cresty neck), se observó en 409 caballos, con una incidencia en la población estudiada de 8,79 %.



Figura 4



**Figura N.º 5.-** Caballo Pura Raza Española de sexo macho entero, de 10 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral parcial izquierda) (Sevilla, Andalucía). **Figura N.º 6.-** Caballo Cruzado de sexo macho castrado, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral total derecho) (Higuera La Real, Extremadura).

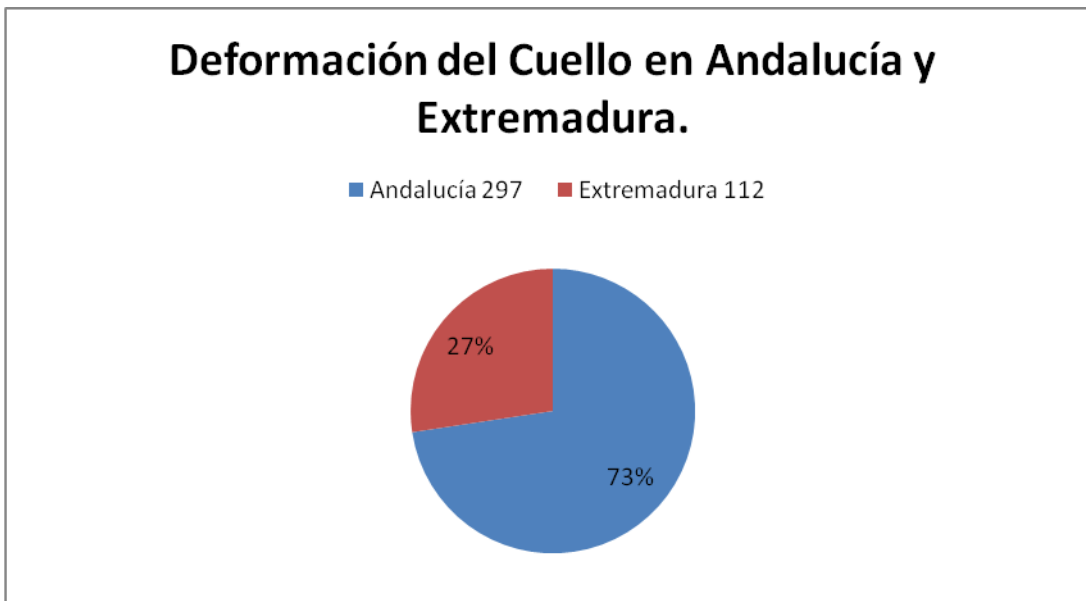
Los defectos generales en el caballo de Pura Raza Española que penalizan su calificación con grado correlativo con su intensidad se pueden clasificar como generales y regionales; dentro de éstos, se considera que el cuello demasiado corto, de baja inserción o compacto en su unión con la cabeza. La presencia de “gato” o “gatillo” y el cuello de ciervo, determinan la descalificación total (Sánchez-Belda, 1995). La cresta del cuello es un defecto común en caballos Pura Raza Española y afecta al 8,89 % de la población mundial (Sánchez, et al, 2016). Otros estudios reportan una prevalencia de 4,80 % (45/938 casos), siendo un problema exclusivo del caballo PRE (López et al, 2010).

Esta condición patológica afecta a un gran número de caballos Pura Raza Española y otros de tipo “Barroco” con un cuello largo y una abundante crin (por ejemplo: Lusitano, Morgan, Paso Fino) (Sánchez, et al, 2016). Estos resultados coinciden con los reportados en caballos de Pura Raza Española; sin embargo, en otras razas como la Hispano-Árabe, la Lusitana y caballos cruzados, se puede observar la deformación del borde dorsal del cuello, con cierta frecuencia.

En relación al sexo, el 59 % fueron machos (2.723/4.651); es necesario mencionar que los machos castrados fueron aproximadamente el 72 % (1.954/2.723) y machos no castrados el 28 % (769/2723), y las hembras el 41 % (1.928/4.651). Destacamos que el 67 % de los machos presentó deformación del borde dorsal del cuello (274/409), mientras que las hembras presentaron un 33 % (135/409). Esta condición afecta a una hembra (10/45, 22,22 %) por cada tres machos (35/45, 77,78 %), con una edad media de presentación de 5,60 +/- 2,74 años (Ruíz López et al, 2010).

La edad media de presentación de la deformidad del borde dorsal del cuello mostró variaciones en cuanto a las razas estudiadas; a continuación se describe que en Pura Raza Española y Cruzados se observó a partir de los 10 años, 73 %, mientras que en la Hispano-Árabe y en Lusitanos, entre 14-15 años, 27 %. En las razas Española y Lusitana se observó a partir de los 8 años, incrementándose con la edad, mientras que en las razas Hispano-Árabe, a partir de los 10 años y en los Cruzados, desde los 12 años de edad (Morales, Méndez, Escamilla, et al, 2016).

La deformación del borde dorsal del cuello presentó una incidencia en caballos Pura Raza Española de 55 % (223/409), en equinos cruzados, 19% (76/409), en Hispano-Árabes, 14 % (57/409) y en Lusitanos, 12 % (53/409). Estudios recientes en España y Portugal sugieren que la mayor severidad de la deformación (Grados 4-5), se presentó en caballos de Pura Raza Española (17 %), en Lusitanos (6 %), en Hispano-Árabes (6 %) y en Cruzados (7 %) (Morales, Méndez, Escamilla, et al, 2016). En relación al lugar geográfico analizado, se observó que hay mayor número de caballos con deformidad en Andalucía, un 73 % (297/409), mientras que en Extremadura, un 27 % (112/409).



**Gráfica N.º 1.-** Incidencia de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura.

La correlación entre el grado de deformidad con respecto a la edad fue de 0,8262, mientras que para el grado de deformidad y las medidas del cuello fue de 0,6429 (Morales, Méndez, Escamilla et al, 2016). La edad, sexo, color del pelaje y área geográfica estaba significativamente asociada con el grado de cresta del cuello (Sánchez et al, 2016). Otros estudios sugieren que la cresta del cuello en la misma población de caballos puede presentar variaciones dependiendo de la época del año, invierno y verano (Giles et al, 2015), sin embargo, esta variable no fue considerada en el presente estudio. Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la tabla 1.

**Tabla N.º 1.-** Resultados del número de caballos por raza, grado de deformidad, sexo, edad, medidas del cuello y peso corporal (DE: Desviación Estándar).

Équidos	Grado Deformidad Cuello	Porcentaje Deformidad Cuello	Sexo		Edad Años	Medidas Cuello cm.	Peso Kg.
			M	H			
<b>Pura Raza Española</b>	0	23 % (339/1481)	172	167	1-4	120 DE 0,67	395 DE 1,05
	1	26 % (387/1481)	202	185	5-7	123 DE 0,66	456 DE 0,78
	2	20 % (291/1481)	161	130	8-10	133 DE 0,87	525 DE 0,66
	3	16 % (241/1481)	145	96	8-15	135 DE 0,56	550 DE 1,15
	4	8 % (126/1481)	84	42	10-15	139 DE 0,82	547 DE 0,56
	5	7 % (97/1481)	61	36	15-20	142 DE 0,84	490 DE 0,70
<b>Cruzados</b>	0	30 % (420/1387)	281	139	1-4	117 DE 0,96	320 DE 0,66
	1	26 % (366/1387)	188	178	5-7	122 DE 0,82	350 DE 1,59
	2	24 % (332/1387)	192	140	8-10	124 DE 0,87	402 DE 1,44
	3	14 % (193/1387)	102	91	8-12	127 DE 0,63	459 DE 1,49
	4	4 % (51/1387)	36	15	10-14	129 DE 1,50	491 DE 3,43
	5	2 %	21	4	15-20	132 DE 2,45	498 DE 0,87

		(25/1387)					
<b>Hispano-Árabe</b>	0	31 % (323/1030)	183	140	1-7	112 DE 1,34	287 DE 1,07
	1	26 % (272/1030)	151	121	8-12	114 DE 1,05	301 DE 0,66
	2	22 % (226/1030)	127	99	8-14	119 DE 0,78	391 DE 0,56
	3	15 % (152/1030)	91	61	10-12	123 DE 1,05	414 DE 0,87
	4	4 % (37/1030)	21	16	14-20	126 DE 1,17	451 DE 0,84
	5	2 % (20/1030)	18	2	15-20	128 DE 0,82	473 DE 0,97
<b>Lusitanos</b>	0	26 % (197/753)	142	55	5-8	104 DE 0,78	281 DE 1,07
	1	25 % (192/753)	121	71	9-12	108 DE 0,87	296 DE 0,82
	2	24 % (183/753)	113	70	13-15	110 DE 0,78	316 DE 1,17
	3	17 % (128/753)	78	50	12-15	114 DE 0,56	350 DE 103
	4	5 % (35/753)	21	14	15-20	117 DE 1,05	399 DE 0,78
	5	3 % (18/753)	12	6	18-20	122 SD 0,82	428 DE 0,73

La correlación entre la raza, el grado de deformidad y la edad fue positiva,  $r=0,99$  ( $P<0,05$ ), así como la correlación entre la edad y las medidas del cuello,  $r=0,96$  ( $P<0,05$ ). Respecto al grado de deformidad del caballo de Pura Raza Española y las medidas del cuello, se observó una

correlación positiva,  $r=0,97$  ( $P<0,05$ ) que también fue positiva para los caballos Cruzados, para caballos Hispano-Árabes y para caballos Lusitanos,  $r=0,99$  ( $P<0,05$ ). La raza, el grado de deformidad y las medidas del cuello mostraron una correlación positiva, indicando que, el Pura Raza Española tiene  $r=0,68$ , los Cruzados,  $r=0,98$ , los Hispano-Árabes,  $r=0,97$  y los Lusitanos,  $r=0,98$  ( $P<0,05$ ).

En un reciente estudio realizado en caballos de España y Portugal, la correlación entre el grado de deformidad con respecto a la edad fue de 0,8262, mientras que para el grado de deformidad y las medidas del cuello fue de 0,6429 (Morales, Méndez, Escamilla, et al, 2016).

Estos resultados determinan una asociación entre la raza, las medidas del cuello y el peso, en el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello; la interacción de la raza, la conformación y las medidas del cuello, así como el peso, predisponen al desarrollo de la deformación del cuello, pudiendo jugar un papel importante en acumulación de grasa en la región dorsal del cuello, el engrosamiento y su posterior deformación. Por lo tanto, coinciden con las publicaciones revisadas en la literatura, que describen la cresta del cuello como un defecto frecuente en los caballos de Pura Raza Española, asociado con la edad, el sexo, el color de la capa y otros rasgos de conformación, con un nivel moderado de heredabilidad (Sánchez, et al, 2016).

Sin embargo, los resultados obtenidos evidencian que este defecto en la región dorsal del cuello, se puede observar en otras razas como Lusitana, Hispano-Árabe e inclusive en caballos de raza Cruzada, asociado con la raza, la edad y el peso, con mayor incidencia en équidos de sexo macho, 67 % que en yeguas, 33 %.

En relación al color de la capa y el grado de deformidad del cuello se observó una importante incidencia de deformidad del cuello en caballos de capa Torda, 43 % (174/409 Desviación Estándar 36,48), seguido de la capa Castaña, 24 % (100/409 Desviación Estándar 22,18), Alazán 17 % (71/409 Desviación Estándar 13,30) y Zaino 16 % (64/409 Desviación Estándar 11,10).

Estos resultados coinciden con los encontrados en la revisión de la literatura, donde los caballos de capa Torda (grises), presentaron mayor puntuación de cresta del cuello que los de las capas Castaña, Negra y otras capas (Sánchez et al, 2016). Es importante considerar el color de la capa en los equinos, dado que algunos genes son responsables de la capa básica Alazana, Castaña y Negra. El gen Extensión (E) y el gen ASIP (A), son los responsables de las coloraciones básicas en el caballo a través de su acción sobre la melanina (Bartolomé et al, 2015).



El gen Extensión (E), codifica el Receptor I de la melanocortina o receptor de la Hormona Estimuladora de los Melanocitos; este receptor controla el nivel de Tirosinasa dentro de los melanocitos para la síntesis de melanina, por lo tanto, altos niveles de Tirosinasa determinan las capas oscuras como Castaña y Negra, mientras que sus bajos niveles, dan lugar a la capa Alazana (Bartolomé, et al, 2015). Por lo tanto, para las capas Castaña y Negra, el caballo debe ser portador del gen del alelo E del gen Extensión, si el caballo es portador de dos alelos e del gen ee, así como un alelo e<sup>a</sup> presentará una capa Alazana.

El gen ASIP (Agouti signalling protein), codifica la proteína Aguti que es la antagonista del Receptor I de la melanocortina, por lo tanto, controla la distribución del pigmento negro; para que este gen se pueda expresar, debe ser portador de, al menos un alelo E en el gen Extensión, dando lugar a las capas Castaña y Negra, ya que de lo contrario, el animal sería Alazán. La determinación del gen ASIP (A), tiene una doble importancia; por un lado, debido a la dificultad de diferencias entre caballos fenotípicamente castaños muy oscuros, de caballos negros, y por otro lado, porque de esta forma podemos saber si caballos castaños podrán tener descendencia de capa negra, al detectar caballos heterocigotos.

El gen Grey (G), es el responsable de la capa Torda que está ampliamente distribuida en las razas equinas españolas. El gen G tiene un tipo de herencia autosómica dominante (alelos dominantes y recesivos G y g respectivamente); cuando un animal es, al menos portador de un alelo G, independientemente de cuál sea el otro alelo, presentará la capa Torda; este gen enmascara la acción del resto de los genes. Los portadores de dos alelos gg, no serán Tordos (Bartolomé et al, 2015). Esta información previa nos permite inferir que los caballos de capa Tordo presentan un tipo de herencia autosómica dominante, mientras que en los caballos de capa Alazán, existe una relación de dominancia (Epistasia); las capas Castaña y Negra presentan un tipo de herencia dominante, condición que pudiera estar asociada a la deformación del borde dorsal del cuello; sin embargo el coeficiente de correlación entre el grado de deformidad y el color de la capa en los caballos estudiados, fue negativo en todas las capas:  $r=-0,727$  ( $P<0,05$ ) para la capa Alazana, para la capa Castaña  $r=-0,779$ , para la capa Torda  $r=-0,831$  ( $P<0,05$ ) y para la capa Zaina  $r=-0,934$  ( $P<0,05$ ).

El nivel de correlación entre la raza y el pelaje también fue negativo, de -0,95 para la capa Alazana,  $r=-0,963$  para la capa Castaña,  $r=-0,656$  para la capa Torda y  $r=-0,951$  para la capa Zaina ( $P<0,05$ ).

La variación del tamaño del equino ha sido recientemente descubierta; sin embargo, la base de los caracteres de conformación y locomotrices del caballo no son conocidos, es decir, que son obstaculizados por la compleja arquitectura genética, los rasgos cuantitativos y la falta de datos fenotípicos (Sevane et al, 2016). Esta variabilidad del tamaño del equino pudiera influir de manera directa sobre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello, así como otras patologías, no solo en el caballo Pura Raza Española, sino en otras razas influenciadas por la raza Española, como Lusitano, Hispano-Árabe, Paso Colombiana, pero también en otras razas, como Falabella, Pony Shetland y caballos Miniatura como ha sido descrito, posiblemente asociado a la condición corporal específicamente la obesidad y a la disminuida actividad atlética que desarrollan estos équidos (Morales Briceño et al, 2014).

La vinculación entre genes puede funcionar solo si los genes que controlan los caracteres están localizados en cromosomas diferentes; los genes vinculados no funcionan de forma independiente en la herencia. La vinculación es la asociación de los genes en su herencia debido a que están localizados en el mismo cromosoma. Diez loci fueron asociados con diferentes tipos de caracteres de conformación y locomoción (LCORL/NCAPG, HMGA2, USP31, MECR, COL24A1, MGP, FAM184B, PTH1R, KLF3 and SGK1) y el LCORL/NCAPG para su asociación con el tamaño en el caballo; además la implicación de muchos genes en las respuestas, tanto inmune como respuesta inflamatoria y responsable del crecimiento celular y procesos de osificación, refuerza el papel que estos mecanismos tienen influencia en la etiología de la OC (Osteocondrosis), así como su reflexión sobre la conformación general individual (Sevane et al, 2016).

En el caballo se han llegado a identificar hasta un total de 27 tipos de alteraciones cromosómicas, todas ellas con incidencias en diferentes aspectos clínicos (Rodero-Franganillo et al, 1995). En otras razas de caballos, se han descrito algunas enfermedades asociadas a su base genética, identificando alguno de los genes asociados, como en el caso de caballos de raza Friesian (Frisonas), donde reportan que la causa más probable de hidrocefalia por estenosis del foramen yugular, así como el enanismo en esta raza, puede deberse a una mutación genética de tipo autosómica recesivo (Sipma et al, 2013).

En caballos de raza Árabe, se ha descrito la base genética de algunas patologías como la Inmunodeficiencia Combinada Severa (Severed Combined Immunodeficiency), Síndrome del Potro Lavado (Lavender Foal Syndrome), Abiotrofia Cerebelar (Cerebellar Abiotrophy), Occipital-Atlanto-

Axial Occipital Malformación (Occipital-Atlanto-Axial Malformation), Epilepsia Idiopática Juvenil (Juvenil Idiopathic Epilepsy) y la Bolsa Gutural Timpánica (Guttural Pouch Tympany).

También ha sido descrito un desorden genético autosómico, por una mutación en el gen del receptor de Endotelina tipo B (EDNRB), prevalente en el Caballo de Raza Pinto (American Paint Horse), pero también se puede presentar en otras razas, denominado Síndrome Blanco Letal (Lethal White Syndrome) o Blanco-overo Síndrome Letal (Overo Lethal White Syndrome). Los caballos que son heterocigotos para el gen asociado a este síndrome, exhiben un patrón de color manchado “pio” o “pio-overo”, condición que produce trastornos en la digestión por afección directa del colon. Los portadores sanos son heterocigotos (tienen una copia del alelo con la mutación), pero ambos progenitores deben ser portadores de una copia del alelo LWS, para que se pueda producir este síndrome en su progenie.

Es necesario mencionar una posible asociación entre el Síndrome Metabólico Equino (SME), donde se manifiesta de manera marcada la cresta del cuello, en algunas razas de caballos nórdicos en comparación con caballos de sangre fría y de sangre caliente, principalmente diferencias en la sensibilidad a la insulina (Morgan, et al, 2015). La deformación del borde dorsal del cuello presenta interacciones genéticas y ambientales complejas. A continuación, se presentan en la Tabla N.º 2, los resultados de la raza, grado de deformidad y la capa o pelaje.

**Tabla N.º 2.-**Resultados de la incidencia de la raza, el grado de deformidad del borde dorsal del cuello y capa de los caballos. \*El color de la capa consideradas fueron: A: Alazán, C: Castaño, T: Tordo y Z: Zaino.

Équidos	Grado Deformidad Cuello	Capa *			
		A	C	T	Z
Pura Raza Española	0	77 (22 %)	102 (30 %)	73 (22 %)	87 (26 %)
	1	114 (29 %)	132 (34 %)	65 (17 %)	76 (20 %)
	2	119 (41 %)	82 (28 %)	52 (18 %)	38 (13 %)
	3	76 (32 %)	71 (29 %)	62 (26 %)	32 (13 %)
	4	20 (16 %)	31 (25 %)	56 (44 %)	19 (15 %)
	5	15 (16 %)	27 (28 %)	42 (43 %)	13 (13 %)
Cruzados	0	110 (26 %)	132 (31 %)	86 (21 %)	92 (22 %)
	1	112 (30 %)	115 (32 %)	66 (18 %)	73 (20 %)
	2	102 (31 %)	109 (33 %)	56 (16 %)	65 (20 %)
	3	48 (25 %)	56 (29 %)	65 (34 %)	24 (12 %)
	4	11 (22 %)	14 (27 %)	18 (35 %)	8 (16 %)
	5	10 (40 %)	2 (8 %)	12 (48 %)	1 (4 %)
Hispano-Árabe	0	106 (33 %)	89 (28 %)	59 (18 %)	69 (21 %)
	1	72 (26 %)	81 (30 %)	55 (20 %)	64 (24 %)
	2	61 (27 %)	63 (28 %)	48 (21 %)	54 (24 %)
	3	35 (23 %)	34 (23 %)	46 (30 %)	37 (24 %)
	4	8 (22 %)	10 (27 %)	12 (32 %)	7 (19 %)
	5	2 (10 %)	6 (30 %)	11 (55 %)	1 (5 %)
Lusitanos	0	32 (16 %)	37 (19 %)	75 (38 %)	53 (27 %)
	1	29 (15 %)	36 (18 %)	76 (40 %)	51 (27 %)
	2	22	47	69	45

		(12 %)	(26 %)	(38 %)	(24 %)
	3	12 (9 %)	32 (25 %)	48 (38 %)	36 (28 %)
	4	4 (11 %)	7 (20 %)	15 (43 %)	9 (26 %)
	5	1 (6 %)	3 (17 %)	8 (44 %)	6 (33 %)

Así como fueron consideradas variables como la región geográfica, la raza, el grado de deformidad, el sexo, la edad, las medidas del cuello y el peso, también se estudiaron variables asociadas al ambiente (explotación) que incluye el tipo de manejo tradicional o tecnificado, la alimentación a base de concentrado, forraje o mixto (concentrado y forraje), la infraestructura (establos o a pastoreo libre), las medidas de altitud de los comederos y el ejercicio, específicamente la intensidad del ejercicio.

En cuanto al tipo de manejo: 54 % (2.520/4.651) de los caballos son manejados por un sistema tradicional, mientras que el 46 % (2.131/4.651) son manejados por un sistema tecnificado. La infraestructura de las instalaciones mantiene las mismas proporciones de acuerdo al tipo de manejo: caballos estabulados 54 % mientras que caballos en pastoreo un 46 %. La alimentación exclusiva a base de pienso concentrado se observó en 19 % (882/4.651) de los caballos estudiados, mientras que a base solo de forraje, un 42 % (1.966/4.651), la alimentación combinada pienso (alimento concentrado) y forraje (pastoreo) 39 % (1.803/4.651).

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, motivo por el que se establecieron las tres medidas descritas, en donde los caballos comen a la altura del suelo un 46 % (2.131/4.651), básicamente los caballos que se encuentran, manejan bajo pastoreo: un 32 % (1.472/4.651) de caballos alimentados en comederos a una altitud media (entre 20-90 cm.) y un 23 % (1.048/4.651) de caballos alimentados en comederos con una altitud comprendida entre 100-160 cm. Respecto a la actividad atlética, específicamente la intensidad, se observó un 36 % (1.670/4.651) de caballos con baja actividad atlética (intensidad del ejercicio baja), un 46 % (2.131/4.651) de caballos con una intensidad de ejercicio media y por último un 18% (850/4.651) de caballos con una intensidad de ejercicio alta.

La correlación entre el grado de deformidad y el tipo de manejo fue negativa: tradicional  $r=-0,821$  ( $P<0,05$ ), mientras que para el manejo tecnificado fue de  $r=-0,812$  ( $P<0,05$ ). 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,  $r=-0,821$  y  $r=-0,812$ , ( $P<0,05$ ) respectivamente. 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 (concreto), 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 positiva de  $r=0,058$  ( $P<0,05$ ), a diferencia de la alimentación a base de forraje y el grado de deformidad, donde la correlación fue negativa  $r=-0,872$  ( $P<0,05$ ), así como también fue negativa para la alimentación mixta a base de forraje y concentrado,  $r=-0,775$  ( $P<0,05$ ). Se estudió el grado de correlación entre la alimentación a base de concentrado y la infraestructura específicamente caballos estabulados con una correlación positiva  $r=0,444$  ( $P<0,05$ ), de igual fue positiva la correlación entre la alimentación a base de concentrado y la altitud de los comederos (entre 100-160 cm.); igualmente se observó una correlación positiva entre la alimentación a base de concentrado y la baja intensidad de ejercicio,  $r=0,121$  ( $P<0,05$ ).

Estos resultados parecen indicar que una de las prácticas comunes de alimentación a base de pienso (alimento concentrado), aproximadamente 6 kg de pienso distribuidos en dos raciones en el caballo estabulado, con comederos con una altitud comprendida entre 100-160cm., 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, dadas 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, lo cual representa un factor de riesgo en el desarrollo del Síndrome Metabólico Equino.

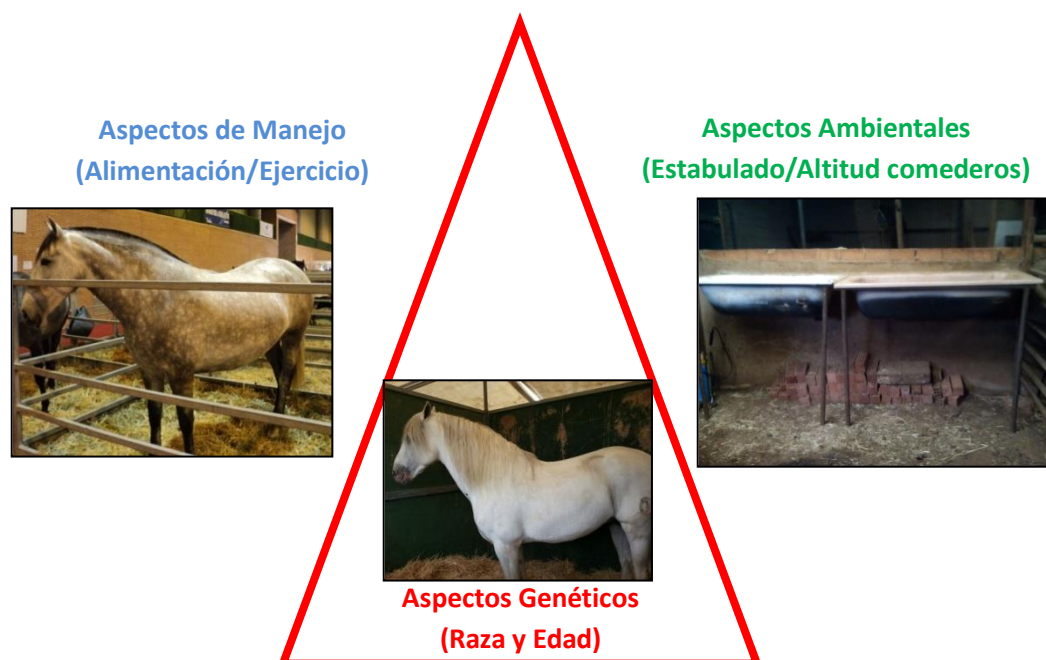
La altura de los comederos y el grado de deformidad fueron analizados, mostrando una correlación negativa  $r=-0,812$  ( $P<0,05$ ), para los caballos que se alimentan a nivel del suelo

(pastoreo o comederos a nivel del suelo), resultados similares  $r=-0,833$  ( $P<0,05$ ) para los caballos que se alimentan a nivel de una altura media (entre 20-90 cm.), al igual que los caballos alimentados (con comederos de una altitud entre 100-160cm),  $r=-0,758$  ( $P<0,05$ ). La intensidad del ejercicio baja y el grado de deformidad del cuello mostró una correlación negativa  $r=-0,777$ ; también fue negativa para la intensidad del ejercicio moderada  $r=-0,812$  ( $P<0,05$ ) al igual que para el ejercicio con alta intensidad  $r=-0,772$  ( $P<0,05$ ). A continuación, incluimos un esquema explicativo de los factores que influyen directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en caballos, y se presentan los resultados en la Tabla número 3.

**Tabla N.º 3.-** Resultados de la incidencia del grado de deformidad, condiciones de manejo, alimentación, infraestructura, comederos y actividad atlética. T: manejo tradicional. AT: manejo altamente tecnificado. C: concentrado. F: forraje. MX: mixto. E: establo. P: pastoreo. B: intensidad ejercicio baja. M: intensidad ejercicio media. A: intensidad ejercicio alta. Comederos AS: altura del suelo (nivel suelo). AM: altura media 20 cm-90 cm. AA: mayor altura 100 cm-160 cm.

Grado Deformidad Cuello	Manejo		Alimentación			Infraestructura		Comederos			Ejercicio		
	T	AT	C	F	MX	E	P	AS	AM	AA	B	M	A
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
4	44	82	85	14	27	44	82	82	12	32	25	82	19
5	26	71	68	09	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
3	119	74	45	48	100	119	74	74	48	71	81	74	38
4	15	36	39	02	10	15	36	36	06	09	10	36	05
5	05	20	13	01	11	05	20	20	02	03	04	20	01
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
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

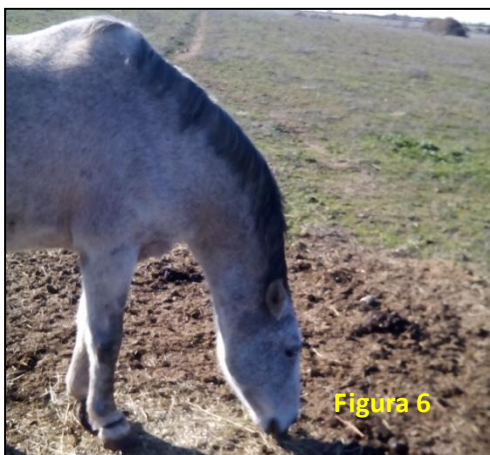
4	12	25	21	06	10	12	25	25	04	08	08	25	04
5	06	14	16	01	03	06	14	14	01	05	05	14	01
0	109	88	21	100	76	109	88	88	78	31	57	88	52
1	97	95	19	96	77	97	95	95	59	38	51	95	46
2	78	105	35	53	95	78	105	105	47	31	49	105	29
3	59	69	29	48	51	59	69	69	31	28	38	69	21
4	11	24	18	07	10	11	24	24	04	07	08	24	03
5	05	13	12	02	04	05	13	13	01	04	04	13	01



**Esquema N.º 1.-** Factores que influyen directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en caballos.

La raza, la edad y las medidas del cuello influyen directamente sobre el grado de deformidad del cuello en los caballos estudiados. La alimentación a base de pienso (alimento concentrado), influye 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, altitud de los comederos en los establos (entre 100-160 cm. de altitud) y baja intensidad del ejercicio son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos.





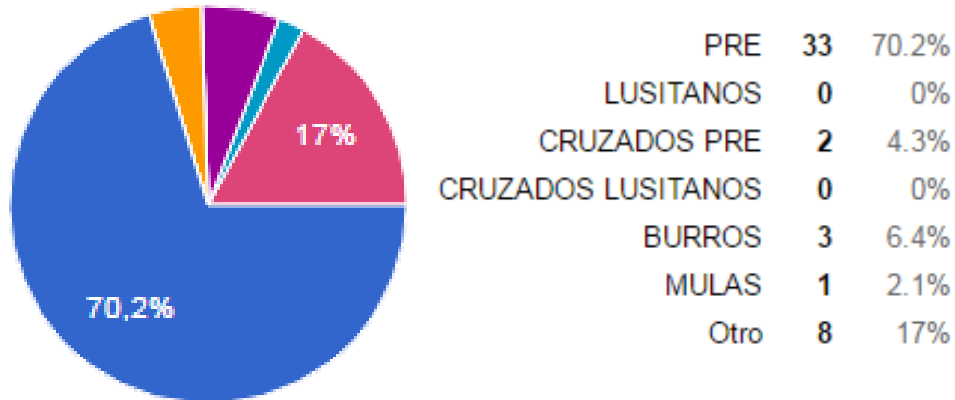
**Figura N.º 6.-** Yegua Torda, raza Cruzada, 12 años de edad, bajo manejo sistema tradicional pastoreo, alimentación a base de forraje al nivel del suelo (Grado 0) y moderada actividad atlética (Fregenal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 7.-** Caballo Zaino, raza Cruzada, entero, 8 años de edad, bajo manejo sistema tecnificado, en establo alimentación a base de concentrado, comedero altitud 100-160 cm. (140 cm.) (Grado 4) y escasa actividad atlética (Huelva, Andalucía).

Las encuestas son una importante herramienta de investigación para evaluar los patrones de la práctica y experiencia de veterinarios (Morales et al, 2016). En la literatura médica, exámenes de práctica se utilizan cada vez más en especialidades como cirugía y patología, en el caso de la deformación del borde dorsal del cuello, ya que se caracteriza por la falta de suficiente literatura basada en la evidencia, debido a la anomalía de las condiciones tratadas (Morales et al, 2016).

En la encuesta realizada participaron en total 22 veterinarios especialistas en equinos. En relación al lugar geográfico de cada uno de los participantes: Andalucía 82 %, Comunidad Valenciana 9 %, Extremadura 5 %, Otras comunidades 1 %.

En relación a la deformación del borde dorsal del cuello, el 100 % de los veterinarios que participaron en la encuesta, conoce esta patología. Esta condición tiene relevancia en los veterinarios practicantes en equinos, ya que representa una condición excluyente de competencias morfológicas y doma en caballos como el Pura Raza Española, el Lusitano e inclusive el Hispano-Árabe, por lo tanto es causa de preocupación entre criadores, propietarios, entrenadores y clínicos.

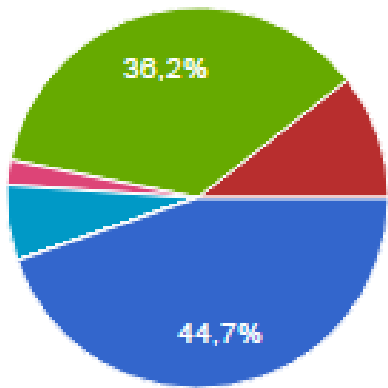
En la siguiente grafica se puede apreciar la prevalencia de la deformación del borde dorsal del cuello en el caballo de Pura Raza Española 70 %, 17 % otras razas y e inclusive caballos cruzados con Pura Raza Española 4 %, burros 6 % y mulos 2 %.



**Gráfica N.º 2.-** Resultados de la prevalencia de la deformación del borde dorsal del cuello de acuerdo a la raza. Encuesta a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE).

El número de casos observados/atendido/diagnosticados entre los encuestados, varía entre 5-250 casos de acuerdo, mientras que los resultados obtenidos en nuestro estudio describen un total de 409 casos. La edad promedio oscila entre 4-12 años y el 100 % de sexo macho (Morales et al, 2016). Esto evidencia marcadas diferencias, ya que la deformación del borde dorsal del cuello fue observada en machos y en hembras, mientras que la edad para la deformación se observó a partir de los 10 años, proporcional a la edad.

Las posibles causas de la deformación del borde dorsal del cuello, de acuerdo a los encuestados, se describen a continuación: genético 36 %, obesidad 5 % y otras 9 %, todas las anteriores 50 % (comprende genético, manejo, ambiental, actividad física, nutrición, metabólico y obesidad). A continuación, se presentan en la siguiente gráfica.



GENETICO	21	44.7%
MANEJO	0	0%
AMBIENTAL	0	0%
DISMINUCION DE LA ACTIVIDAD FISICA	0	0%
NUTRICION	0	0%
METABOLICO	3	6.4%
OBESIDAD	1	2.1%
TODAS LAS ANTERIORES	17	36.2%
Otro	5	10.6%

**Gráfica N.º 3.-** Resultados de las posibles causas de la deformación del borde dorsal del cuello. Encuesta realizada a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE).

Dadas estas variables, todas fueron consideradas en este estudio; en los resultados se puede apreciar que la mayoría de los encuestados mencionan una base genética como la principal causa 45 %, sin embargo, se ha podido observar una importante incidencia en caballos cruzados, que no son de raza pura; por lo tanto, es un factor a considerar en un estudio genético. En segundo lugar, el 36 % considera que los factores asociados a la deformación del borde dorsal del cuello son de origen genético, de manejo, ambiental, disminución de la actividad física, nutrición, metabólico y obesidad. Otros factores señalados están en el 10 %, metabólico 6 % y por último la obesidad 2 %.

Los resultados observados coinciden en condiciones de manejo como el caballo estabulado, con comederos superiores entre 100-160cm. de altura, la nutrición caballos sometidos a dietas a base de pienso y disminución de la actividad atlética. El destino final de los caballos con deformación del borde dorsal del cuello: son excluidos de la reproducción 55 %, se emplean para otras actividades ecuestres 27 %, otro 9 %, reciben tratamiento médico-quirúrgico 5 %, son enviados a matadero 5 % (Morales et al, 2016).

Los resultados obtenidos de la encuesta a propietarios/centros de cría en Andalucía y Extremadura, España, estiman el costo promedio de un potro Pura Raza Española entre 6 meses a 4 años de edad, es de 1550 € aproximadamente. El promedio de gasto anual por caballo oscila entre 1.750 €, en ambos lugares. La depreciación para el caballo Pura Raza Española calculada por los tres métodos (línea recta, reducción de saldo y suma de los dígitos), fue similar, no observándose diferencias significativas.

Sin embargo, se incrementa la depreciación estimada para 4 años en el caballo adulto de manera proporcional al costo inicial, detalle que se debe a que entre los 8-12 años, el caballo puede alcanzar el máximo valor, luego de participaciones en concursos morfológicos, concursos de doma y como semental o yegua destinada a la cría.

Respecto a la depreciación del caballo de Pura Raza Española con deformación del borde dorsal del cuello, estimada para un año, es bastante alta y proporcional al costo del caballo. Esto necesariamente produce grandes pérdidas económicas para los propietarios y criadores, ya que el valor de adquisición del caballo se pierde en su totalidad; sólo se compensa el valor obtenido por su venta en matadero, que representa el 0,01 % de su costo, sin tomar en cuenta el costo de mantenimiento anual. La depreciación del caballo de Pura Raza Española con deformidad del borde dorsal del cuello, estimada para 1 año, a partir del grupo etario 4-8 años, promedio 6 años donde se presenta por primera vez la cresta del cuello, se presenta en la tabla 4.

**Tabla N.º 4.-** Estimación de la depreciación del costo del caballo de Pura Raza Española con deformación del borde dorsal del cuello, mediante tres métodos (línea recta, reducción de saldo y suma de los dígitos), costo del caballo por grupo etario (4-20 años).

Clasificación	Valor Inicial Promedio	Salvamento Valor Activo/Rescate	Método Línea Recta	Método Reducción de Saldo (5 %)	Método de la Suma de los Dígitos
Caballos en <u>Doma</u> (4-8 años).	8750 €	400 €	8350 €	8350 €	7951 €
Caballos <u>Adultos</u> (8-12 años).	53275 €		52875 €	52875 €	52875 €
Caballos <u>Maduros</u> (12-20 años).	22400 €		22000 €	22000 €	22000 €

Se estimó la depreciación por los tres métodos Línea Recta, Reducción de Saldo y Suma de los Dígitos para un año luego de la presentación de la deformación del borde dorsal del cuello.

Método de reducción de saldo 3 % (Strang, et al, 1990); Valor de Rescate y Salvamento del Valor Activo: 400 € por el costo a nivel de matadero.

#### **1.4.- Conclusiones.**

##### **PRIMERA:**

La deformación del borde dorsal del cuello presentó una incidencia general del 9 %, en la Comunidad Autónoma de Andalucía el 67 % fueron machos y el 33 % hembras, mientras en Extremadura, el 73 % fueron machos y el 27 % hembras.

##### **SEGUNDA:**

Respecto a la raza la mayor relevancia fue en caballos Pura Raza Española con el 55 % y 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. La raza, la edad y las medidas del cuello, influyen directamente sobre el grado de deformidad del cuello en los caballos estudiados.

##### **TERCERA:**

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 100-160 cm. de altura) y baja intensidad del ejercicio son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos.

##### **CUARTA:**

La depreciación del caballo de Pura Raza Española con deformación del borde dorsal del cuello, estimada para un año, es bastante alta y proporcional al costo del caballo por la pérdida total; solo se compensa el valor obtenido por su venta en matadero que representa el 0,01 % de su costo, sin considerar el costo de mantenimiento anual.

### 1.5.- Referencias.

- Bartolomé E, Goyache F, Molina A, Cervantes I, Valera M, Gutiérrez JP. Pedigree estimation of the (sub) population contribution to the total gene diversity: the horse coat colour case. *Animal*: 4(6): 867-75. 2010.
- Cabezas A. Extremadura presenta al Sector el Plan Estratégico Equino. Agronew Castilla y Leon. 1 Octubre, 2016. Disponible en: <https://www.agronewscastillayleon.com/extremadura-presenta-al-sector-el-plan-estrategico-del-equino>.
- Calero Carretero R, Calero Bernal R. La cria caballar entre 1741 y la actualidad su especial significacion em Extremadura. Secretaria General Consejeria de Agricultura y Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energia. Gobierno de Extremadura. Junio, 2013.
- Candia R, Caiozzi G. Intervalos de Confianza. *Revista Médica de Chile*: 133 (9): 1111-1115. 2005.
- Carter RA, Geor RJ, Staniar WB, et al. Apparent adiposity assessed by Standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Veterinary Journal*: 179 (2): 204-210. 2009.
- Diez de Castro E, Pineda Martos C, Martin Cuervo M, Quintero Felices S, Méndez Vázquez N, Aguilera Tejero E. Valoracion de obesidad y resistencia a la insulina en el Caballo de Pura Raza Española (PRE). *Equinus*: 34 Tercer Cuatrimestre: 58-75. 2012.
- Frank N, Elliot SB, Brant LE and Keisler DH. Physical characteristics, blood hormone concentration, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal American Veterinary Medical Association*: 228 (9): 1983-1390. 2006.
- García-García J, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Sample size calculation in medical education research. Investigación en Educación Médica*: 2(8): 217-224. 2013.
- Giles Sarah, Nicol C, Rands S, Harris P. Assessing the seasonal prevalence and risk factors for nuchal crest adiposity in domestic horses and ponies using the Cresty Neck Score. *BMC Veterinary Research*: 11: 13. 2015.
- Gómez-Biedma S, Vivó M, Soria, E. Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista de Diagnóstico Biológico*: 50(4): 207-218. 2001.

- López I, Armengou L, Chamizo V, Valdés M, López Rivero J. Deformación del borde dorsal del cuello en caballos de pura raza española: incidencia y aspectos clínicos. *Equinus: publicación de información y práctica veterinaria equina*: X (26). 2010.
- Lowell Dworin of the Office of Tax Analysis, Strang W, Yuskavage R, Brazell D, Greene C. 1990.
- Morales, A, Méndez, A, Pérez-Arévalo, J. (2013). Estudio preliminar del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Colombiana en Caracas-Venezuela. *Analecta Veterinaria*: 33(2): 20-23. 2013.
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J. Estudio comparativo del borde dorsal del cuello en equinos miniatura *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*: 8(2):49-60. 2014.
- Morales A, Méndez A, Pérez Arévalo J. Infiltrative lipomatosis in the neck and colon of a Spanish Pure Breed Horse. *Brazilian Journal Veterinary Pathology*: 8(1): 170-173. 2015.
- Morales A, Méndez A, Pérez J. Encuesta acerca de la deformación del borde dorsal del cuello en équido. *Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba*. 56. 2016.
- Morales-Briceño A, Escamilla-Sánchez A, Méndez-Sánchez A, Pérez-Arévalo A, Méndez-Angulo J. Poster D 28: Modified biopsy technique and histopathological grades for cresty neck in Spanish Purebred horse. *Annual Meeting American College of Veterinary Pathologist. New Orleans, Louisiana, USA*. 2016.
- Morgan R, Keen J, McGowan C. Equine metabolic syndrome. *Vet Rec*: 15: 177(7):173-9. 2015.
- Reuelta J. Estudio del impacto del sector ecuestre en España. *Real federación Hípica Española*. Junio 2013.
- Rodero-Franganillo A. Índice de conservación genética en la estirpe Cartujana del caballo de Pura Raza Española. *Revista de fomento social*: ISSN 0015-6043, Nº 199. 1995.
- Rose RJ, Hodgson, D. *Manual of equine practice*. Wb Sanders Company, Harcourt Brace Jovanovich. Inc. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. 130-132. 1995.
- Sánchez-Belda A. *Razas Españolas Ganaderas Caballares*. 1995.
- Sánchez Bazán R. Aproximación a la caracterización demográfica del sector equino en Andalucía. *Máster Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada*. Enero, 2011.

-Sánchez M, Azor P, Molina A, Parkin T, Rivero J, Valera M. Prevalence, risk factors and genetic parameters of cresty neck in Pura Raza Español horses. *Equine Veterinary Journal*: 2016.

XIII Curso Internacional de Córdoba Medicina Deportiva Equina, 2011.

-Sevane N, Dunner S, Boado A, Cañón J. Candidate gene analysis of osteochondrosis in Spanish Purebred horses. *Animal Genetic*: 47(5):570-8. 2016.

-Sipma KD, Cornillie P, Saulez MN, Stout TA, Voorhout G, Back W. Phenotypic characteristics of hydrocephalus in stillborn Friesian foals. *Veterinary Pathology*: 50(6):1037-42. 2013.



## **CAPÍTULO 2.- Estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura, España.**

### **2.1.- Introducción y objetivos.**

La gran mayoría de burros en el mundo (Probablemente más del 95%) se utilizan específicamente para trabajo (Starkey y Starkey, 1997). Su función más común es el transporte, ya sea “montar a caballo”, transportar el paquete o tirar de los carros. También pueden utilizarse para laboreo agrícola. En ciertos países pueden ayudar a la trilla, la elevación del agua, fresado u otras operaciones. Los sistemas para poseer y trabajar animales varían de un país a otro país (Starkey y Starkey, 1997).

La población de burros no está distribuida uniformemente alrededor del mundo, pues la mayoría de los burros se encuentran en zonas semiáridas y montañosas. Además de los 44 millones de burros de todo el mundo en 1991, también hay 15 millones de mulos y su población también ha ido en aumento, a diferencia de la población mundial de caballos (unos 60 millones) que ha estado estática durante los últimos treinta años (Starkey y Starkey, 1997). Algunos países del norte de Europa, como Alemania y el Reino Unido han tenido pequeñas pero constantes poblaciones de burros en los últimos cincuenta años. Otros, entre ellos Francia e Irlanda, han experimentado importantes caídas en las últimas décadas. La población de burros en el norte de Europa ha sido bastante constante. Históricamente los estados meridionales de la Unión Europea tenían grandes poblaciones de burros, sin embargo, los números han caído marcadamente en los últimos 50 años, como se ha visto en España (805.000 a 90.000) y en Grecia (404.000 a 110.000), pero ahora, las poblaciones parecen relativamente estables (Starkey y Starkey, 1997).

Existen aproximadamente 43 millones de burros en todo el mundo, según publicó la FAO en 2008, la mayoría proporcionando recursos de transporte en los países en desarrollo (Morrow, et al, 2011). La edad media de los burros en el Reino Unido se estima en más de 20 años y la edad promedio de fallecimiento fue de 30 años (Burden et al, 2008). En contraste, la esperanza de vida de los burros que trabajan en otros países es probablemente menor, como se desprende de un estudio realizado sobre burros asiáticos, el promedio de edad fue menos de 15 años (Morrow, et al, 2011). Según los datos de FAOSTAT 2012, la población mundial de burros fue de 44 millones. Concretamente se citan la existencia de 19,6 millones en África, 6,7 millones en América, 17,1

millones en Asia, 5,3 millones en Europa y 0,9 millones en Oceanía (FAOSTATA 2014) (Fitzum y Monzur-Ahmed, 2015); no obstante, encontramos que el número de burros también aumentó desde el año 2000 a 2012, un 5,4 %, es decir con 2,377.850 animales, aunque tuvo una reducción durante 2001, 2002, 2003, teniendo una tasa promedio de 0,42% (Fitzum y Monzur-Ahmed, 2015).

El asno, directa o indirectamente a través de sus productos mulares, ha jugado un papel históricamente importante, entre otros, en el desarrollo de la agricultura española (Rodero, et al, 1998). A pesar del empobrecimiento que ha sufrido el censo asnal en estos últimos 40 años, la riqueza en cuanto al número de nuestras razas asnales, sigue siendo notable (Rodero, et al, 1998).

Los datos de la evolución de censo equino de España, obtenidos de la página web de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, ponen de manifiesto tanto la gran importancia de dicho sector productivo en el pasado como la evolución descendiente que se ha ido produciendo de forma paulatina desde mediados del pasado siglo XX hasta la actualidad (Faostat, 2010) (Sánchez Bazán, 2011). En Andalucía desde el punto de vista censal, se han contabilizado un total de 223,321 cabezas, lo que supone el 42,30 % del total nacional. De dicha cifra, el 86,45 % corresponden a la especie caballares (193,073 ejemplares), el 5,62 % a la especie asnal (12,555 ejemplares) y 17,680 híbridos mulares, es decir, que correspondería un asno por cada 15 cabezas caballares e, igualmente, un híbrido mular por cada 11 de dichas cabezas (Bazán, 2011). No obstante, en el caso de la especie asnal, aunque Sevilla ocupa el primer lugar con el 19 % del censo, seguida de Málaga (17 %) y Huelva (17 %), se evidencia una distribución censal más uniforme para esta especie por todo el territorio Andaluz (Sánchez Bazán, 2011).

La deformación del borde dorsal del cuello en burros, también llamada “Cuello de Gato”, “Cresta del Cuello” y en inglés “Cresty Neck”, de manera anecdótica es conocida en el mundo hípico, inclusive es reconocida por todos los veterinarios especialistas en equinos en España (Morales et al, 2016). A pesar de que esta condición ha sido descrita en caballos de Pura Raza Española, los burros de raza Andaluza también la pueden presentar (Morales, et al, 2014). Siguiendo el protocolo de adiposidad para la evaluación del borde dorsal del cuello descrito para equinos (Carter, et al, 2009) y descrito para burros (Morales et al, 2015). Grado 0: No hay apariencia visual de la cresta del cuello (tejido sobre el ligamento de la nuca). No hay cresta del cuello palpable. Grado 1.- No hay apariencia visual de cresta pero se puede palpar un ligero depósito adiposo. Grado 2.- Cresta del cuello apreciable visualmente, pero el depósito de grasa se dispone equitativamente desde la nuca a la cruz. La cresta del cuello cabe en una mano y se

inclina de un lado a otro. Grado 3.- Cresta del cuello engrosada y más grande. La grasa se deposita mayoritariamente en el medio del cuello dando una apariencia de un montículo. La cresta cabe en una mano y empieza a perder flexibilidad hacia los lados. Grado 4.- Cresta del cuello muy grande y engrosada que no cabe en una mano o se mueve fácilmente de un lado a otro. La cresta del cuello puede tener arrugas o pliegues perpendiculares a la línea superior. Grado 5.- La cresta del cuello es tan grande que se cae permanentemente hacia un lado. Igualmente, esta patología se ha descrito en equinos miniatura, con mayor prevalencia en burros miniatura y enanos (Morales-Briceño, et al, 2014). En virtud de esta importante área de estudio con gran impacto en la población y producción de équidos en Andalucía y Extremadura, se plantea como objetivo, realizar un estudio epidemiológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura, España.

## 2.2.- Materiales y Métodos

El área de estudio fue la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas  $37^{\circ}23'00''\text{N } 5^{\circ}59'00''\text{O}$ ), específicamente las provincias de Córdoba, Huelva y Sevilla y la Comunidad Autónoma de Extremadura ( $39^{\circ}12'\text{N } 6^{\circ}09'\text{O}$ ), específicamente la provincia de Badajoz.



Fuente: <https://www.google.co.ve/>

**Figura N.º 1.-** Mapa de España en el cual se señala el área de estudio, Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas  $37^{\circ}23'00''\text{N } 5^{\circ}59'00''\text{O}$ ) señaladas en color rojo las provincias de Córdoba, Huelva, y Sevilla y la Comunidad Autónoma de Extremadura ( $39^{\circ}12'\text{N } 6^{\circ}09'\text{O}$ ), la provincia de [Badajoz](#).

En el caso de burros, la población estudiada fue de 853, ya que la información estimada de burros en toda España para el año 2002 fue de 127.800, mientras que en Andalucía había 24.500 burros (Europa Press, 2002). En el año 2011 se describe que en Andalucía hay un total de 12.555 burros, aproximadamente un 6,5 % de la población de équidos (Bazán, 2011). En Extremadura se totalizan 25.000 burros para el año 1996 (Rodero, et al, 1998).

Dado que no se dispone de un censo reciente, de manera aleatoria se estimaron 853 burros, en la Comunidad Autónoma de Andalucía 387/853 y en la Comunidad Autónoma de Extremadura 463/853. La información fue obtenida mediante visitas a las explotaciones de équidos simultáneamente con las evaluaciones de caballos (Total de explotaciones: Andalucía: 0,14% 100/71.068 y Extremadura 0,44% 86/19.162) y evaluaciones in situ de cada una de las explotaciones durante los años 2014-2016. Se practicó un examen clínico a cada uno de los burros mediante la inspección detallada y la palpación. Se realizó un estudio morfológico siguiendo el protocolo de adiposidad para la evaluación del borde dorsal del cuello descrito (Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Diez de Castro, et al, 2012). Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo clínico.

Los datos recopilados fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando una hoja electrónica (EXCEL, Microsoft 2007). Se realizó una estadística descriptiva a todos los datos recopilados (incluyo media, desviación estándar y varianza). Adicionalmente se estimó el Coeficiente de Correlación (Morales Briceño et al, 2014) entre las variables grado de deformidad del cuello, medidas del cuello (diámetro y largo), edad, sexo, raza, peso corporal, instalaciones, tipo de manejo, altitud de los comederos, tipo de alimentación y por último intensidad del ejercicio. En todos los casos solo fueron considerados significativos aquéllos valores de  $P < 0,05$  (Gómez-Biedma et al, 2001).

$$\text{Correlación}(r) = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\text{Sqrt}([N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2])}$$

dónde

- N = Número de valores o elementos
- X = Puntuación Primero
- Y = Puntuación Segunda
- $\Sigma XY$  = Suma del producto del primer y segundo resultado
- $\Sigma X$  = Suma de las puntuaciones de Primera
- $\Sigma Y$  = Suma de las puntuaciones de segunda
- $\Sigma X^2$  = Suma de cuadrados Puntuación Primero
- $\Sigma Y^2$  = Suma de cuadrados Resultados de segunda

Se analizaron las siguientes variables representativas de la población: cada uno de los burros fue identificado con un número mediante un orden ascendente a partir del número 1 hasta el número 853. Los datos se recogieron con identificación individual, el número de Microchip (en la tabla del cuello) y se registraron en planillas individuales los siguientes datos: identificación, número, raza, edad años (1-35 años), sexo, pelaje (Calero y Calero, 2013), examen clínico con énfasis en la región cervical (Rose y Hodgson, 1995,) grado de deformación del cuello (0-5)(Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Diez de Castro, et al, 2012), diámetro del cuello, largo del cuello, peso, actividad atlética baja (sin actividad física y trabajo), media (con actividad física 2 veces por semana/2 horas por día), alta (con actividad física con alta intensidad mínima 4 horas diaria), localización geográfica (Andalucía o Extremadura) y tipo de alimentación (pienso y forraje), tipo de manejo: tradicional, extensivo, box, instalaciones: altitud de los bebederos y comederos.



**Figura N.º 2.-** Evaluación clínica del burro estabulado (Andalucía), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (diámetro del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables. **Figura N.º 3.-** Evaluación clínica del burro en pastoreo (Extremadura), evaluación de la cresta del cuello, medidas del cuello (longitud del cuello), altitud de los comederos, manejo y otras variables.

Adicionalmente se realizó una encuesta voluntaria a veterinarios especialistas en equinos en el periodo marzo-abril 2014, gracias a la colaboración de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE), vía web (<https://docs.google.com/forms/d/1eX305yMDek4mZH1VzTZRPj6I7iykiB5U6IPIHRqFJjA/viewform/>).

La encuesta consideró el lugar geográfico (Comunidad Autónoma), conocimiento de la deformación del borde dorsal del cuello, número de casos observados/atendidos/diagnosticados,

edad promedio de los casos observados, sexo, razas, etiología y destino de los équidos diagnosticados con deformación del borde dorsal del cuello.

Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de estadístico descriptivo y fue calculado el coeficiente de correlación de las variables en estudio.

ENCUESTA DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN EL CABALLO DE PURA RAZA ESPAÑOLA

HA OBSERVADO LA DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN CABALLOS DE RAZA:\*

- PRE
- LUSITANOS
- CRUZADOS PRE
- CRUZADOS LUSITANOS
- BURROS
- MULAS
- Otro:

A QUE ATRIBUYE LA CAUSA DE LA DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO EN CABALLOS DE PURA RAZA ESPAÑOLA\*

- GENETICO
- MANEJO
- AMBIENTAL
- DISMINUCION DE LA ACTIVIDAD FISICA
- NUTRICION
- METABOLICO
- OBESIDAD
- TODAS LAS ANTERIORES
- Otro:

CUAL ES EL DESTINO DE LOS CABALLOS QUE DESARROLLAN DEFORMACION DEL BORDE DORSAL DEL CUELLO\*

- ELIMINADOS (ENVIADOS A MATADERO)

Figura N.º 4.- Encuesta deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española, incluyendo burros y mulos.

### 2.3.- Resultados y Discusión

Del total de burros estudiados, 853 (*Equus africanus asinus*), en las Comunidades de Andalucía (387/853) y Extremadura (463/853), las razas consideradas fueron: Andaluz 631/853, Catalán 56/853, Miniatura 97/853 y Zamorano-Leonesa 69/85. El catálogo Oficial de Razas de Ganado Asnal de España describe 6 razas: la Andaluza, Asno de las Encartaciones, Balear, Catalana, Majorera y Zamorano-Leonés (AGROES, 2017). Todas ellas están encuadradas en el apartado de Razas de Protección Especial, entendiéndose que se encuentran en grave regresión o en trance de desaparición (Rodero, et al, 1996). Los censos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

son generalistas, no especifican la raza, en el de 1960, se censaron 686.000 asnos y en 1974 solo 310.000 a nivel nacional, de los cuales 68.731 se localizaban en Andalucía (UGRA, 2017).

Actualmente solo quedan unos 100.000 asnos en España, de los cuales, sólo unos pocos centenares son de Puras Razas Ibéricas, ya que la mayoría están mezclados con el pollino norteafricano (1994). Es de destacar que las seis razas puras de burros españoles se encuentran amenazadas, pues hoy los expertos estiman que sólo subsisten alrededor de 50.000 ejemplares (Gómez, 2014). En determinadas regiones como la Andaluza, si se compara el censo regional total de la especie asnal con el número de animales de la Raza Asnal Andaluza sometidos a programas de recuperación, se aprecia una gran desproporción, detalle que nos plantea un panorama de elevado mestizaje, ya que no existe disponibilidad de animales puros controlados que contribuyan al aumento de la población de la Raza paralelamente al de la población asnal (Rodero, et al, 1996).

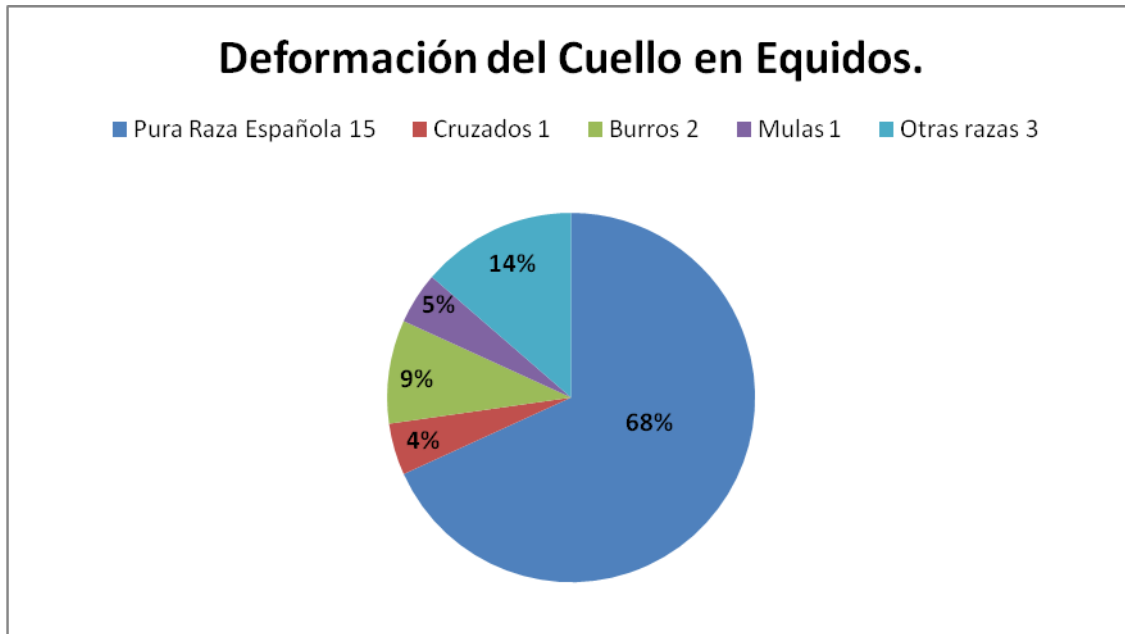
Dado el escaso número observado de burros de raza Mallorquina, en las explotaciones estudiadas de Andalucía y Extremadura, no fueron incluidas en este estudio. Sin embargo, dado el importante número de burros de raza enana/miniatura observados en ambas regiones, permitió su consideración en este estudio. Estos burros enanos/miniatura son empleados comúnmente como carruajes pequeños, así como en exhibiciones, ferias ganaderas, romerías, paseos a caballo para niños e inclusive hipoterapia.

La deformación del borde dorsal del cuello (“Cuello de Gato”), se observó en 345 burros, con una incidencia en la población estudiada de 40 %. A pesar de que esta condición ha sido descrita en caballos de Pura Raza Española, los burros de raza Andaluza también la pueden presentar (Morales Briceño, et al, 2014). En Bodonal de la Sierra, Extremadura, se cita que hay un 26 % de incidencia de casos de burros de raza Andaluza con deformación del borde dorsal del cuello (Morales Briceño, et al, 2014). Un estudio en burros enanos y miniaturas, encontró que hay una incidencia del 20 % y 52 % respectivamente (Morales Briceño, et al, 2014). Estos resultados difieren de los resultados observados, sin embargo, coinciden en una incidencia superior al 20%.

La deformación del borde dorsal del cuello presentó una mayor incidencia en burros de raza Andaluza de 70 % (242/345), en raza Miniatura 14 % (47/345), en Zamorano-Leonesa 9% (30/345) y por último en la raza Catalana el 7 % (26/345). Publicaciones anecdóticas descritas por personas ligadas al mundo hípico mencionan que existe una alta incidencia de burros e inclusive mulos con deformación del cuello o cuello de gato. Sin embargo, no fueron consideradas los



mulos/mulas para este estudio por el escaso número de ejemplares con esta condición observados en el estudio preliminar. Tal y como se describe, existe una incidencia de 9% en burros y mulos 5%, según la encuesta realizada a veterinarios especialistas de equinos Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE) (Morales, et al, 2016). Los datos de la encuesta se muestran a continuación en el siguiente gráfico:



**Gráfica N.º 1.-** Resultados de la encuesta realizada a veterinarios especialistas de la Asociación de Veterinarios Especialistas de Équidos de España (AVEEE) (Morales, et al., 2016).

Estos resultados merecen interés en el estudio de la etiología de la deformación del borde dorsal del cuello en el burro, e inclusive a futuro puede considerarse como un modelo animal experimental. En relación al sexo, el 65 % fue macho (556/853) y es necesario mencionar que los machos castrados fueron aproximadamente 87% (482/556) y burros no castrados o enteros, 13 % (74/556), y las hembras un 35 % (297/853). El 53 % de los machos encontrados, presentó deformación del borde dorsal del cuello (293/556), mientras que en las hembras, se observó en un 18 % (52/297). Estos resultados evidencian que la condición del cuello con deformación se puede presentar tanto en machos como en hembras, aunque con mayor incidencia en los machos.

La castración del burro es una costumbre tradicional dentro del manejo del burro de trabajo en la región, con fines de evitar daño de cercados en búsqueda de otros animales, así como docilidad y mejor desempeño en el trabajo. En este sentido es necesario considerar que existe un menor número de burros de sexo macho entero que se utilizan como sementales en la población estudiada, por lo tanto, esto de alguna manera puede impactar en la incidencia y prevalencia de los casos de deformidad del cuello, aunque no se realizó ningún un estudio genético.

Los grados de deformidad para la raza Andaluza bajo condición normal, es decir Grados del 0 al 3, se observaron en un 62 %, mientras que el 38 % presentó deformación del cuello (Grado 4 y 5). La raza Miniatura mostró bajo condición normal un 41 % y con deformación un 59%. La raza Zamorano-Leonesa evidenció un 57 % de burros con deformidad y con deformación del cuello 43 %, por último la raza Catalana mostró un 54 % sin deformidad y un 46 % con deformidad.

Todas las razas coinciden en una incidencia superior al 35 % con mayor porcentaje en los burros Miniatura; este alto porcentaje posiblemente pueda estar asociado a la obesidad en esta raza. Los análisis estadísticos evidenciaron una correlación positiva  $r=0,18$  ( $P<0,05$ ) entre la raza y el grado de deformidad, detalle que parece indicar una posible predisposición racial, dentro de las razas estudiadas.

Aunque solo se consideraron tres Razas Autóctonas Españolas: Andaluza, Catalana y Zamorano-Leonesa, por la disponibilidad de animales en las explotaciones estudiadas, no se descarta esta condición en otras razas, como para el Asno de las Encartaciones, la raza Balear y la Majorera, e inclusive otras razas de burros como fue demostrado en la raza Miniatura. Como se mencionó previamente, una condición que puede influir en las razas estudiadas es la alta consanguinidad, dado el bajo número de ejemplares machos empleados para la reproducción, ya que el macho tiene mayor impacto en la población.

En los resultados obtenidos se demuestra una prevalencia de la Puntuación Grado 2 de perímetro cervical, continuando con Puntuación Grado 3, Puntuación Grado 5 y con menor relevancia Puntuación Grado 4 (Morales et al, 2015). En el estudio de comparación de medias agrupadas, los burros con deformación de Grado 2 y 3, presentan estadísticamente el mismo comportamiento en las variables D1, D2, D3 (D: grado de deformidad) y peso corporal; así en tres grupos bien definidos se observaron, un primer grupo que incluyó el grupo control, un segundo

grupo formado por équidos con grado de deformación 1 y un tercer grupo formado por équidos con grado de deformación 2 y 3 (Morales, Barroeta, Julia, et al, 2015).

Para el caso de la variable peso, los animales del grupo deformación grado 2, se presentaron similares estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) con el grupo control, mientras que se presentan homogéneos para el caso de los grados 2 y 3. Los burros con mayor riesgo de deformación de cuello, se corresponden con los équidos de menor longitud de cuello, menor D1 y mayor D2 (Morales et al, 2015). Estos resultados previos coinciden con los observados en este estudio, en donde el coeficiente de correlación fue positivo  $r=0,31$  ( $P < 0,05$ ) para el grado de deformidad del cuello y las medidas morfométricas, así como fue positiva para el grado de deformidad y el peso  $r=0,32$  ( $P < 0,05$ ). El nivel de correlación entre las medidas morfométricas el peso fue positivo de  $r=0,96$  ( $P < 0,05$ ). Por lo tanto, las medidas del cuello y el peso pueden influir directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en los burros estudiados. A continuación, se presentan los resultados en la tabla 1.

**Tabla N.º 1.-** Resultados del número de burros estudiados por raza, grado de deformidad del cuello, sexo, edad, medidas del cuello y peso corporal.

Raza	Grado Deformidad Cuello	Porcentaje Deformidad (Cuello)	Sexo		Edad Años	Medidas Cuello cm	Peso Kg
			M	H			
Andaluz	0	9 % (57/631)	22	35	1-4	65 DE 1,05	155 DE 14,17
	1	11 % (71/631)	34	37	5-8	70 DE 1,08	182 DE 5,50
	2	11 % (66/631)	31	35	9-12	81 DE 0,69	254 DE 18,40
	3	31 % (195/631)	103	92	13-15	76 DE 0,97	176 DE 12,34
	4	24 % (153/631)	136	17	16-20	87 DE 1,07	236 DE 23,29
	5	14 % (89/631)	78	11	21-25	88 DE 1,17	252 DE 14,79
Miniatura	0	17 % (16/97)	10	6	1-4	28 DE 1,34	79 DE 2,36
	1	13 % (13/97)	7	6	5-8	32 DE 0,82	88 DE 1,92
	2	9 % (9/97)	5	4	9-12	35 DE 2,05	92 DE 1,68

	3	12 % (12/97)	8	4	13-15	40 DE 3,73	88 DE 1,75
	4	20 % (19/97)	12	7	16-20	36 DE 2,67	83 DE 4,32
	5	29 % (28/97)	19	9	21-25	41 DE 2,65	91 DE 3,71
<b>Zamorano-Lionesa</b>	0	8 % (6/69)	3	3	1-4	72 DE 1,44	197 DE 8,11
	1	12 % (8/69)	5	3	5-8	75 DE 0,56	220 DE 9,21
	2	22 % (15/69)	10	5	9-12	78 DE 2,54	255 DE 10,90
	3	15 % (10/69)	6	4	13-15	83 DE 3,33	250 DE 7,61
	4	26 % (18/69)	16	2	16-20	86 DE 3,70	271 DE 3,23
	5	17 % (12/69)	11	1	21-25	91 DE 1,47	291 DE 4,77
<b>Catalán</b>	0	9 % (5/56)	3	2	1-4	57 DE 2,01	138 DE 5,20
	1	8 % (4/56)	3	1	5-8	60 DE 1,57	146 DE 5,35
	2	21 % (12/56)	7	5	9-12	61 DE 1,94	150 DE 5,53
	3	16 % (9/56)	6	3	13-15	68 DE 0,99	182 DE 5,68
	4	21 % (12/56)	9	3	16-20	71 DE 3,6	199 DE 4,85
	5	25 % (14/56)	12	2	21-25	72 DE 1,90	210 DE 16,99

La edad media de presentación de la deformidad del borde dorsal del cuello mostró similitudes en cuanto a las razas estudiadas; de esta manera se apreció que a partir de los 16 años, no se había diferencias significativas. Otros estudios previos en burros no describen la edad de presentación de la deformidad del cuello, sin embargo, los resultados parecen indicar que a mayor edad se incrementa el riesgo, dada la longevidad de esta especie y es posible que la edad desempeñe un factor predisponente. Estadísticamente la edad evidencia una correlación positiva  $r=0,99$  ( $P<0,05$ ) entre la deformación del cuello.

Es común observar en muchas explotaciones que los burros, una vez que cumplen su vida útil de trabajo, aproximadamente a los 15-20 años, ya sea de arado o de tiro, e inclusive sustituidos por maquinaria agrícola, se mantienen estabulados o en pequeñas parcelas donde son

alimentados y atendidos por los ganaderos, práctica que puede favorecer su longevidad, aunque en algunos casos son enviados a matadero.

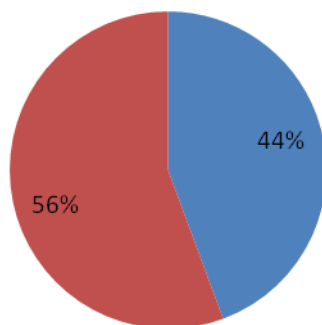


**Figura N.º 5.-** Burro Andaluz, sexo macho entero, 18 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral parcial izquierda) (Sevilla, Andalucía). **Figura N.º 6.-** Burro Catalán, sexo macho castrado, 16 años de edad, con deformación del borde dorsal del cuello (desplazamiento lateral total izquierdo) (Bodonal de la Sierra, Extremadura).

En relación al lugar geográfico se observó un mayor número de burros con deformidad en Extremadura, con un 56 % (192/345), mientras que en Andalucía fue de un 44 % (153/345). Aunque el estudio fue enfocado geográficamente en Andalucía y Extremadura, otras regiones también evidencian una importante incidencia de acuerdo a la encuesta realizada, sin embargo, no se dispone de datos actualizados del censo de burros por Comunidad Autónoma en España. El mayor número de casos se observó en Extremadura, no por su alta incidencia sino posiblemente por el mayor número de burros estudiados. No se observaron diferencias significativas en el lugar geográfico Andalucía y Extremadura. A continuación se presentan los resultados en la siguiente gráfica:

## Deformación del Cuello en burros en Andalucía y Extremadura.

■ Andalucía 153 ■ Extremadura 192



**Gráfica N.º 2.-** Incidencia de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura.

Las condiciones de infraestructura, de manejo, de alimentación, altura de los comederos y la actividad atlética fueron analizadas en este estudio, mostrando la infraestructura (pastoreo) y el sistema de manejo tradicional un 85 %, mientras que la infraestructura (establo) y el sistema de manejo tecnificado se presentó en un 15 %. El nivel de correlación entre el grado de deformidad y el sistema de manejo (tradicional y pastoreo) fue positivo de  $r=0,18$  ( $P<0,05$ ). Las condiciones de manejo pueden influir en la presentación de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, motivo por el cual, se considera un factor predisponente.

Igualmente, el nivel de correlación entre la deformación del borde dorsal del cuello y la altura del comedero para los burros a nivel del suelo (pastoreo), presentó una correlación de  $r=0,0835$  ( $P<0,05$ ), a nivel medio comedero (altura media de 20-90 cm.), el nivel de correlación fue de  $r=0,15$  ( $P<0,05$ ), y a una altura de 100-160 cm. la correlación fue de  $r=0,80$  ( $P<0,05$ ), presentando similitud en todos los niveles estudiados. Esto indica la relación entre la altitud de los comederos y el desarrollo de la deformación del cuello, una práctica habitual en animales que se encuentran estabulados, es colocar los comederos a nivel superior con el fin de ahorrar espacio en el establo, facilitar la limpieza y evitar que el burro desperdicie y pise la comida.



**Figura N.º 7.-** Burro, de raza Andaluza, castrado, 16 años de edad, bajo manejo sistema tecnificado, en establo con alimentación a base de concentrado y forraje, comedero altitud 20-90 cm. (70 cm.) (Grado 4) (cresta del cuello muy grande y engrosada que no cabe en una mano o se mueve fácilmente de un lado a otro) y escasa actividad atlética (Bodonal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 8.-** Burros, raza Andaluza y raza Catalana, 15-20 años de edad, bajo manejo sistema tradicional pastoreo, alimentación a base de forraje al nivel del suelo (Bodonal de la Sierra, Extremadura).

La alimentación fue considerada en este estudio, tomando en cuenta los burros alimentados solo a base de pienso (alimento concentrado comercial), alimentados solo a base de forraje y los burros alimentados de manera mixta con forraje y pienso. El grado de deformidad en relación a la alimentación exclusiva con pienso (alimento concentrado) mostró un nivel de correlación positiva de  $r=0,80$  ( $P<0,05$ ), así como para el forraje  $r=0,083$  ( $P<0,05$ ), y para la alimentación a base de forraje y pienso fue de  $r=0,15$  ( $P<0,05$ ). Estos resultados muestran la influencia directa de la alimentación sobre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello, con mayor énfasis en los burros alimentados con pienso y de manera mixta (forraje y pienso), mientras que en menor medida los burros alimentados a base exclusiva de forraje.

La nutrición del burro varía de animal a animal dependiendo de su edad y requisitos de salud. En su hábitat natural, los burros caminan, comiendo material vegetal muy fibroso en pequeñas cantidades a lo largo del día (The Donkey Sanctuary, 2017). Investigaciones recientes han demostrado que un burro debe comer entre el 1,3-1,8 % de su peso corporal, esto equivale para un burro medio de 180 Kg., a un 2,3-3,1 Kg., de alimento por día básicamente de fibra de calidad, tal como heno o paja (The Donkey Sanctuary, 2014).

Aunque no se determinó el volumen exacto de alimento suministrado a cada burro, la práctica habitual para burros estabulados son 2 Kg. de pienso en la mañana y 2 kg. en horas de la tarde, para los que se encuentran en pastoreo, la mayoría se mantienen durante el día y la noche en pastoreo, que algunos complementan con heno (ensilado); habitualmente a los burros alimentados de manera mixta alimento concentrado y forraje, le suministran la misma cantidad 2 kg. de pienso en la mañana y 2 kg. de alimento en la tarde, acompañado de al menos 4 horas de pastoreo, y/o heno (ensilaje). A continuación se presentan los resultados en la tabla 3.

**Tabla N.º 2.-** Resultados de la incidencia del grado de deformidad, condiciones de manejo, alimentación, infraestructura, comederos y actividad atlética en burros. T: manejo tradicional. AT: manejo altamente tecnificado. C: concentrado. F: forraje. MX: mixto. E: establo. P: pastoreo. B: intensidad ejercicio baja. M: intensidad ejercicio medio. A: intensidad ejercicio alta. Comederos AS: altura del suelo (nivel suelo). AM: altura media 20 cm-90 cm. AA: mayor altitud 100 cm-160 cm.

Raza	Grado Deformidad Cuello	Manejo		Alimentación			Infraestructura		Comederos			Ejercicio		
		T	AT	C	F	MX	P	E	AS	AM	AA	B	M	A
Andaluz	0	50	7	1	51	5	50	7	51	5	1	15	41	1
	1	65	6	1	69	1	65	6	69	1	1	22	48	1
	2	60	6	1	60	5	60	6	60	5	1	19	42	5
	3	162	33	12	122	61	162	33	122	61	12	71	112	12
	4	136	17	10	109	34	136	17	109	34	10	57	90	6
	5	81	8	9	71	9	81	8	71	9	9	81	7	1
Miniatura	0	10	6	2	10	4	10	6	10	4	2	4	10	2
	1	10	3	1	10	2	10	3	10	2	1	3	9	1
	2	8	1	1	7	1	8	1	7	1	1	4	4	1
	3	10	2	2	8	2	10	2	8	2	2	5	6	1
	4	17	3	10	5	4	17	3	5	4	10	15	4	1
	5	22	6	18	5	5	22	6	5	5	18	21	6	1
Zamorano -Leonesa	0	5	1	1	2	3	5	1	2	3	1	2	2	2
	1	7	1	1	4	3	7	1	4	3	1	4	3	1
	2	10	4	4	8	3	10	4	8	3	4	11	2	1
	3	8	2	2	6	2	8	2	6	2	2	7	1	2
	4	12	6	12	5	1	12	6	5	1	12	14	3	1



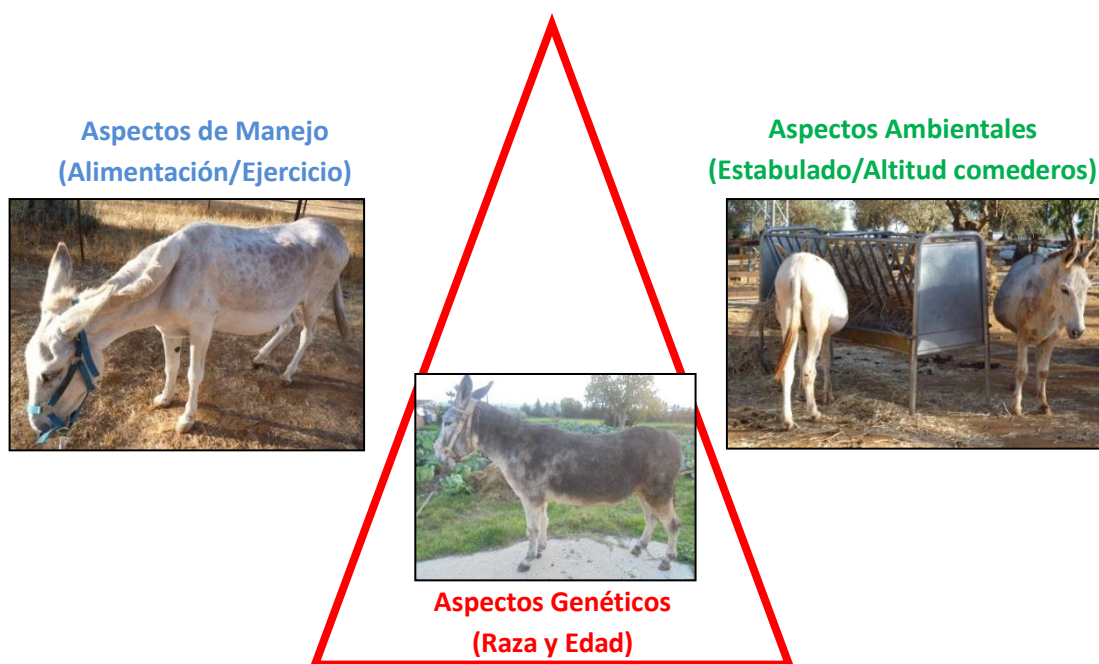
	5	8	4	8	3	1	8	4	3	1	8	10	1	1
Catalán	0	4	1	1	3	1	4	1	3	1	1	2	2	1
	1	3	1	1	2	1	3	1	2	1	1	2	1	1
	2	9	3	4	4	4	9	3	4	4	4	6	4	2
	3	8	1	3	4	2	8	1	4	2	3	5	3	1
	4	10	2	10	1	1	10	2	1	1	10	10	1	1
	5	12	2	9	2	1	12	2	2	1	9	12	1	1

La actividad atlética (actividad física) fue considerada como una variable puesto que hoy en día algunos burros en menor cantidad, son empleados para las actividades agrícolas, así como otros son empleados para carruajes y tiro. El porcentaje de caballos con baja y moderada actividad atlética fue similar 47 % respectivamente para cada una, es decir, un 84 % y para la alta actividad física fue de un 6%. Es decir, solo 6% de la población estudiada aún se emplea para actividades agrícolas y para carruajes o tiro. El nivel de correlación entre el grado de deformidad y el bajo ejercicio fue positivo, de  $r=0,43$  ( $P<0,05$ ); para el ejercicio moderado fue negativo, de  $r= -0,008$  ( $P<0,05$ ) y para el ejercicio intenso (burros de trabajo como el arado o de tiro), mientras que fue positivo, de  $r=0,06$  ( $P<0,05$ ) el nivel de correlación entre el grado de deformidad y el ejercicio intenso. Esto parece indicar que existe una relación entre el ejercicio o actividad física y el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en los burros estudiados.

Dada la escasa información publicada en base a la deformación del borde dorsal del cuello en burros, a continuación, se discuten algunos aspectos en común y diferencias con los resultados observados en caballos. La deformación del borde dorsal del cuello en burros presentó una incidencia general de 40 % a diferencia de la observada en caballos 9 %. Esta condición de deformidad del borde dorsal del cuello se presentó en machos y hembras en burros y caballos, así como en todas las razas de burros estudiadas (Andaluza, Catalana, Miniatura y Zamorano), al igual que en todas las razas caballos consideradas (Pura Raza Española, Lusitanos, Hispano-Árabe e inclusive en caballos Cruzados). La edad de presentación en burros se observó a partir de los 16 años, mientras que en caballos se observó una marcada diferencia a partir de los 10 años, ya que la tendencia a la deformación del cuello se incrementa proporcionalmente con la edad en burros y caballos.

En relación a las instalaciones y manejo, tenemos que señalar que la asociación entre la alimentación a base de alimento concentrado (pienso comercial) y el ejercicio, en caballos estabulados durante periodos prolongados, altitud de los comederos en los establos (entre 100-160 cm. de altitud) y baja intensidad del ejercicio, son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos. Sin embargo, en burros, la alimentación principalmente a base de pienso, está asociada al desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello por lo tanto coincide con las observaciones en caballos, así como se aprecia otra similitud en la cual la altura de los comederos en los establos, puede influir directamente sobre la presentación del borde dorsal del cuello. En relación al ejercicio (actividad atlética), en burros fue positivo pero en menor grado, e inclusive en burros bajo condiciones de ejercicio moderado, no presentó asociación; por lo tanto difiere de las observaciones en caballos.

A continuación se muestra un esquema de los factores asociados a la deformación del borde dorsal del cuello en burros.



**Esquema N.º 1.-** Factores que influyen directamente sobre la deformación del borde dorsal del cuello en burros.

## **2.4.- Conclusiones**

### **PRIMERA:**

La deformación del borde dorsal del cuello en burros presentó una incidencia de 40 %, que resultó ser de mayor en burros de raza Andaluza, 70 %, que en raza Miniatura 14 %, en Zamorano-Leonesa 9 % y por último en la raza Catalana 7 %. La edad media de presentación en las razas estudiadas fue de 16 años.

### **SEGUNDA:**

Las condiciones de manejo pueden influir en la presentación de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, siendo un factor predisponente la relación entre la altura de los comederos y el desarrollo de la deformación del cuello.

### **TERCERA:**

La alimentación influye directamente sobre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, específicamente la alimentación a base de pienso. También es evidente la relación entre la actividad física y el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en los burros estudiados.

## 2.5.- Referencias bibliográficas.

- AGROES. 2017: URL: <http://www.agroes.es/ganaderia/equino/650-razas-de-asnos-o-burros-equino-asnal-catalogo-oficial> Bazán, R. 2011.
- Burden FA, Gallagher J, Thiemann AK, Trawford, AF. Necropsy survey of gastric ulcers in a population of aged donkeys: prevalence, lesion description and risk factors. *Animal*: 3: 287-293. 2008.
- Carter RA, Geor RJ, Staniar WB. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Veterinary Journal*: 179 (2): 204-210. 2009.
- Díez de Castro E, Pineda Martos C, Martín Cuervo M, Quintero Felices S, Méndez Vázquez N, Aguilera Tejero E. Valoración de obesidad y resistencia a la insulina en el Caballo de Pura Raza Española (PRE). *Equinus*: 34: 58-75. 2012.
- Europa Press. 2002. URL: <http://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-toda-espana-hay-127800-burros-20020903150350.html>
- FAO. 2008. URL: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00>.
- FAOSTAT. 2012. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>
- Frank N, Elliot SB, Brant LE, Keisler DH. Physical characteristics, blood hormone concentration, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal American Veterinary Medical Association*: 228(9): 1983-1390. 2006.
- Fitsum M, Monzur Ahmed K. 2015. Population dynamic production statistics of horse and ass in Ethiopia: A review. *Journal of Biological Agriculture Healthcare*: 5 (1): 57-63.
- Gómez-Biedma S, Vivó M, Soria, E. Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista de Diagnóstico Biológico*: 50(4): 207-218. 2001.
- Gómez I. 2014. URL: <http://www.hoy.es/20090414/sociedad/malostiempos-para-burro-20090414.html>
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J, Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Díaz García M. Estudio clínico morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros de raza andaluza. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*: 8 (1): 1-9. 2014.

-Morales-Briceño A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J. Estudio comparativo del borde dorsal del cuello en equinos miniatura. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias: 8.2: 49-60. 2014.

-Morales A, Barroeta C, Olga J, Espinal A, Lamprea A, Méndez A, Pérez-Arévalo, J. Deformación del borde dorsal del cuello en burros y sus factores de asociados. Proceeding del XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. Salón Internacional del Caballo. 2015.

-Morales A, Méndez A, Pérez J. Encuesta acerca de la deformación del borde dorsal del cuello en équido. Proceeding Primer Congreso de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba. P.p. 56. 2016.

-Morrow L, Smith K, Piercy R, Du Toit N, Burden F, Olmos G, Gregory N, Verheye K. Retrospective Analysis of PostMortem Findings in 1,444 Aged Donkeys. Journal. Comparative. Pathology: 144: 145-156. 2011.

-Rodero E, Valera M, Herrera M, Gómez M, Galisteo J. Situación actual de la población asnal autóctona Española. Archivos de Zootecnia: 47:523-528.1998.

-Rose RJ, Hodgson D. Manual of equine practice. Wb Sanders. Company, Harcourt Brace Jovanovich.Inc. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. 130-132. 1995.

-R. Sólo quedan unos 100.000 asnos en España URL: [https://elpais.com/diario/1994/09/02/sociedad/778456803\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1994/09/02/sociedad/778456803_850215.html)

-Sánchez Bazán R. Aproximación a la caracterización demográfica del sector equino en Andalucía. Mater Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada. Enero, 2011.

-Starkey P, Starkey M. Regional and world trends in donkey populations. En: Donkeys, people and development. CTA and NEDA. The Netherlands: 244. 1997.

-The Donkey Sanctuary. 2014. URL: [https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/sites/sanctuary/files/document/142-1423235012-donkey\\_health\\_and\\_welfare\\_3.pdf](https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/sites/sanctuary/files/document/142-1423235012-donkey_health_and_welfare_3.pdf)

-The Donkey Sanctuary. 2017. URL: <https://www.thedonkeysanctuary.org.uk/health-and-care/what-to-feed-your-donkeys> UGRA. 2017. URL: [http://www.asnoandaluzpuraraza.com/?page\\_id=11](http://www.asnoandaluzpuraraza.com/?page_id=11)

-UGRA (Unión de Ganaderos de la Raza Andaluza). 2017. Disponible en:  
<http://www.asnoandaluzpuraraza.com/>

## **CAPÍTULO 3.- Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura, España.**

### **3.1.- Introducción y objetivos.**

La deformación del borde dorsal del cuello (DBDC), también denominada cresta del cuello, coloquialmente llamada en la hípica como “cuello de gato”, representa un grave problema que afecta a la industria hípica y producción de caballos en Andalucía y Extremadura, España. La cresta del cuello es un defecto frecuente en los caballos Pura Raza Español, asociado con la edad, el sexo, el color del pelaje y otros rasgos conformacionales, con un nivel moderado de heredabilidad (Sánchez et al, 2016). El «cuello de gato» siendo un defecto muy temido por los ganaderos de caballos Pura Raza Española, consiste en una acumulación de grasa en el cuello, que por el peso se va venciendo hacia un lado; realmente es un defecto bastante grave ya que, si se les cae el cuello antes de pasar la revisión, no podrán ser declarados aptos como reproductores, y por tanto, no podrán tener la documentación que lo acredite como un caballo Pura Raza Española (<https://abogadhipico.com/resolucion-de-compraventa-de-un-caballo-por-defecto-en-el-cuello/>). Según el Reglamento vigente de la ANCCE (Asociación Nacional de Criadores de Caballos de Pura Raza Española), en las características morfológicas de la raza, prototipo racial del Pura Raza Española, establece en la letra f) “Defectos descalificantes: La deformidad del borde superior del cuello (cuello de gato o cuello vencido), cuello de ciervo o invertido, y en general la presencia de defectos graves y muy graves detectados durante el proceso de valoración que difieran del prototipo racial” (<https://www.ancce.es/contenido/morfologia-del-pre>).

Cada año en la práctica equina se presentan litigios en cuanto a la presencia de esta condición en compra y venta de caballos, y representa un desafío para practicante equino en el examen compra y venta. Con los datos indicados acerca del «cuello de gato», entendemos que sería perfectamente viable la interposición de una reclamación judicial con base en lo señalado en los artículos 1,491 a 1,499 del Código civil, no obstante, para que pueda prosperar, es necesario acreditar además del vicio o patología oculta del animal, el precio pagado y la fecha en la que le fue entregado (<https://abogadhipico.com/resolucion-de-compraventa-de-un-caballo-por-defecto-en-el-cuello/>). La obesidad generalizada, la adiposidad regional, la hiperinsulinemia y la

hipertrigliceridemia son indicadores potenciales del síndrome metabólico equino (SME) (Fitzgerald et al, 2019).

Muchos autores en la literatura consideran que la deformación del borde dorsal del cuello representa un factor de riesgo para otras patologías o está incluida dentro de algunos síndromes en el caballo como el Síndrome Metabólico Equino, Síndrome de Cushing, la laminitis, la obesidad, la resistencia a la insulina, la hiperlipemia, entre otras que pueden afectar al caballo. En la literatura existen escasos reportes clínicos y/o morfológicos acerca de la deformación del borde dorsal del cuello en Andalucía y Extremadura, así como sus patologías asociadas.

Estudios recientes evaluaron la relación entre las mediciones morfométricas de la condición corporal y las concentraciones de hormonas metabólicas en ponis, la puntuación de la cresta del cuello fue más predictiva de la falta de regulación de la insulina que la BCS (Puntuación de la condición corporal), y esto puede ser relevante para el diagnóstico de Síndrome Metabólico Equino (Fitzgerald et al, 2019).

En virtud de esta importante área de estudio con gran impacto en la producción de caballos en Andalucía y Extremadura se plantea como objetivo estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos en Andalucía y Extremadura, España.

### 3.2.- Materiales y Métodos

El área de estudio fue la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas [37°23'00"N 5°59'00"O](#)). Específicamente las provincias de Córdoba, Huelva, Jaén y Sevilla y la Comunidad Autónoma de Extremadura ([39°12'N 6°09'O](#)), específicamente las dos provincias: [Cáceres](#) y [Badajoz](#), ya descrito previamente en los capítulos I y II.

En base al total de explotaciones existentes en Andalucía 71.068 y en Extremadura 19.162, y la población total de 257.633 y de 42.333 equinos respectivamente (Revuelta, 2013), fue calculado el tamaño de la muestra (García-García, et al, 2013), utilizando la fórmula:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z





**Figura N.º 1.-** Evaluación clínica de yegua Hispano-Árabe (12 años), palpación con énfasis en la cresta del cuello, medidas del cuello (Andalucía). **Figura N.º 2.-** Evaluación clínica de caballo Pura Raza Española (4 años) palpación con énfasis en la cresta del cuello (Jerez de los Caballeros, Extremadura).

El tamaño de la población fue de 2.379 caballos para Andalucía, el Intervalo de Confianza IC fue estimado empleando la fórmula estadística  $CI = \bar{x} \pm z \frac{s}{\sqrt{n}}$  siendo en este caso IC:2 (Candia y Caiozzi, 2005), y un Nivel de Confianza 95%) y para Extremadura 2272 (IC:2, Nivel de confianza de 95 %), detalle que representa el 0,9234 (1 %) y 5,36 % de la población de cada Comunidad Autónoma en estudio, respectivamente.

La información fue obtenida mediante visitas de las explotaciones (Total de explotaciones: Andalucía: 0,14% 100/71.068 y Extremadura 0,44% 86/19.162) y evaluaciones in situ de cada una de las explotaciones durante los años 2014-2016. Se practicó un examen clínico a cada uno de los équidos mediante la inspección detallada y la palpación (Rose y Hodgson, 1995, Morales Briceño, et al, 2017). Se realizó un estudio morfológico siguiendo el protocolo de adiposidad para la evaluación del borde dorsal del cuello descrito (Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Díez de Castro, et al, 2012). Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo clínico. Se analizaron las siguientes variables representativas de la población: Cada uno de los équidos fue identificado con un número mediante un orden ascendente a partir del número 1 hasta el número 4651. Así como se recogieron los datos de identificación individual, el número de Microchip (en la tabla del cuello) y se registraron en planillas individuales los siguientes datos: identificación, número, raza, edad años (1-20 años), sexo, pelaje (Calero y Calero, 2013), grado de deformación del cuello (0-5) (Frank,

et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Diez de Castro, et al, 2012), diámetro del cuello, largo del cuello, peso, localización geográfica (Andalucía o Extremadura).

Una vez estimado el tamaño de la muestra, los datos recopilados fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando una hoja electrónica (EXCEL, Microsoft 2007). Se realizó una estadística descriptiva a todos los datos recopilados (incluyo media, desviación estándar y varianza) específicamente de caballos con alteraciones clínicas y sin alteraciones clínicas evidentes, patologías del sistema locomotor (incluye heridas, osteoartrosis, traumas, alteraciones del casco y cojeras), patologías del sistema abdominal (incluyo cólicos, parasitosis y alteraciones dentales), patologías endocrinas (incluyo Síndrome Metabólico Equino, obesidad, hiperlipemia y laminitis). Adicionalmente se estimó el Coeficiente de Correlación (Morales Briceño, et al, 2014) entre las variables raza, grado de deformidad del cuello, medidas del cuello (diámetro y largo), edad, sexo, raza, peso corporal, instalaciones, tipo de manejo, altitud de los comederos, tipo de alimentación, intensidad del ejercicio y color de la capa. En todos los casos solo fueron considerados significativos aquellos valores de  $P < 0,05$  (Gómez-Biedma et al, 2001).

$$\text{Correlación}(r) = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\text{Sqrt}([N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2])}$$

dónde

N = Número de valores o elementos

X = Puntuación Primero

Y = Puntuación Segunda

$\Sigma XY$  = Suma del producto del primer y segundo resultado

$\Sigma X$  = Suma de las puntuaciones de Primera

$\Sigma Y$  = Suma de las puntuaciones de segunda

$\Sigma X^2$  = Suma de cuadrados Puntuación Primero

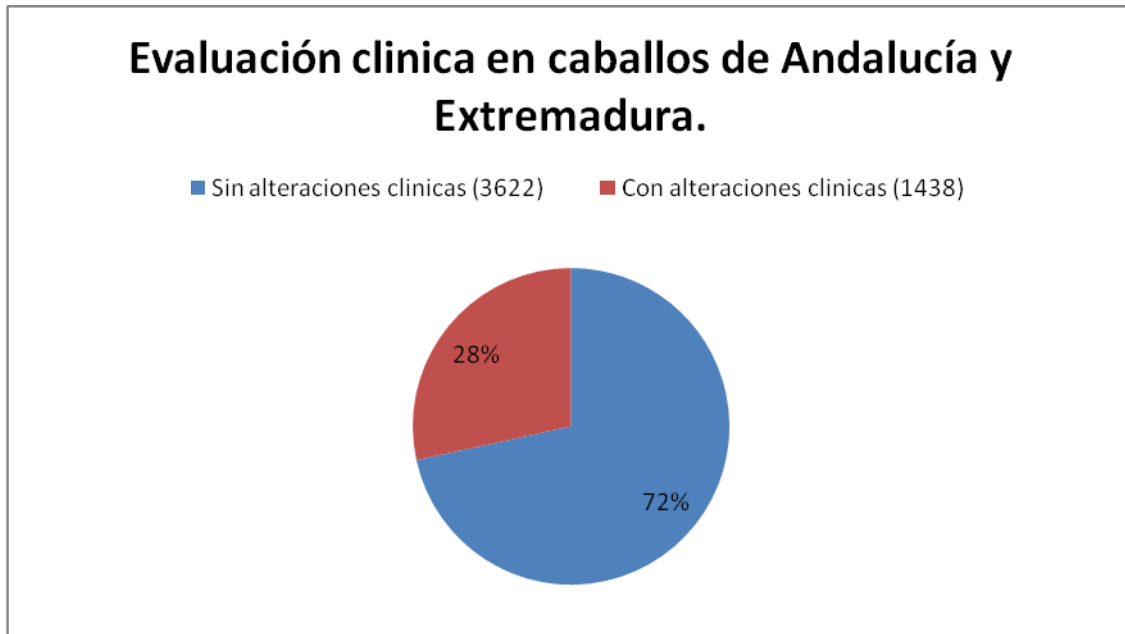
$\Sigma Y^2$  = Suma de cuadrados Resultados de segunda

### 3.3.- Resultados y Discusión

Se estudiaron a un total de 4.651 caballos (*Eqqus caballus*), en las Comunidades de Andalucía (2.379/4.651) y Extremadura (2.272/4.651). Las razas consideradas fueron: Pura Raza Española 1.481/4.651, Cruzados 1.387/4.651, Hispano-Árabe 1.030/4.651 y Lusitano 7,53/4.651. La deformación del borde dorsal del cuello (Cuello de gato, cresta del cuello o cresty neck), se observó en 409 caballos, con una incidencia en la población estudiada de 8,79 %. En relación a la presentación clínica un total de 3,300/4,651 caballos no presentaron lesiones al examen clínico, mientras que un total de 1,351/4,651 caballos presento alguna alteración clínica. En los caballos con deformación del borde dorsal del cuello se observaron 87/409 con alteraciones clínicas y un

total de 322/409 no presentaron lesiones clínicas. A continuación se presentan los resultados la siguiente gráfica:

**Gráfica N.º 1.-** Evaluación clínica en caballos de Andalucía y Extremadura.



Estos resultados parecen indicar que solo un 21 % de caballos con deformación del borde dorsal del cuello puede presentar otras patologías asociadas o no a esa condición. Estos resultados parecen coincidir con los reportes en la literatura donde está asociada la deformación del borde dorsal del cuello con trastornos endocrinos principalmente al síndrome metabólico equino. El síndrome de Cushing, la resistencia a la insulina, la obesidad, laminitis, hiperlipemia (Johnson, 2002, Treiber, et al, 2006), posiblemente estén relacionados con la deformación de la deformación del cuello dorsal (Morales Briceño, et al, 2017). Así como se observa una incidencia de patologías en un 29 % en caballos sin deformidad del cuello. Esto representa un interesante resultado desde el punto de vista de orientación en la práctica equina, ya que hace énfasis en las principales patologías que afectan a los caballos de Andalucía y Extremadura. En donde el veterinario puede prestar sus servicios profesionales. A continuación, en la siguiente tabla se especifican cada una de las patologías observadas.

**Tabla N.º 1.-** Resultados del número de caballos por raza, grado de deformidad y patologías presentadas.

Équidos	Grado Deformidad Cuello	Porcentaje Deformidad Cuello	Locomotor (heridas, osteoartrosis, traumas, casco, cojera).	Abdominal (Cólicos, parasitosis, alteraciones dentales).	Endocrino (SME, obesidad, laminitis, hiperlipemia)
<b>Pura Raza Española</b>	0	23 % (339/1481)	173	35	1
	1	26 % (387/1481)	129	22	7
	2	20 % (291/1481)	97	20	12
	3	16 % (241/1481)	43	15	15
	4	8 % (126/1481)	25	12	32
	5	7 % (97/1481)	15	9	10
<b>Cruzados</b>	0	30 % (420/1387)	87	16	1
	1	26 % (366/1387)	61	10	5
	2	24 % (332/1387)	31	12	4
	3	14 % (193/1387)	10	12	9
	4	4 % (51/1387)	12	6	4
	5	2 % (25/1387)	4	3	6
<b>Hispano-Árabe</b>	0	31 % (323/1030)	27	5	1
	1	26 % (272/1030)	31	8	1
	2	22 % (226/1030)	22	4	1
	3	15 % (152/1030)	15	5	1
	4	4 % (37/1030)	4	7	2
	5	2 % (20/1030)	2	8	2
	0	26 % (197/753)	93	23	1

<b>Lusitanos</b>	1	25 % (192/753)	51	12	1
	2	24 % (183/753)	39	16	7
	3	17 % (128/753)	12	18	5
	4	5 % (35/753)	9	7	17
	5	3 % (18/753)	1	1	14

La casuística con mayor incidencia fue la clasificada como patologías del sistema locomotor (en la que fueron incluidas (cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) con un 69 % (993/1438), seguida de patologías del sistema digestivo 20% (286/1438) y por último las patologías endocrinas 11 % (159/1438). Las patologías del sistema tegumentario y respiratorio, así como reacciones de toxicidad se observaron en menor medida por ello no fueron incluidos  $\leq 1$  %. Estos resultados son muy interesantes para los veterinarios especializados en equinos ya que permiten orientar su formación y preparación de equipos para la atención especializada de équidos. Como se puede observar en el siguiente grafico las lesiones de tipo traumáticas con heridas 48 % (heridas 26 % y traumas 22 %) corresponden a la mayor casuística y por lo común está asociado a las instalaciones, así como a problemas de manejo, son frecuentes en las ferias, competencias, paseos a caballos, así como durante el transporte de caballos en vehículos, estas condiciones ameritan la atención veterinaria en la mayoría de los casos.

Las cojeras o claudicaciones de miembros anteriores y posteriores representan un 20% de la casuística observada. Por último, las patologías articulares caracterizadas por cambios degenerativos con deformación de las articulaciones del menudillo, del carpo y con mayor incidencia en los corvejones representaron un 16 %. Así como las patologías del casco excluyendo laminitis representaron un 16 % principalmente abscesos subsolares, enfermedad de la línea blanca y onicomycosis en la muralla del casco. Particularmente los problemas podales del casco por sobrecrecimiento y desbalance del casco representan una importante casuística diaria en la práctica clínica.

Las patologías traumáticas son bastante frecuentes en la práctica del veterinario especialista en equinos, traumas asociados a las instalaciones, superficies filosas en el suelo, al manejo, al ejercicio en muchos casos pueden ser combinadas con heridas y con cojeras de manera

simultánea. En un estudio en Australia de prácticas de manejo durante el transporte asociado con lesiones y problemas de salud del caballo las lesiones traumáticas fueron el problema más común relacionado con el transporte, con una incidencia de 45,0 %, la diarrea 20,0 % y el golpe de calor 10,5 %, los problemas musculares 13,0 % parecían exacerbados cuando no se evaluó la salud del caballo antes del viaje, mientras que el riesgo de laminitis 2,9 % (Padalino, et al., 2016). Esta situación presenta la misma tendencia en Andalucía y Extremadura dado que a lo largo del año se realizan un transporte continuo para la participación en paseos a caballos, competencias de todas las disciplinas ecuestres, y donde el caballo es uno de los principales protagonistas de las ferias de cada región. Es por ello la importante incidencia de lesiones de tipo traumáticas. En los últimos años se han establecido medidas oficiales que garantizan el bienestar animal, así como cursos de formación en la conducción de transporte con animales vivos y un incremento en los controles de tráfico con el propósito de minimizar los riesgos de accidentes y garantizar el bienestar del caballo durante el transporte.

Las patologías relacionadas con enfermedades comunes del sistema músculo-esquelético equino se organizan bajo las categorías fundamentales de patologías del desarrollo, inducidas por el ejercicio, infecciosas y misceláneas (Peat y Kawcak, 2015). Las patologías del sistema locomotor representan una importante casuística y en muchos casos principalmente en las lesiones catastróficas pueden conllevar a la eutanasia. En un estudio retrospectivo en Suramérica Venezuela, se observó una alta incidencia (99%) de claudicaciones (cojeras) (Morales et al, 2009). Los trastornos musculo-esqueléticos son el problema de salud más prevalente en los caballos maduros. No son una amenaza para la vida, pero son dolorosas y una cuestión importante de bienestar, la enfermedad crónica de las articulaciones (osteoartritis) y la laminitis crónica son las más frecuentes (Van Weeren y Back, 2016).

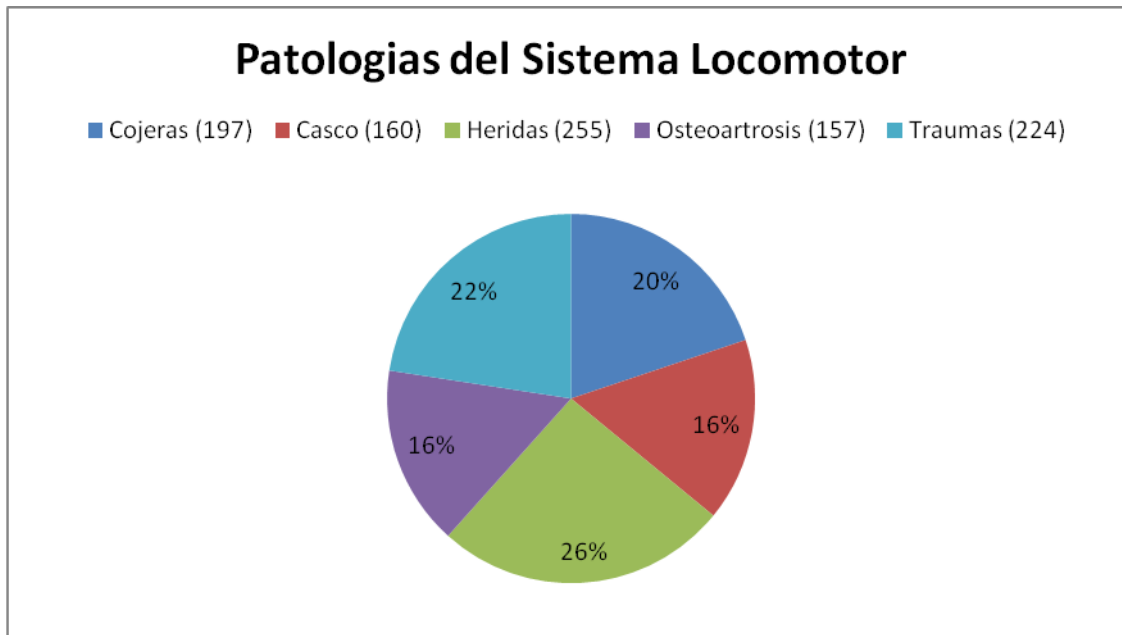
Las heridas representan en algunos casos importantes complicaciones como infecciones secundarias e inclusive formación de queloides, estos eventos pueden ocurrir en cualquier momento dado que no todas las instalaciones están diseñadas para caballos, muchas de ellas se construyen con restos de construcción y elementos con superficies filosas, cercas de alambres, es necesario adaptar las instalaciones para caballos.

Las cojeras o claudicaciones continúan siendo el problema de salud más comúnmente reportado en caballos en el Reino Unido, según los resultados de la Encuesta Nacional de Salud Equina (NEHS) de este año (National Equine Health Survey (NEHS) 2016). La encuesta encontró

que, de los caballos que reportaron estar padeciendo uno o más problemas de salud, un tercio fueron reportados con cojeras (National Equine Health Survey (NEHS) 2016). Los resultados observados en este estudio reportan un 20% dentro de las patologías del sistema locomotor y coincide con su asociación a otras patologías (traumáticas, heridas e inclusive degenerativas como la osteoartrosis y la enfermedad degenerativa articular. Estudios previos en los caballos Pura Raza Española, reportan una mayor prevalencia de osteoartritis (30,4 %), seguida de osteocondrosis (19,2 %), y en menor medida, lesiones traumáticas (fracturas y luxaciones) (7,6 %) y de origen séptico (7,2 %) (Hernández, 2003).

En relación a patologías del casco es importante considerar que fue excluida la laminitis dado que se incluyó en patologías del sistema endocrino. La información es escasa sobre la prevalencia de trastornos de los cascos en los caballos (Holzauer, et al., 2017). Los trastornos más frecuentes diagnosticados fueron infecciones del casco 45 %, grietas superficiales en la pared del casco (30 %), problemas del crecimiento 26 %, hematomas del casco (25 %), siendo menos frecuentes la perforación de la pared del casco (16%), enfermedad de la línea blanca (18 %), ensanchamiento de la línea blanca (12 %), laminitis crónica 4 %, queratoma 2% y tumores de la ranilla 1 % (Holzauer, et al, 2017). Un reporte en caballos de Japón menciona una incidencia de 12% de la enfermedad de la línea blanca (Kuwano, et al, 1999). Estos resultados coinciden en algunos aspectos con los observados en nuestro estudio donde predominan las infecciones del casco, problemas de sobrecrecimiento y desgaste, hematomas subsolares y traumatismos.

**Gráfica N.º 2.** Porcentaje de patologías del sistema locomotor.



Las patologías del sistema digestivo representan un 20 % donde la mayor incidencia está asociada a cólicos representado en impacciones del ciego 40 % y colon 30 %, dilatación gástrica por sobrecarga 20 % y torsiones intestinales 10 %. La mayoría de las investigaciones sobre la evaluación de caballos con cólico se centra en poblaciones de los hospitales de referencia (Curtis, et al, 2015). Sin embargo, la casuística presentada es de la atención primaria del cólico en el campo, de manera similar a la presentada en este trabajo.

En un estudio reciente en Reino Unido un total de 1016 caballos fueron evaluados y diagnosticados con cólico, de los cuales solo 167 casos fueron remitidos para una resolución quirúrgica. A continuación, se describen los principales tipos de cólicos y su incidencia impacción o desplazamiento simple 155 casos, impacción del colon 121, lesión de estrangulación 178 (Curtis, et al, 2015). En un estudio control para la identificación de factores asociados a la ruptura gástrica primaria en un total de 47 casos, específicamente 27 casos se considero ruptura idiopática, 20 casos por impacción gástrica y 3 casos por perforación de úlceras gástricas (Laramie, et al, 2015).

Estas descripciones parecen coincidir con los observados en este estudio donde se describe una incidencia de dilatación y ruptura gástrica del 20 %. Un nuevo estudio clínico-epidemiológico de cólicos en Etiopia menciona una incidencia de 10 % en total de 195 équidos específicamente 63 % en burros, 34 % caballos y 3 % en mulas (Worku, et al, 2017). Estos resultados parecen indicar



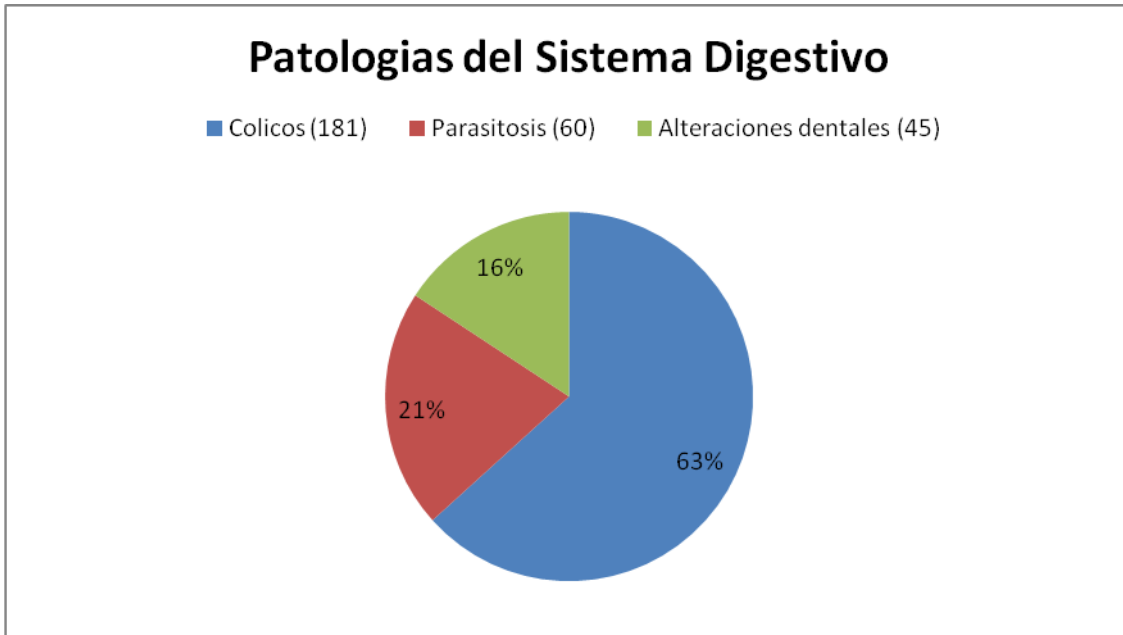
una importante casuística que en algunos casos puede conllevar a la muerte del caballo, por lo tanto, es necesario establecer medidas de prevención enfocadas en el manejo y calidad de la dieta, adicionalmente la atención veterinaria primaria es fundamental en el pronóstico y resolución, así como disminuir los principales factores de riesgo del cólico equino.

Las infestaciones parasitarias gastrointestinales son bastante frecuente donde *Gasterophilus* sp. presenta una alta incidencia (51 %) seguido de *Strongylus vulgaris* (32 %) y otros parásitos gastrointestinales, incluyendo hemoparasitos (17 %). En Europa la prevalencia de *Gasterophilus* sp. determinada en la parte oriental de Polonia fue del 47 % (Niedźwiedź, et al., 2013). En Brasil se describen diferentes endoparásitos en el tracto gastrointestinal del caballo. La subfamilia *Cyathostominae* presentó la mayor incidencia 95%, seguida de *Trichostrongylus axei*, *Oxyuris equi*, *Triodontophorus serratus*, *Strongyloides westeri*, *Strongylus edentatus*, *Habronema muscae*, *Parascaris equorum*, *Probstmayria vivipara*, *Strongylus vulgaris*, *Gasterophilus nasalis*, *Anoplocephala magna* y *Anoplocephala perfoliata* (Teixeira, et al, 2014). No se observaron parásitos compatibles con *Onchocerca* sp. en los caballos estudiados en la región del cuello. La alta prevalencia de esta infección parasitaria en la población de caballos en Andalucía y Extremadura posiblemente este asociado a los cambios climáticos, donde el calentamiento global puede jugar un importante rol en el ciclo biológico de estos parásitos, así como al incremento de vectores, por otra parte la resistencia parasitaria a los desparasitantes de uso frecuente, así como es necesario considerar evaluar los métodos y medidas profilácticas.

Por último, las patologías dentales representan un 16 %, son bastante frecuentes las puntas dentales y en équidos de avanzada edad la maloclusión por fallas en el desgaste. En un estudio de prevalencia de patologías oro-dentales en poblaciones de caballos de trabajo en Egipto se observó una frecuencia de la enfermedad odontológica de 45 % y de enfermedad oro-dental moderada y severa de 8 % (Salem, et al, 2017). Las lesiones de la mucosa oral (64,2 %) y los puntos esmalte agudo (sobrecrecimiento dental focal) (79,8%) fueron los más frecuentes (Salem, et al, 2017). El reconocimiento mejorado de las condiciones geriátricas equinas ha dado como resultado un aumento en nuestra población de edad con una escalada simultánea de muchas patologías dentales relacionadas con la edad (Nicholls y Townsend, 2016). Los cambios en la anatomía dental equina normal con la edad dan lugar a la enfermedad dental específica al caballo geriátrico (Du Toit y Rucker, 2013). Las patologías dentales representan una importante casuística que se observan dependiendo de las características y calidad de la dieta, con mayor incidencia en caballos maduros,

que puede conllevar a un síndrome de pérdida de proteínas y emaciación crónica, por lo tanto, se recomienda la evaluación temprana de la cavidad oral para garantizar una anatomía dental normal, así como un desgaste uniforme de los dientes en el caballo.

**Gráfica N.º 3.** Patologías del sistema digestivo.



Las patologías endocrinas incluyeron al síndrome metabólico equino, laminitis, obesidad e hiperlipemia. La disfunción de la pars intermedia de la pituitaria (DPIP), es otra común enfermedad endocrina (incidencia 15-30 %), que ocurre en caballos mayores, caracterizado por hirsutismo, muda tardía, pérdida de peso, polidipsia, poliuria, laminitis y trastornos reproductivos (Hatazoe, et al, 2015). No se observaron casos de disfunción en la pars intermedia de la pituitaria (DPIP), en los caballos estudiados, ni fueron diagnosticados de síndrome de Cushing (Hiperadrenocorticismos).

La obesidad representó un 58 % de la casuística de caballos con alguna patología, esta condición representa un importante problema por el riesgo a otras enfermedades subyacentes. La prevalencia de la obesidad evaluada por los investigadores (BCS: Puntuación Condición Corporal  $\geq$  7/9) en la población total encuestada fue del 23,1 %, aunque la prevalencia general de la obesidad en caballos australianos de paseo fue del 24,5 % (Potter, et al, 2016). Se observó una mayor prevalencia de obesidad en caballos de razas Shetland (71,5%) y otros tipos de caballos (32,0%) en comparación con caballos (9,3 %) (Potter, et al, 2016). Comparativamente con las razas estudiadas

Pura Raza Española y Lusitana se observó una mayor incidencia de caballos con obesidad, mientras que en menor medida en caballos de las razas Hispano-Árabe y Cruzados. Se observó la deformación del borde dorsal del cuello grado 4 y 5 en caballos obesos, por lo tanto, se puede considerar como un importante factor de riesgo. Otros estudios reportan una incidencia de obesidad y sobrepeso de 31 % en caballos en Reino Unido (Robin, et al, 2015), de 24 % en caballos maduros Islandeses en Dinamarca (Jensen, et al, 2016). También se describen variaciones estacionales de la prevalencia de obesidad de 27 % al finalizar el invierno y 35% durante el verano en caballos y Ponies (Giles, et al, 2015). Aunque la variación estacional no fue considerada para este estudio de alguna manera puede influir y establecer diferencias por la disponibilidad de la cantidad y calidad del forraje.

La obesidad está relacionada con el desarrollo de varias enfermedades como la resistencia a la insulina y la laminitis en caballos (Jensen, et al, 2016). La obesidad equina puede causar condiciones crónicas secundarias que amenazan la vida, similares a las de los seres humanos y otras especies animales (Lewis, et al, 2017). El síndrome metabólico equino (SME), caracterizado principalmente por la hiperinsulinemia, es a menudo presente en los caballos obesos y ponis. Debido a similitudes clínicas con condiciones tales como la disfunción de la pars intermedia de la pituitaria (anteriormente la enfermedad de Cushing equina), el diagnóstico concluyente de SME a menudo resulta un reto (Lewis, et al, 2017).

La laminitis en équidos es un síndrome clínico usualmente asociado con una enfermedad sistémica (Karikoski, et al, 2015). Endocrinopatías han sido reconocidas como una causa común de laminitis donde la hiperinsulinemia juega un rol clave (Karikoski, et al, 2015). La incidencia de laminitis fue de 28 % en la mayoría de los casos con un mal pronóstico que termina en eutanasia. Otros reportes describen una incidencia de laminitis crónica de 4 % en los países bajos (Holzhauer, et al, 2017), 0,02% en un estudio de caballos en Reino Unido (Wylie, et al, 2015). La prevalencia de la laminitis activa con diagnóstico veterinario fue de 0,47 % (Wylie, et al, 2015). La laminitis es una condición común y debilitante de los équidos que tiene consecuencias en el bienestar animal y económicas significativas (Karikoski, et al, 2015).

Actualmente, el síndrome metabólico equino (SME), una enfermedad endocrina asociada a la resistencia a la insulina, afecta a un importante número de caballos (Marycz, et al, 2016). El síndrome metabólico equino se ha definido como la presentación de un fenotipo de obesidad, resistencia a la insulina y laminitis o una predisposición a la laminitis en équidos (Frank, et al,

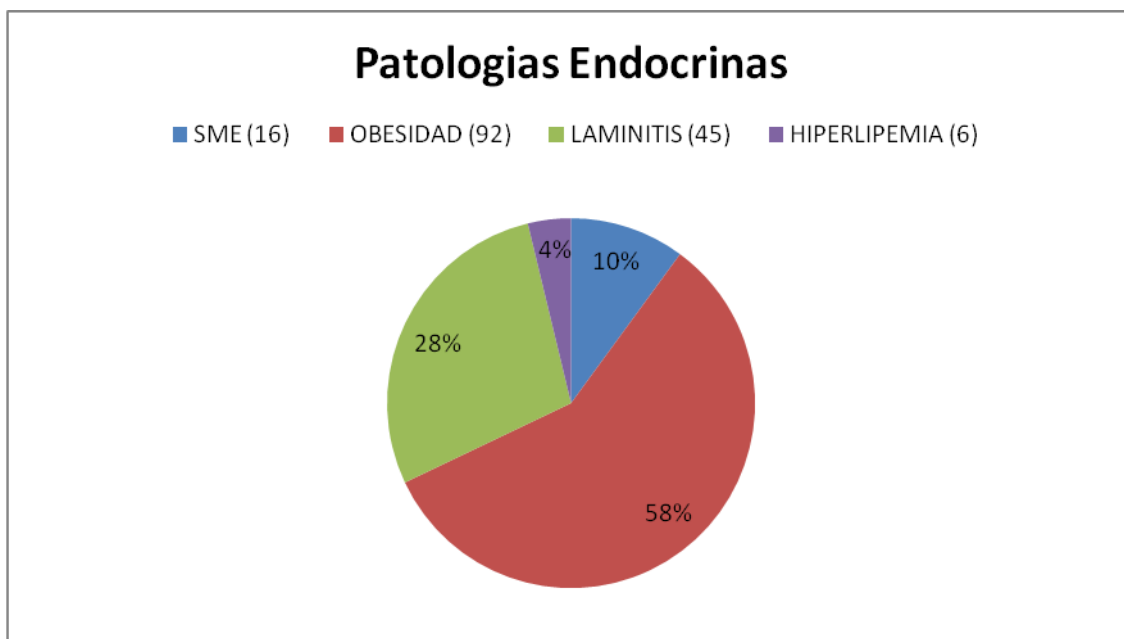
2010). La obesidad se define como un aumento regional (por ejemplo, en el cuello de cresta) o adiposidad generalizada (Morgan, et al, 2015). La resistencia a la insulina se caracteriza por hiperinsulinemia y/o una respuesta excesiva a la insulina por vía intravenosa o desafío de glucosa oral (desregulación de la insulina). La laminitis ocurre en ausencia de causas inflamatorias reconocidas, tales como sobrecarga de grano, cólicos y metritis, y otras causas como la fractura (Morgan, et al, 2015). Como se informó recientemente por la organización “World Welfare Horse”, sólo en el Reino Unido la obesidad se refiere al 50 % de la población de caballos equitación y de placer (Marycz, et al, 2016).

La prevalencia de la obesidad se estima entre el 19 y el 40 por ciento en las poblaciones domesticadas, mientras que la hiperinsulinemia se encuentra entre 22 y 29 por ciento de las poblaciones equinas susceptibles y la prevalencia de la laminitis atribuible exclusivamente a SME es desconocida, ya que los estudios tienden a informar todas las formas de laminitis, junto con una amplia variación en las estimaciones de prevalencia (1,5 y 34 %), la laminitis endocrinopática, que abarca SME y la disfunción de la pars intermedia de la pituitaria (DPIP), representan hasta el 89 por ciento de la laminitis primaria, el 66 por ciento de estos fueron diagnosticados con EMS (Morgan, et al, 2015). El síndrome metabólico equino en este estudio represento un 10 % y por último con menor número de casos la hiperlipemia. Estos resultados parecen coincidir con los estudios en la literatura, en otras razas y en otros lugares geográficos.

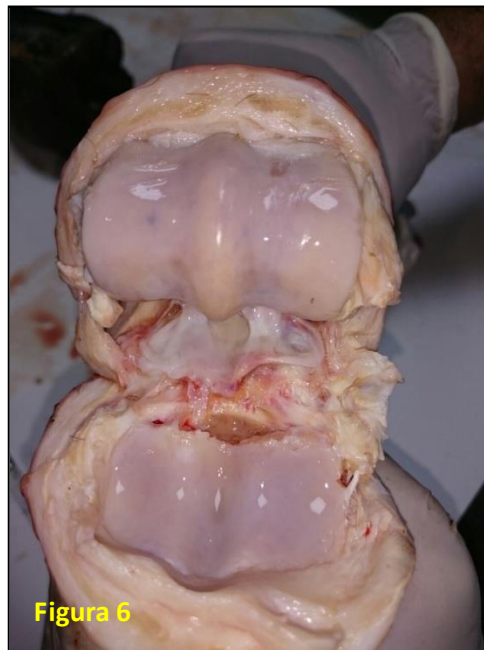
Los caballos con SME (Síndrome Metabólico Equino) presentan una distribución de grasa característica mostrando depósitos en la cresta del cuello, en los lados del pecho, en la cadera y en la cola (Ertelt, et al, 2014). Esta adiposidad regional en los caballos con SME, se manifiesta con mayor grado de deformidad del cuello (cresta del cuello), inclusive con su caída parcial o total tanto de lado derecho o izquierdo. En caballos, la región dorsal del cuello es uno de los sitios anatómicos más frecuentes para la deposición de grasa y la obesidad cervical y se ha relacionado con el Síndrome Metabólico Equino (Martin-Gimenez, et al, 2016). Por lo tanto, la revisión clínica de la región dorsal del cuello es muy importante cuando se sospecha del SME. La evaluación ultrasonográfica del grosor del cuello (UGC) ha sido descrita recientemente en la literatura como un método no invasivo. La evaluación ultrasonográfica del grosor de la grasa en la base del cuello (UGC 75 %) se correlacionó significativamente con niveles de leptina plasmática y la insulina y no mostró diferencias entre machos y hembras, por lo tanto, en la búsqueda de un único parámetro

objetivo que se puede utilizar en grandes poblaciones, UGC-75% es un candidato potencial y puede ser un parámetro significativo para predecir el SME (Martín-Giménez, et al, 2016).

Gráfica N.º 4. Patologías endocrinas.

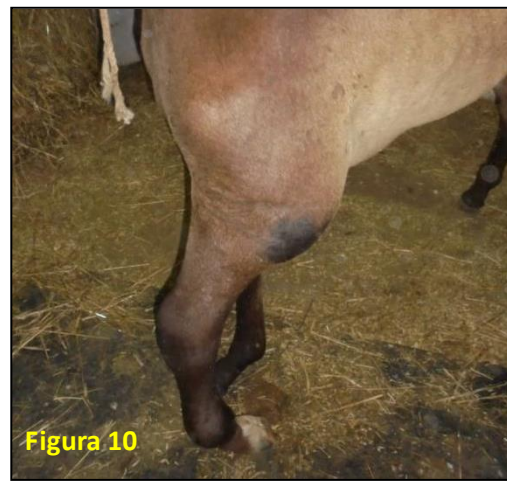


A continuación, se presentan algunas imágenes seleccionadas que evidencian la casuística más común.



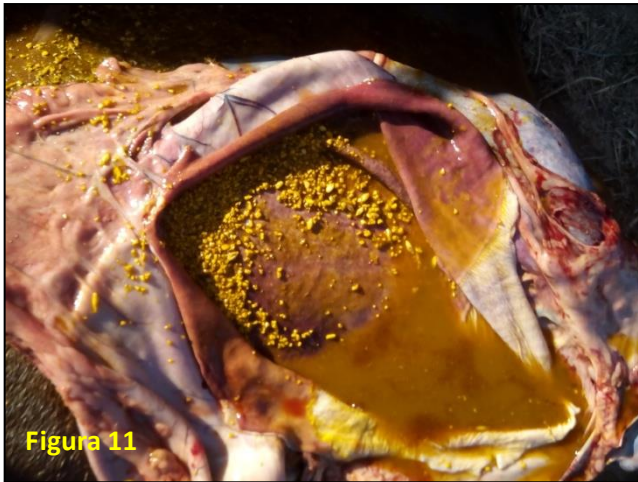
**Figura N.º 3.-** Evaluación clínica de yegua Cruzada (10 años), con fractura traumática de la extremidad distal del radio y cubito, de los huesos del carpo y artritis séptica (Jerez de los Caballeros, Extremadura). **Figura N.º 4.-** Evaluación clínica de yegua Cruzada (14 años), con deformación bilateral de las articulaciones del menudillo (metatarso-falangeanas), asociada a enfermedad degenerativa articular (Córdoba, Andalucía). **Figura N.º 5.-** Evaluación clínica de Potro Pura Raza Española (2 años), con herida traumática de la región del

pecho y encuentro (Badajoz, Extremadura). **Figura N.º 6.-** Evaluación clínica-necropsia de Caballo Lusitano (16 años), con exposición del hueso subcondral características compatibles con osteoartrosis (enfermedad degenerativa articular) (Córdoba, Andalucía).



**Figura N.º 7.-** Evaluación clínica de caballo Lusitano (10 años), con sobre-crecimiento y pérdida de balance del casco (problemas podales) (La Bazana, Extremadura). **Figura N.º 8.-** Evaluación clínica de caballos Pura Raza Española (15 años), con absceso en la muralla del casco y en la cuartilla (Sevilla, Andalucía). **Figura N.º 9.-** Evaluación clínica de Potro Hispano Árabe (2 años), con herida traumática de la región de la cuartilla (Fregenal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 10.-** Evaluación clínica de Potro Cruzado (1 año), con traumatismo contuso y absceso en el miembro anterior izquierdo (Córdoba, Andalucía).





**Figura N.º 11.-** Evaluación clínica-necropsia de caballo Pura Raza Española (9 años), con dilatación y ruptura gástrica (Crisis abdominal aguda/cólico) (Higuera La Real, Extremadura). **Figura N.º 12.-** Evaluación clínica-necropsia de caballo Hispano-Árabe (6 años), con obstrucción estrangulante de la raíz del mesenterio (Crisis abdominal aguda/cólico) (Córdoba, Andalucía). **Figura N.º 13.-** Evaluación clínica-necropsia de caballo Pura Raza Española (2 años), con parasitosis gástrica asociada a *Gasterophilus* sp. (Crisis abdominal aguda/cólico) (Córdoba, Sevilla). **Figura N.º 14.-** Evaluación clínica de caballo Cruzado (14 años), con sobrecrecimiento de bilateral de molares y síndrome de maloclusión adquirida (Bodonál de la Sierra, Extremadura).

El nivel de correlación entre patologías del sistema locomotor (en la que fueron incluidas cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) y el grado de deformidad del cuello (Puntuación del cuello) fue negativa ( $r=-0,718$ ) ( $P<0,05$ ). El coeficiente de correlación entre patologías del sistema digestivo (en la que fueron incluidas cólicos, parasitosis y alteraciones dentales) y el grado de deformidad del cuello (Puntuación del cuello) fue negativa ( $r=-0,565$ ,  $P<0,05$ ).



**Figura N.º 15.-** Evaluación clínica de yegua Pura Raza Española (12 años), con obesidad y síndrome metabólico equino (Huelva, Andalucía). **Figura N.º 16.-** Evaluación clínica de caballo Pura Raza Española (14 años), con obesidad, cresta del cuello y síndrome metabólico equino (Huelva, Andalucía). **Figura N.º 17.-** Evaluación clínica de yegua Cruzada (15 años), con tetra-laminitis crónica (Segura de León, Extremadura). **Figura N.º 18.-** Evaluación clínica de caballo Cruzado (20 años), con laminitis crónica (Fregenal de la Sierra, Extremadura).

El coeficiente de correlación entre patologías del sistema endocrino (en la que fueron incluidas síndrome metabólico equino, laminitis, obesidad e hiperlipemia.) y el grado de deformidad del cuello (Puntuación del cuello) fue negativa ( $r=-0,111$ ,  $P<0,05$ ). El nivel de

correlación incluyendo solo los caballos grado 4 y 5 (caballos obesos), con patologías endocrinas fue también negativo ( $r=-0,302$  ( $P<0,05$ )). La adiposidad a lo largo del ligamento nugal (según lo medido por el score cresta cuello) es una herramienta útil para identificar el riesgo de DI (disregulación de la insulina o hiperinsulinemia) en Ponis, si bien la obesidad generalizada siempre debe manejarse, no fue un predictor particularmente fuerte de DI en esta población (Fitzgerald, et al, 2019). Estos resultados evidencian claramente que la deformidad del borde dorsal del cuello (cuello de gato/cresta del cuello), no está relacionada con alguna de las principales patologías que afectan al caballo que incluyen el sistema locomotor, el sistema digestivo y el sistema endocrino.

No se descarta que pueda estar asociadas a otras patologías como subluxación dorsal o inestabilidad cervical, osteoartritis de las apófisis articulares, fracturas vertebrales y mielopatías estenóticas entre otras, no incluidas en este estudio. Los estudios en la literatura sugieren un importante grado de asociación de la obesidad incluyendo la cresta del cuello con patologías endocrinas principalmente el síndrome metabólico equino, resistencia a la insulina y laminitis (Quinn et al, 2008; Geor, 2009, Bruynsteen, et al, 2015).

Algunos resultados en otros estudios han puesto de manifiesto la existencia de una correlación significativa entre el “Puntuación del cuello” y las mediciones de grasa de la región dorsal del cuello en caballos obtenidos después del análisis de imagen, en particular con espesor de grasa del cuello (Silva, et al, 2016). Estas diferencias pueden estar asociadas a las razas estudiadas (Pura Raza Española, Lusitanos, Hispano-Árabe y Cruzados, así como a la edad de los animales.

### 3.4.- Conclusiones

#### PRIMERA:

El 28 % de caballos con deformación del borde dorsal del cuello presentaron alguna alteración clínica. Las patologías más frecuentes fueron las del sistema locomotor 69 % (cojeras 26 %, heridas 22 %, traumatismos 20 %, osteoartrosis 16 %, afecciones del casco excluyendo laminitis 16 %). El nivel de correlación entre patologías del sistema locomotor y el grado de deformidad del cuello fue negativa (-0,718  $P < 0,05$ ).

#### SEGUNDA:

Las patologías del sistema digestivo representan un 20 % donde la mayor incidencia fueron los cólicos. Las infestaciones parasitarias gastrointestinales también fueron frecuentes con un 21 %, entre ellas *Gasterophilus* sp. (51 %) y *Strongylus vulgaris* (32 %) fueron las más comunes. Las patologías dentales representaron un 16 %. El coeficiente de correlación entre patologías del sistema digestivo y el grado de deformidad del cuello fue negativa (-0,565  $P < 0,05$ ).

#### TERCERA:

Las patologías endocrinas representaron un 11 % de los casos estudiados incluyeron a la obesidad 58 %, laminitis 28 %, síndrome metabólico equino 10 % e hiperlipemia 4 %. El coeficiente de correlación entre patologías del sistema endocrino y el grado de deformidad del cuello fue negativo (-0,111  $P < 0,05$ ).

### 3.5.- Referencias bibliográficas.

-Abogado hípico. Disponible en: <https://abogadohipico.com/resolucion-de-compraventa-de-un-caballo-por-defecto-en-el-cuello/>

-ANCCE. Disponible en: <https://www.ancce.es/contenido/morfologia-del-pre>

-Bruynsteen L, Moons CP, Janssens GP, Harris PA, Vandeveldel K, Lefère L, Duchateau L, Hesta M. Level of energy restriction alters body condition score and morphometric profile in obese Shetland ponies. *Veterinary Journal*: 206(1): 61-6. 2015.

-Calero Carretero R, Calero Bernal R. La cria caballar entre 1741 y la actualidad su especial significacion en Extremadura. Secretaria General Consejeria de Agricultura y Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energia. Gobierno de Extremadura. Junio, 2013.

-Candia R, Caiozzi G. Intervalos de Confianza. *Revista médica de Chile*: 133 (9): 1111-1115. 2005.

-Carter RA, Geor RJ, Staniar WB, et al. Apparent adiposity assessed by Standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Veterinary Journal*: 179 (2):204-210. 2009.

-Curtis L, Burford JH, Thomas JS, Curran ML, Bayes TC, England GC, Freeman SL. Prospective study of the primary evaluation of 1016 horses with clinical signs of abdominal pain by veterinary practitioners, and the differentiation of critical and non-critical cases. *Acta Veterinaria Scandinavica*:6 (57): 69.2015.

-Díez de Castro E, Pineda Martos C, Martín Cuervo M, Quintero Felices S, Méndez Vázquez N, Aguilera Tejero E. Valoración de obesidad y resistencia a la insulina en el Caballo de Pura Raza Española (PRE). *Equinus*: 34 Tercer Cuatrimestre: 58-75. 2012.

du Toit N, Rucker BA. The gold standard of dental care: the geriatric horse. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*: 29(2):521-7. 2013.

-Ertelt A, Barton AK, Schmitz RR, Gehlen H. Metabolic syndrome: is equine disease comparable to what we know in humans? *Endocrine Connection*: 3(3): 81-93. 2014.

-Frank N, Elliot SB, Brant LE and Keisler DH. Physical characteristics, blood hormone concentration, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal American Veterinary Medical Association*: 228 (9): 1983-1390. 2006.

- Frank N, Geor RJ, Bailey SR, Durham AE, Johnson PJ; Equine metabolic syndrome. American College of Veterinary Internal Medicine. *J Vet Intern Med.* 2010 May-Jun;24(3):467-75.
- Fitzgerald D, Anderson S, Sillence M, A. de Laat M. The cresty neck score is an independent predictor of insulin dysregulation in ponies. *PLoS One:* 14(7): 2019.
- García-García J, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Sample size calculation in medical education research. Investigación en Educación Médica:* 2(8): 217-224. 2013.
- Geor R, Frank N. Metabolic syndrome-From human organ disease to lamellar failure in equids. *Veterinary Immunology Immunopathology:*15: 129(3-4):151-4. 2009.
- Giles Sarah, Nicol C, Rands S, Harris P. Assessing the seasonal prevalence and risk factors for nuchal crest adiposity in domestic horses and ponies using the Cresty Neck Score. *BMC Veterinary Research:*11: 13. 2015.
- Gómez-Biedma S, Vivó M, Soria, E. Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista de Diagnóstico Biológico:* 50(4): 207-218. 2001.
- Hernández EM. Incidencia de las enfermedades del tarso en el caballo Pura Raza Española: Estudio radiológico. PhD thesis. Cordoba, Spain. 2003.
- Hatazoe T, Kawaguchi H, Hobo S, Misumi K. Pituitary pars intermedia dysfunction (equine Cushing's disease) in a Thoroughbred stallion: a single report. *Journal Equine Sciences:* 26(4):125-8. 2015.
- Holzhauer M, Bremer R, Santman-Berends I, Smink O, Janssens I, Back W. Cross-sectional study of the prevalence of and risk factors for hoof disorders in horses in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine:* 140:53-59. 2017.
- Johnson PJ. The equine metabolic syndrome peripheral Cushing's syndrome. *Veterinary Clinic North American Equine Practice:* 18(2):271-93. 2002.
- Karikoski NP, McGowan CM, Singer ER, Asplin KE, Tulamo RM, Patterson-Kane JC. Pathology of Natural Cases of Equine Endocrinopathic Laminitis Associated with Hyperinsulinemia. *Veterinary Pathology:* 52(5):945-56.2015.
- Kuwano A, Tanaka K, Kawabata M, Ooi Y, Takahashi T, Yoshihara T, Reilly JD. A survey of white line disease in Japanese racehorses. *Equine Veterinary Journal:* 31(6):515-8.1999.
- Laramie S. Winfield and Julie E. Dechant. Primary gastric rupture in 47 horses (1995–2011). *Canadian Veterinary Journal:* 56(9): 953–958. 2015.

- Lewis SL, Holl HM, Streeter C, Posbergh C, Schanbacher BJ, Place NJ, Mallicote MF, Long MT, Brooks SA. Genomewide association study reveals a risk locus for equine metabolic syndrome in the Arabian horse. *Journal Animal Science*: 95(3):1071-1079. 2017.
- Martín-Giménez T, de Blas I, Aguilera-Tejero E, Díez de Castro E, Aguirre-Pascasio CN. Endocrine, morphometric, and ultrasonographic characterization of neck adiposity in Andalusian horses. *Domestic Animal Endocrinology*: 56:57-62. 2016.
- Marycz K, Kornicka K, Basinska K, Czyrek A. Equine Metabolic Syndrome Affects Viability, Senescence, and Stress Factors of Equine Adipose-Derived Mesenchymal Stromal Stem Cells: New Insight into EqASCs Isolated from EMS Horses in the Context of Their Aging. *Oxidative Medical Cell Longevity*: 4710326. 2016.
- Morgan R, Keen J, McGowan C. Equine metabolic syndrome. *Vet Rec*: 177(7): 173-9. 2015.
- Morales A, Bermúdez V, García F, Perdígón M, Naranjo R. Lesiones músculo esqueléticas catastróficas en caballos pura sangre de carrera, Caracas-Venezuela. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*: 20(2): 243-248. 2009.
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Méndez-Angulo J, Escamilla-Sánchez A, Pérez-Arévalo J. Diagnostic tools for the study of the cresty neck in horses. *International Journal Applied Research Veterinary Medical*: 15(1): 52-60. 2017.
- National Equine Health Survey (NEHS) 2016. Disponible en: <https://www.bluecross.org.uk/sites/default/files/downloads/NEHS%20results%202016%2022%20SEPT%202016.pdf>
- Nicholls VM, Townsend N. Dental Disease in Aged Horses and Its Management. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*: 32(2): 215-27. 2016.
- Peat FJ, Kawcak CE. Musculoskeletal Pathology. *Veterinary Clinic North America Equine Practice*: 31(2):407-24. 2015.
- Potter SJ, Bamford NJ, Harris PA, Bailey SR. Prevalence of obesity and owners' perceptions of body condition in pleasure horses and ponies in south-eastern Australia. *Australian Veterinary Journal*: 94(11):427-432. 2016.
- Quinn RW, Burk AO, Hartsock TG, et al. Insulin sensitivity in Thoroughbred geldings: effect of weight gain, diet, and exercise on insulin sensitivity in Thoroughbred geldings. *Journal Equine Veterinary Science*: 28(12):728-38. 2008.

- Rose RJ, Hodgson D. Manual of equine practice. Wb Sanders. Company, Harcourt Brace Jovanovich. Inc. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. 130-132. 1995.
- Salem SE, Scantlebury CE, Ezzat E, Abdelaal AM, Archer DC. Colic in a working horse population in Egypt: Prevalence and risk factors. *Equine Veterinary Journal*: 49(2):201-206. 2017.
- Sánchez M, Azor P, Molina A, Parkin T, Rivero J, Valera M. Prevalence, risk factors and genetic parameters of cresty neck in Pura Raza Español horses. *Equine Veterinary Journal*: Feb 2016.
- Silva SR, Payan-Carreira R, Guedes CM, Coelho S, Santos AS. Correlations between cresty neck scores and post-mortem nape fat measurements in horses, obtained after photographic image analysis. *Acta Veterinaria Scandinavica*: 58 (60).2016
- Teixeira WF, Felippelli G, Cruz BC, Maciel WG, Fávero FC, Gomes LV, Buzzulini C, Prando L, Bichuette MA, Lopes WD, Oliveira GP, Costa AJ. Endoparasites of horses from the Formiga city, located in center-west region of the state of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira Parasitology Veterinary*: 23(4):534-8. 2014.
- Treiber KH, Kronfeld DS, Geor RJ. Insulin resistance in equids: possible role in laminitis. *Journal Nutrition*: 136:2094–2098. 2006.
- van Weeren PR, Back W. Musculoskeletal Disease in Aged Horses and Its Management. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*: 32(2):229-47. 2016.
- Wylie CE, Newton JR, Bathe AP, Payne RJ. Prevalence of supporting limb laminitis in a UK equine practice and referral hospital setting between 2005 and 2013: implications for future epidemiological studies. *Veterinary Record*: 17.176(3):72. 2015.
- Worku Y, Wondimagegn W, Aklilu N, Assefa Z, Gizachew A. Equine colic: clinical epidemiology and associated risk factors in and around Debre Zeit. *Tropical Animal Health Production*: 49(5): 959-965. 2017.



## **CAPÍTULO 4.- Estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura, España.**

### **4.1.- Introducción y objetivos.**

La deformación del borde dorsal del cuello (DBDC), también denominado coloquialmente en burros como “morro caído”, “cuello de gato” o cresta del cuello, ha sido observado por veterinarios en equinos, burros e inclusive en mulos; sin embargo, poca importancia se le ha prestado a esta condición en estos équidos, solo se ha considerado en la práctica la castración de algunos sementales con observaciones de progenie con deformidad del cuello o en otros casos son enviados a matadero. Son variadas las versiones que sobre el “morro caído” se dan, pero no están apoyadas por criterios científicos; es una condición patológica hereditaria, los sementales que lo tienen no deben ser usados para crianza, llegado el momento, se le va a descolgar para cualquiera de los dos lados, lo que disminuye enormemente el atractivo del ejemplar, hay líneas, dentro de las razas de burros y caballos que no lo portan ni lo transmiten (<https://www.flickr.com/photos/23630893@N08/4505280171>).

En la literatura se describe un caso de esteatosis en un burro (*Equus africanus asinus*), castrado, de 15 años de edad, procedente del municipio de San Antero (Córdoba, Colombia), al cual se le detectó ligamento nucal engrosado, duro y doloroso, dando la impresión de un doble cuello y edemas subcutáneos indurados en pared costal, abdominal y pectoral (Cardona y Reza, 2011). La asociación de genética y factores ambientales están involucrados en el desarrollo de la deformación de la cresta del cuello, estudios preliminares sugieren que cambios en el metabolismo de los músculos de la región dorsal del cuello caracterizado por depósito de grasa, las miopatías metabólicas incluyen un grupo de enfermedades que tienen la característica común de acumulando productos normales o normales del metabolismo como el glucógeno y los lípidos (Morales-Briceño et al, 2016).

Estudios previos describen la deformación del borde dorsal del cuello en burros de raza Andaluza (Morales Briceño, et al, 2014), también ha sido descrito en algunas razas de équidos miniatura con mayor prevalencia en burros miniatura y enanos, que en las otras razas miniatura estudiadas, la cual está asociada posiblemente a la condición corporal específicamente a la

obesidad y a la disminuida actividad atlética que desarrollan estos équidos (Morales, et al, 2014). Los burros que trabajan corren el riesgo de desarrollar problemas de salud múltiples, agudos y crónicos (Regan, et al, 2015). En la literatura existen escasos estudios de patologías en burros en Andalucía. Se describieron los problemas de cascos de burros en el sur de Extremadura con una alta frecuencia de casuística en la práctica clínica, siendo principalmente asociada al crecimiento excesivo del casco, sepsis pedal, laminitis, y enfermedades crónicas del casco (Lamprea, et al, 2016). Los trastornos más comunes se asociaron con la edad, el peso corporal y / o la condición corporal para algunos trastornos como envenenamiento por ingestión de plantas tóxicas y encefalitis (Morales-Briceño, et al, 2016).

La capacidad de reconocer y evaluar el dolor en los burros asociados con estos problemas de salud es importante para las personas responsables de su cuidado y tratamiento, incluidos los propietarios y los trabajadores de salud veterinaria o animal (Regan, et al, 2015). En virtud de esta importante área de estudio con gran impacto en la producción de équidos en Andalucía y Extremadura se plantea como objetivo estudio clínico y morfológico de la deformación del borde dorsal del cuello en burros en Andalucía y Extremadura, España.

#### **4.2.- Materiales y Métodos**

El área de estudio fue la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas 37°23'00"N 5°59'00"O), específicamente las provincias de Córdoba, Huelva y Sevilla y la Comunidad Autónoma de Extremadura (39°12'N 6°09'O), específicamente la provincia de Badajoz. La población de burros estudiada fue de 853, ya que la información estimada de burros en toda España para el año 2002 fue de 127.800, mientras que en Andalucía había 24.500 burros (Europa Press, 2002). En el año 2011 se describe que en Andalucía hay un total de 12.555 burros, aproximadamente un 6,5 % de la población de équidos (Sánchez-Bazán, 2011). En Extremadura se totalizan 25.000 burros para el año 1996 (Rodero et al 1998).

Se seleccionaron 853 burros de manera aleatoria, en la Comunidad Autónoma de Andalucía 387/853 y en la Comunidad Autónoma de Extremadura 463/853. La información fue obtenida mediante visitas a las explotaciones de équidos simultáneamente con las evaluaciones de caballos (Total de explotaciones: Andalucía: 0,14% 100/71068 y Extremadura 0,44% 86/19162) y evaluaciones in situ de cada una de las explotaciones durante los años 2014-2016. Se practicó un examen clínico a cada uno de los burros (*Equus africanus asinus*) mediante la inspección detallada

y la palpación (Rose y Hodgson, 1995, Morales Briceño, et al, 2017). Se realizó un estudio morfológico siguiendo el protocolo de adiposidad para la evaluación del borde dorsal del cuello descrito (Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Díez de Castro, et al, 2012). En algunos casos se realizó la eutanasia y necropsia mediante el protocolo descrito para équidos (Morales, et al, 2017). Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo clínico. Se analizaron las siguientes variables representativas de la población: Cada uno de los burros fue identificado con un número mediante un orden ascendente a partir del número 1 hasta el número 853. Así como se colectaron los datos de identificación individual, el número de Microchip (en la tabla del cuello) y se registraron en planillas individuales los siguientes datos: identificación, número, raza, edad años (1-20 años), sexo, pelaje (Calero y Calero, 2013), grado de deformación del cuello (0-5) (Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009 y Díez de Castro, et al, 2012), diámetro del cuello, largo del cuello, peso, localización geográfica (Andalucía o Extremadura).

Una vez estimado el tamaño de la muestra, los datos recopilados fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando una hoja electrónica (EXCEL, Microsoft 2007). Se realizó una estadística descriptiva a todos los datos recopilados (incluyo media, desviación estándar y varianza) específicamente de caballos con alteraciones clínicas y sin alteraciones clínicas evidentes, patologías del sistema locomotor (incluye heridas, osteoartrosis, traumas, alteraciones del casco y cojeras), abdominal (incluyo cólicos, parasitosis y alteraciones dentales), patologías endocrinas (incluyo Síndrome Metabólico Equino, obesidad, hiperlipemia y laminitis). Adicionalmente se estimó el Coeficiente de Correlación (Morales Briceño, et al, 2014) entre las variables raza, grado de deformidad del cuello, medidas del cuello (diámetro y largo), edad, sexo, raza, peso corporal, instalaciones, tipo de manejo, altitud de los comederos, tipo de alimentación, intensidad del ejercicio y color de la capa.

$$\text{Correlación}(r) = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\text{Sqrt}([N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2])}$$

dónde

- N = Número de valores o elementos
- X = Puntuación Primero
- Y = Puntuación Segunda
- $\Sigma XY$  = Suma del producto del primer y segundo resultado
- $\Sigma X$  = Suma de las puntuaciones de Primera
- $\Sigma Y$  = Suma de las puntuaciones de segunda
- $\Sigma X^2$  = Suma de cuadrados Puntuación Primero
- $\Sigma Y^2$  = Suma de cuadrados Resultados de segunda

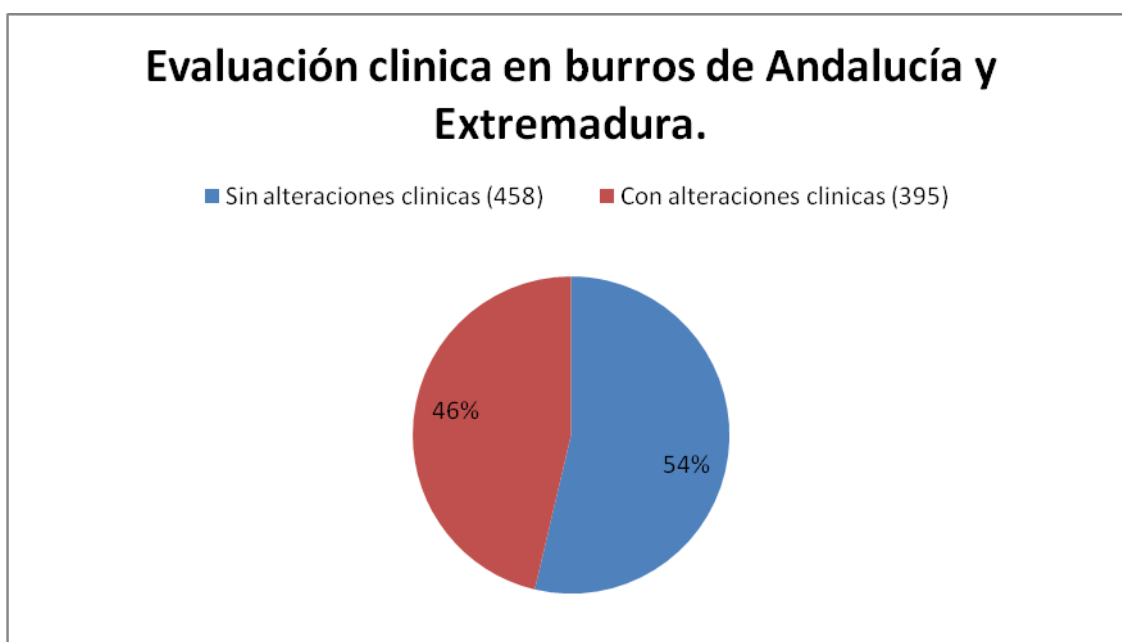
En todos los casos solo fueron considerados significativos aquellos valores de  $P < 0,05$  (Gómez-Biedma et al, 2001).

### 4.3.- Resultados y Discusión

Se estudiaron a un total de 853 burros (*Equus africanus asinus*), en las Comunidades de Andalucía (387/853) y Extremadura (463/853), las razas consideradas fueron: Andaluza 631/853, Catalana 56/853, Miniatura 97/853 y Zamorano-Leonesa 69/85. La deformación del borde dorsal del cuello (Cuello de Gato o Cresty Neck), se observó en 345 burros, con una incidencia en la población estudiada de 40 %.

En relación a la presentación clínica un total de 458/853 burros no presentaron lesiones al examen clínico, mientras que un total de 395/853 burros presentaron alguna alteración clínica. En los burros con deformación del borde dorsal del cuello se observaron 345/395 con alteraciones clínicas. A continuación, se presentan los resultados del siguiente gráfico:

**Gráfica N.º 1.-** Evaluación clínica en burros de Andalucía y Extremadura.



Estos resultados evidencian burros con la deformación del borde dorsal del cuello y otras patologías concomitantes como obesidad, laminitis, síndrome metabólico equino (SME) e hiperlipemia. Así como patologías del sistema locomotor y del sistema gastrointestinal. Los burros que trabajan con una variedad de anomalías clínicas muestran indicadores de dolor tanto generales como específicos, algunos comportamientos se expresaron con mayor frecuencia en asociación con anomalías clínicas acumulativas (Regan, et al, 2015). Los registros de 1.444 burros durante un período de 7 años se incluyeron en el análisis, 61 categorías de hallazgos post

mortem se identificaron a partir de 9.744 observaciones, as cuatro condiciones más prevalentes, se observaron trastornos dentales (78,7 %), enfermedades vasculares distintas del aneurisma (60,9 %), artritis (55,4 %) y trastornos del casco (44,8 %), ulceración gástrica en el 42 % de los burros y la impacción gastrointestinal en 18,6 % y la combinación más frecuente de dos hallazgos post mortem en el mismo animal fue la artritis y trastorno dental, los trastornos más comunes se asociaron con la edad, el peso corporal y/o la condición corporal (Morrow, et al, 2011). Estos resultados coinciden relativamente con los observados en nuestro estudio en donde se observa una alta incidencia de patologías que involucran el sistema locomotor 60 % (heridas 35 %, claudicaciones 29 %, problemas en el casco 18 %, osteoartrosis 12 % y traumatismos 6 %.

En estudio de causas de mortalidad en burros en Bodonal de la Sierra-Extremadura, Badajoz-España, la casuística se presentó orden de importancia la crisis abdominal aguda, síndrome metabólico/hiperlipemia, laminitis, fracturas óseas y con menor número de casos las neoplasias (Morales, et al, 2016). Un estudio multicéntrico en burros en España y Venezuela evidenció que la muerte o la eutanasia se atribuyeron a la enfermedad del sistema digestivo 48 % (cólico, trastorno dental, ulceración gástrica, enfermedades hepáticas y pancreáticas); sistema locomotor 23 % (laminitis), artritis, trastorno del casco y fracturas); sistema respiratorio 5% (epistaxis y neumonitis fibrosante), sistema endocrino 4% (tumor suprarrenal y adenoma hipofisario); sistema reproductivo 5% (carcinoma de ovario y carcinoma de células escamosas, tumor de células germinales), sistema linfoide 6% (linfomas esplénicos y torácicos), sistema urinario 2 % quiste renal, glomerulo-nefritis membrano-proliferativas y abscesos) y sistema nervioso 7 % (intoxicación aguda y Encefalitis Equina Venezolana) (Morales-Briceño, et al, 2018).

Estos resultados difieren con nuestras observaciones clínico-patológicas en burros donde la casuística con mayor incidencia en burros fue la clasificada como patologías del sistema locomotor (en la que fueron incluidas (cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) con un 60 %, seguida de patologías del sistema digestivo 26 % (224/853) y por último las patologías endocrinas 14 % (116/853). Las patologías del sistema tegumentario y respiratorio, así como reacciones de toxicidad se observaron en menor medida por ello no fueron incluidos  $\leq 1$  %. A continuación, se presentan los resultados por raza, grado de deformidad y patología presentada de manera detallada en la tabla 1.

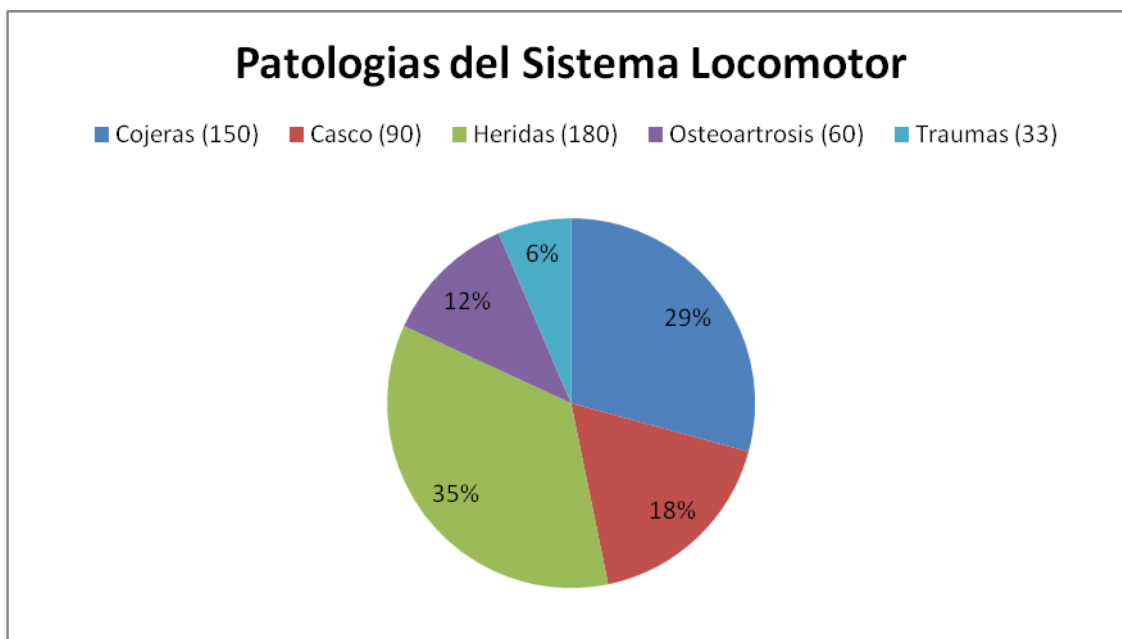
**Tabla N.º 1.-** Resultados del número de burros por raza, grado de deformidad y patologías presentadas.

Raza	Grado Deformidad Cuello	Porcentaje Deformidad Cuello	Locomotor (heridas, osteoartrosis, traumas, casco, cojera).	Abdominal (Cólicos, parasitosis, alteraciones dentales).	Endocrino (SME, obesidad, laminitis, hiperlipemia)
Andaluz	0	9 % (57/631)	41	15	1
	1	11 % (71/631)	57	13	1
	2	10 % (66/631)	51	14	1
	3	31 % (195/631)	120	49	26
	4	24 % (153/631)	98	31	24
	5	14 % (89/631)	47	22	20
Miniatura	0	17 % (16/97)	8	7	1
	1	13 % (13/97)	6	6	1
	2	9 % (9/97)	3	4	2
	3	12 % (12/97)	6	4	2
	4	20 % (19/97)	8	8	3
	5	29 % (28/97)	8	12	8
Zamorano-Lionesa	0	8 % (6/69)	3	2	1
	1	12 % (8/69)	6	1	1
	2	22 % (15/69)	9	4	2
	3	15 % (10/69)	4	3	3
	4	26 % (18/69)	10	5	3
	5	17 % (12/69)	3	4	5
Catalán	0	9 % (5/56)	3	1	1
	1	8 % (4/56)	2	1	1
	2	21 % (12/56)	6	5	1
	3	16 % (9/56)	4	4	1
	4	21 % (12/56)	5	4	3
	5	25 % (14/56)	5	5	4

Los burros a menudo se eligen para trabajar sobre los caballos en actividades agrícolas, debido a su mayor relación potencia / peso: un burro puede hacer más tracción que un caballo del mismo tamaño, sin embargo, todavía sufren dolencias similares y la sobrecarga puede causar problemas a largo plazo (Dowson, 2015). En algunos lugares del mundo si un burro no puede trabajar, el dueño y su familia pierden ingresos (Dowson, 2015). Muchas de las patologías observadas comunidades rurales en países en desarrollo, en estos équidos (burros y mulas), incluyen: técnicas inadecuadas de cría y manejo, caquexia, heridas por arnés, fistulas en la región de la cruz asociadas a la silla de montar, parasitismo, tétano, deformidades angulares del nacimiento y adquiridas, anomalías del paso (cojeras/ Claudicaciones) patologías iatrogénicas (empleo de remedios tradicionales: cauterización térmica de articulaciones, castraciones con hierro caliente, desparasitación con químicos como diesel, limpieza nasal con detergentes químicos, sobre-medicación por ejemplo con fenilbutazona) todos los procedimientos sin prescripción veterinaria (Kay, 2006).

Un estudio en el Oeste de África, señala que las fistulas en la región de la cruz, es la mayor causa de morbilidad y pérdida en equinos de trabajo (Dolumbia, 2006). Esto difiere de los resultados de nuestro estudio donde un bajo número de burros estudiados participan en actividades agrícolas o trabajo, es importante mencionar, algunos lugares históricos y turísticos de Andalucía como Sevilla y de Córdoba Capital, aun se emplean burros, caballos y mulas de trabajo. Sin embargo, en algunas actividades de Peregrinación como La Virgen del Rocío, y otros tradicionales paseos a caballo en Andalucía y Extremadura, se observan en la práctica veterinaria casos de lesiones asociadas a los arneses, heridas y fistulas asociadas a la silla de montar, traumatismos, epistaxis asociada a Hemorragia Pulmonar Inducida por el ejercicio, e inclusive síndrome del caballo exhausto y muerte súbita (Morales, 2016). A continuación, se presentan los resultados de patología en el sistema locomotor se presentan en la siguiente gráfica.

Gráfica N.º 2. Patología del sistema locomotor.



Las patologías del sistema digestivo representan un 26 % donde la mayor incidencia está asociada a cólicos representado en dilatación gástrica por sobrecarga (impactación) 25 %, torsiones, incarcerationes: intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) 7 %, un 35% impacción cecal, desplazamiento de la base del ciego 18 %, desplazamiento y torsión del colon 15 %. La impactación gastrointestinal se registró en casi 20 % de la población de estudio (Morrow, et al, 2011, Thiemann y Sullivan 2019). Esto puede estar asociado a la disponibilidad de agua y consumo de agua, así como a la calidad de la dieta, es posible considerar dentro del factor de riesgo el clima que en verano puede mantener temperaturas en Andalucía y Extremadura sobre los 45° C.

Entre los parásitos gastrointestinales, los gusanos redondos y planos que afectan a los burros pueden causar enfermedad, todos los parásitos helmintos comunes que afectan a los caballos también pueden infectar a los burros, los animales que pastan juntos puedan actuar como fuente de infección para cualquier especie a través de las heces (Matthews y Burden, 2013). La infestación por *Cyathostominae* (pequeños strongylus) fueron los endoparásitos más comunes en este grupo de burros, ocurriendo con una frecuencia del 15 %, quistes hidatídicos en los pulmones y / o se registraron hígado en solo el 5 % de los burros (Morrow, et al., 2011). Las infestaciones parasitarias representaron un 15% (*Gasterophilus* sp. 92 %, *Strongylus* sp. 5% y *Habronema muscae* 3 %). Estos resultados demuestran carencias en el plan sanitario y desparasitación de estos animales, así como un alto impacto ambiental que predispone la infestación por estos parásitos. En



un estudio previo, se estimó una incidencia de 58 % de parásitos intestinales en burros de Bodonal de la Sierra, Badajoz-España, la prevalencia de parásitos fue de 86 % *Strongylus* sp., el número de huevos por gramo de heces (HPG) fue de 290 y de 14 % de *Triodontophorus* sp. con un número de 250 HPG (Lamprea Garrido, et al, 2016).

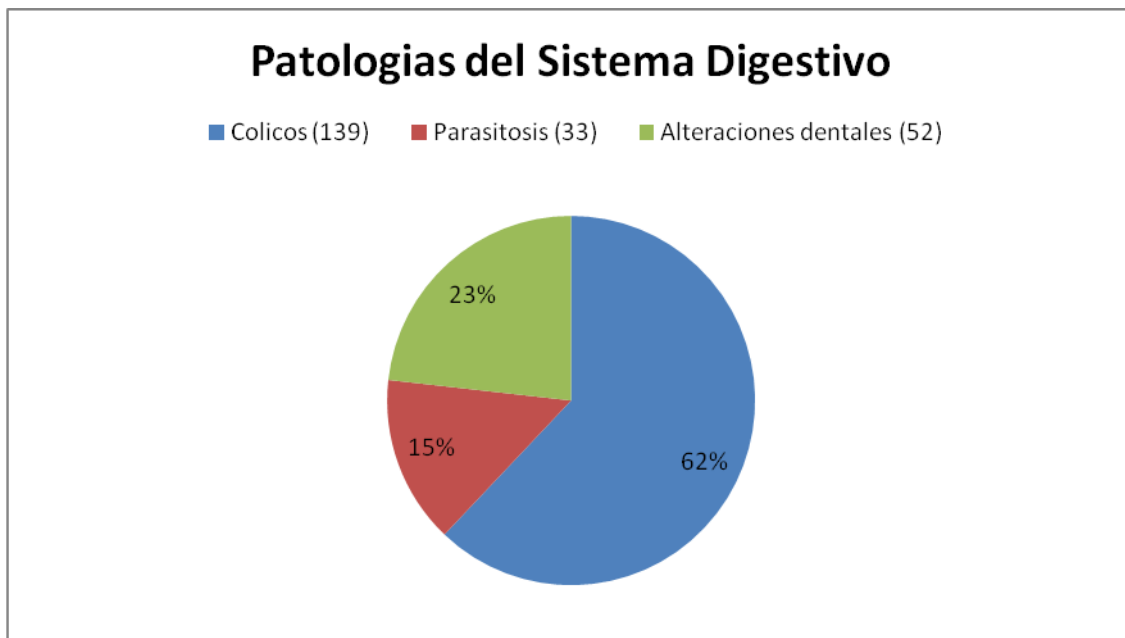
En un estudio en el Valle de Tulancingo, Estado de Hidalgo-México, el 100% de los burros presentaron huevos de parásitos gastrointestinales, el 91 % de los animales estudiados presentaron *Trichostrongylus* spp, el 64% presentó *Strongylus* spp, el 36 % *Trichonema* spp, el 27 % *Parascaris equorum*, *Strongyloide westeri*, el 9 % *Anaplocephala* spp y *Oxyuris equi*. *Trichostrongylus* spp, fue el parásito gastrointestinal predominante en burros del Valle de Tulancingo, Hidalgo-México (Rivero-Pérez, 2018). Es importante establecer estrategias que intenten preservar eficacia antihelmíntica, estas estrategias deben basarse en concepto de que la proporción de gusanos en una población no expuestos a antihelmínticos en cada tratamiento actúan como fuente de “refugio”, siendo este último es un factor importante en la velocidad a la que se desarrolla resistencia antihelmíntica, por lo tanto, es imperativo que el control de parásitos los programas tener en cuenta la necesidad de equilibrar la terapia para controlar la enfermedad asociada a helmintos con el requisito de preservar la eficacia antihelmíntica (Matthews y Burden, 2013).

Un estudio previo en Bodonal de la Sierra, Badajoz-Extremadura, España, observo una alta prevalencia (90 %) de úlceras y gastritis en burros, sin presentar previamente signos clínicos de SUGE (Síndrome Ulceroso Gástrico Equino), todas las lesiones fueron hallazgos de necropsia. Los signos característicos de SUGE descritos en los caballos (cólico agudo y recurrente, diarrea, pelo áspero, falta de apetito, pérdida de peso, cambios de actitud, depresión y disminución del rendimiento) difieren de los observados en burros (Morales et al, 2015). En nuestro estudio se observo en 75 % de los casos de cólicos concomitante con parasitosis gastro-intestinales. Esto indica una alta incidencia del síndrome de úlceras gástricas equino en burros, lo cual puede estar asociado a condiciones de manejo alimentario, manejo nutrición y posiblemente condiciones estrés ambiental. En los burros, la ulceración de las regiones no glandulares del estómago es más prominente que las regiones glandulares y las infestaciones parasitarias son frecuentes (Morales et al, 2015).

Las alteraciones dentales representaron un 23 %, esto representa un desafío ya que en su mayoría los problemas dentales están asociados a gingivitis crónica, desgaste, sobre-crecimiento de piezas dentales, pérdida de piezas dentales por necrosis infundibular. La incidencia de estas

lesiones difiere con otros resultados de la literatura que sugiere un 80 % de trastorno dental (Morrow, et al, 2011). Uno de los problemas más importantes de las patologías dentales es el desgaste crónico y mal oclusión, lo cual limita el proceso de masticación, produciendo emaciación, caquexia, debilitación y muerte de la mayoría de estos animales. Algunos trastornos dentales, como los diastemas, los dientes desplazados y la arcada de la boca pueden tener graves consecuencias clínicas al causar dolor oral y pérdida de peso e incluso predisponer al cólico, muchos de estos signos pueden prevenirse mediante un tratamiento dental regular que puede ralentizar o incluso prevenir la progresión de estos trastornos (du Toit y Dixon, 2011).

**Gráfica N.º 3.** Patologías del aparato digestivo.



Los caballos que envejecen pueden tener un riesgo particular de enfermedad endocrina, dos endocrinopatías equinas principales, la disfunción intermedia de la glándula pituitaria y el síndrome metabólico equino, se encuentran comúnmente en una población que envejece y pueden presentarse con varios signos reconocibles, incluida la laminitis (Durham, 2016).

El burro evolucionó bajo condiciones ambientales duras y áridas, desarrollando rasgos únicos de eficiencia energética, con una eficiencia para movilizar rápidamente la grasa en situaciones de mayor demanda de energía o cuando la comida es escasa, esta evolución ha conducido a una predisposición inherente de los burros a la obesidad, dislipidemias, desregulación de la insulina/síndrome metabólico, disfunción intermedia de la glándula pituitaria y laminitis

endocrinopática (Mendoza, et al, 2019). Además, el envejecimiento puede estar asociado con el desarrollo de problemas endocrinopáticos más raros, a menudo asociados con la neoplasia, incluida la diabetes mellitus y otros factores de confusión de la homeostasis de la glucosa, así como enfermedades tiroideas, paratiroideas y suprarrenales. Se presentan breves detalles del reconocimiento y manejo de estas condiciones (Durham, 2016).

Un estudio multidisciplinar en burros describe un total de 27 burros con PPID (disfunción intermedia de la glándula pituitaria) y 96,3 % de estos burros también tenía un trastorno del casco, mientras que los burros con un trastorno de los cascos tenían más de 30 veces la probabilidad de tener PPID en comparación con los que no presentaron trastornos en los cascos (Morrow, et al, 2011). Las patologías endocrinas en burros incluyeron al síndrome metabólico equino, laminitis, obesidad e hiperlipemia, se observó una incidencia fue de 14 % comparado con otras patologías. El 42 % estuvo asociado a obesidad, considerada una patología, siendo la obesidad un factor predisponente para otras patologías como la esteatosis descrita en burros (Cardona y Reza, 2011), pero también el síndrome metabólico equino, la laminitis, algunas enfermedades vasculares como aterosclerosis y aneurismas (Morrow, et al, 2011). Esta condición parece indicar que muchos de los burros estudiados son confinados a un pequeño box o establo, con limitado espacio para ejercicio físico, y por otra parte muchos de los burros estudiados, presentan edades superiores a 15 años, y fueron utilizados para actividades agrícolas en el campo, que hoy por hoy, han sido sustituidos por maquinas agrícolas, como parte de la tecnificación agrícola en Andalucía y Extremadura, España.

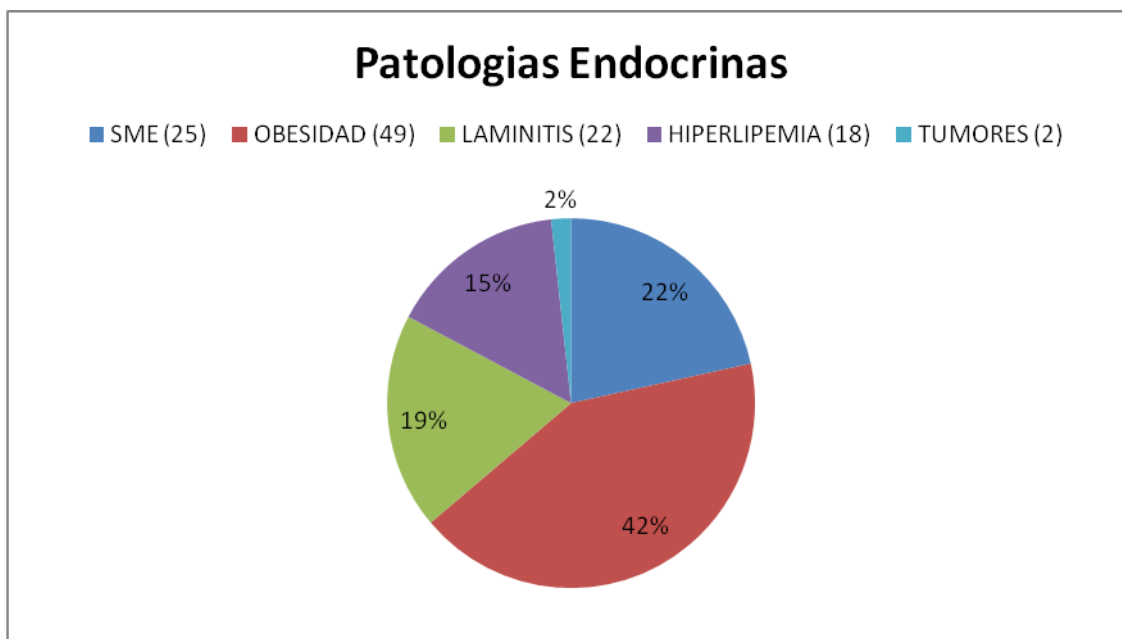
En burros bajo condiciones de estrés asociado al manejo, se observó hiperlipemia en un 15 % de casos, pero también bajo la condición de obesidad, por lo tanto, se reconoce la obesidad como un factor de riesgo para el desarrollo de hiperlipemia en burros. Esta incidencia de hiperlipemia en burros de Andalucía y Extremadura, son altos en comparación con los descritos en la literatura que sugieren una prevalencia de 4 % (Morrow, et al, 2011). El síndrome metabólico equino, se caracteriza por hiperinsulinemia en burros represento el 22 % de los casos estudiados, asociado a deformación del borde dorsal del cuello. Se han descrito diferencias marcadas en la dinámica hormonal y los protocolos de prueba para el diagnóstico de estas enfermedades endocrinas y metabólicas en burros en comparación con los caballos, lo que subraya la necesidad de un enfoque específico de la especie para evitar diagnósticos erróneos, tratamientos innecesarios o inadecuados y costos adicionales (Mendoza, et al, 2019). En este punto se considera

la disfunción de la pars intermedia de la glándula pituitaria y fueron diagnosticados solo dos casos de tumores endocrinos correspondiente a un 2 %, un caso de un adenoma hipofisiario en un burro de 25 años y un feocromocitoma en un burro de 25 años de edad (Morales-Briceño, et al, 2018).

La laminitis en équidos es un síndrome clínico usualmente asociado con una enfermedad sistémica (Karikoski, et al, 2015). Endocrinopatías han sido reconocidas como una causa común de laminitis donde la hiperinsulinemia juega un rol clave (Karikoski, et al, 2015). La laminitis en burros fue considerada dentro de las patologías endocrinas y represento un 19 % de los casos estudiados. Otros estudios que consideran todas las alteraciones del casco muestran una incidencia de 45 % (Morrow, et al, 2011).

Es posible que los resultados descritos incluyan un excesivo crecimiento de los cascos, una patología que se observó en 90% de los casos estudiados concomitante con otras patologías. En la mayoría de los casos la laminitis crónica conlleva a la muerte o eutanasia del animal, por el compromiso vascular, la rotación de la tercera falange con exposición de la misma con perforación de la suela del casco, el dolor agudo del burro, la subsecuente infección bacteriana secundaria, la bacteriemia y septicemia, un mal pronóstico clínico para estos équidos. A continuación, se presenta el siguiente gráfico con la incidencia de patologías endocrinas:

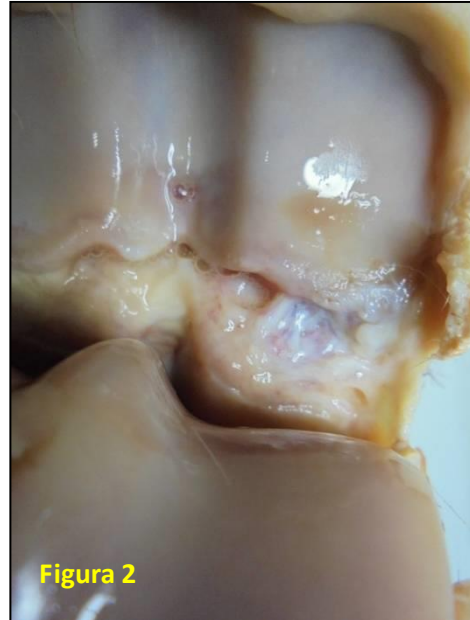
**Gráfica N.º 4.** Patologías endocrinas.



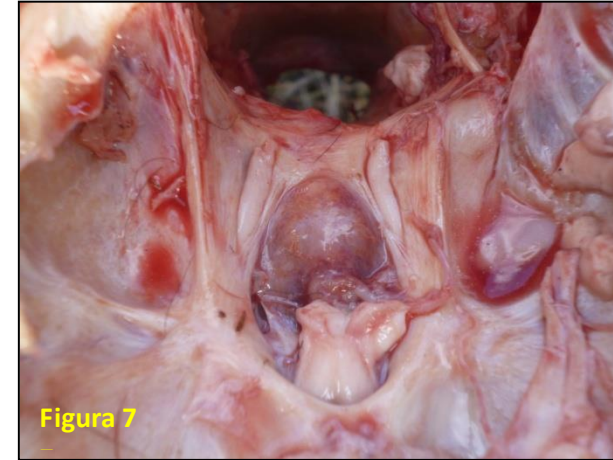
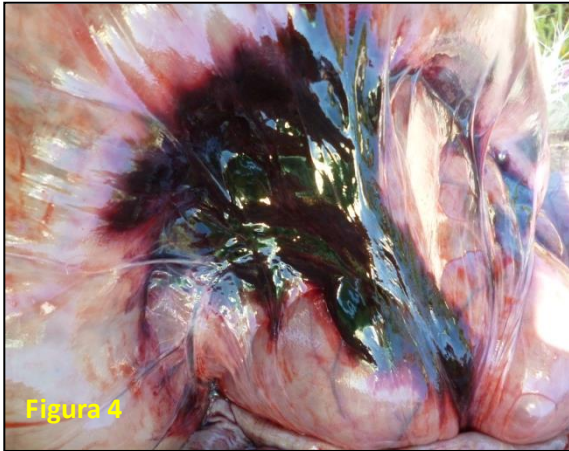
El nivel de correlación entre patologías del sistema locomotor (en la que fueron incluidas cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) y el grado de deformidad del cuello (Puntuación del cuello) fue positiva ( $r= 0,4$   $P<0,05$ ). Es decir, la deformación del borde dorsal del cuello puede estar asociada a patologías del sistema locomotor. El coeficiente de correlación entre patologías del sistema digestivo (en la que fueron incluidas cólicos, parasitosis y alteraciones dentales) y el grado de deformidad del cuello (Cresty neck score) fue positiva  $r=(0,7$   $P<0,05$ ). El coeficiente de correlación entre patologías del sistema endocrino (en la que fueron incluidas síndrome metabólico equino, laminitis, obesidad e hiperlipemia) y el grado de deformidad del cuello (Puntuación del Cuello) fue positivo ( $r=0,91$   $P<0,05$ ).

Estos resultados evidencian claramente que la deformidad del borde dorsal del cuello (cuello de gato/cresta del cuello), está relacionada con alguna de las principales patologías que afectan al burro que incluyen el sistema locomotor, el sistema digestivo y el sistema endocrino. No se descarta que pueda estar asociadas a otras patologías como subluxación dorsal o inestabilidad cervical, osteoartritis de las apófisis articulares, fracturas vertebrales y mielopatías estenóticas entre otras, no incluidas en este estudio. Los estudios en la literatura sugieren un importante grado de asociación de la obesidad incluyendo la cresta del cuello con patologías endocrinas principalmente el síndrome metabólico equino, resistencia a la insulina y laminitis en équidos

(Quinn et al 2006; Geor, 2008, Bruynsteen, et al, 2015). A continuación, se presentan algunas imágenes seleccionadas que evidencian la casuística más común.



**Figura N.º 1.-** Evaluación clínica de burro Andaluz (3 años), con fractura traumática de la extremidad distal del radio y cúbito, de los huesos del carpo y proximal del metacarpo principal (Bodonal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 2.-** Evaluación mediante necropsia de la articulación metacarpo-falangeana, con cambios degenerativos cartílago articular y exposición del hueso subcondral, asociada a enfermedad degenerativa articular (Córdoba, Andalucía). **Figura N.º 3.-** Evaluación mediante necropsia (Corte sagital del dígito del burro, se evidencia laminitis crónica con rotación  $\geq 45^\circ$ , con cambios degenerativos de la tercera falange y osteolisis (Bodonal de la Sierra, Extremadura).



**Figura N.º 4.-** Evaluación mediante necropsia de torsión de base de ciego con trombosis y hematoma organizado de la raíz del mesenterio (Bodonal del Sierra, Extremadura). **Figura N.º 5.-** Evaluación mediante necropsia de gingivitis crónica con desgaste dental (Sevilla, Andalucía). **Figura N.º 6.-** Evaluación mediante necropsia de gastritis crónica parasitaria severa asociada a *Gasterophilus* sp. (Fregenal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 7.-** Evaluación mediante necropsia de Adenoma Hipofisiario (Bodonal de la Sierra, Extremadura).



**Figura N.º 8.-** Evaluación clínica de burro Andaluz (15 años), sin deformidad del borde dorsal del cuello (Grado 1) (Huelva, Andalucía). **Figura N.º 9.-** Evaluación clínica de burro (18 años), con obesidad, deformación del borde dorsal del cuello (Grado 3) y síndrome metabólico equino (Bodonal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 10.-** Evaluación clínica de burro (16 años), con deformación del borde dorsal del cuello (Grado 4), laminitis crónica (Bodonal de la Sierra, Extremadura). **Figura N.º 11.-** Evaluación clínica de burro (14 años), con deformación del borde dorsal del cuello (Grado 5) (Bodonal de la Sierra, Extremadura).



#### 4.4.- Conclusiones

##### PRIMERA:

El 54 % del total de burros estudiados no presentaron lesiones al examen clínico, mientras que un total de 46 % presentaron alguna alteración clínica. El 87% de los burros con deformación del borde dorsal del cuello presentaron alteraciones clínicas.

##### SEGUNDA:

Las patologías del sistema locomotor (cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) fueron las más frecuentes con un 60 %, seguida de patologías del sistema digestivo 26 % y por último las patologías endocrinas 14 %.

##### TERCERA:

La deformidad del borde dorsal del cuello en los burros estaba relacionada con alguna de las principales patologías que afectan al burro que incluyen el sistema locomotor ( $r=0,4$   $P<0,05$ ), el sistema digestivo ( $r=0,7$   $P<0,05$ ) y el sistema endocrino ( $r=0,91$   $P<0,05$ ). Estos resultados de correlación difieren de los resultados observados en caballos.

#### 4.5.- Referencias

- Calero Carretero R, Calero Bernal R. La cria caballar entre 1741 y la actualidad su especial significacion em Extremadura. Secretaria General Consejeria de Agricultura y Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energia. Gobierno de Extremadura. Junio, 2013.
- Cardona J, Reza L. Esteatosis en un burro (*Equus asinus*). Primer reporte en Colombia. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Córdoba 16(3):2793-2798, 2011.
- Carter RA, Geor RJ, Staniar, WB. Apparent adiposity assesed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. Veterinary Journal: 179(2): 204-210. 2009.
- Díez de Castro E, Pineda Martos C, Martín Cuervo M, Quintero Felices S, Méndez Vázquez N, Aguilera Tejero E. Valoración de obesidad y resistencia a la insulina en el Caballo de Pura Raza Española (PRE). Equinus: 34: 58-75.2012.
- Donkey, *Equus africanus asinus*: <https://www.flickr.com/photos/23630893@N08/4505280171>
- Doumbia A. Fistulous withers: a major cause of morbidity and loss of use amongst working equines in West Africa. An evaluation of the aetiology and treatment of 33 cases in Mali. 9<sup>th</sup> Congress of the World Equine Veterinary Association Proceeding. P.p. 338-340. Marrakech 22-26 January, 2006.
- Dowson, F. Working donkeys and horses from around the world - in pictures <https://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/gallery/2015/dec/22/working-donkeys-and-horses-from-around-the-world-in-pictures>
- Durham AE. Endocrine Disease in Aged Horses. Veterinary Clinic North American Equine Practice: 32(2): 301-15. 2016.
- du Toit N, Dixon P. Common dental disorders in the donkey. British Equine Veterinary Association: 24(1) 45-51. 2012.
- Europa Press. 2002. URL: <http://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-toda-espana-hay-127800-burros-20020903150350.html>

- Frank N, Elliot SB, Brant LE, Keisler DH. Physical characteristics, blood hormone concentration, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal American Veterinary Medical Association*: 228(9): 1983-1390. 2006.
- Gómez-Biedma S, Vivó M, Soria, E. Pruebas de significación en Bioestadística. *Revista de Diagnóstico Biológico*: 50(4): 207-218. 2001.
- Karikoski NP, McGowan CM, Singer ER, Asplin KE, Tulamo RM, Patterson-Kane JC. Pathology of Natural Cases of Equine Endocrinopathic Laminitis Associated with Hyperinsulinemia. *Veterinary Pathology*: 52(5): 945-56.2015.
- Kay G. Maintaning the health of working equines; a key factor in the support of rural communities in the developing world. 9<sup>th</sup> Congress of the World Equine Veterinary Association Proceeding. P.p. 320-322. Marrakech 22-26 January, 2006.
- Lamprea-Garrido A, García-Hermoso A, Morales Briceño A. Parasitismo intestinal en burros en Bodonal de la Sierra, Extremadura-España. Estudio preliminar. *Revista Medicina Veterinaria REMEVET*: 29: 18-22. 2016.
- Matthews J, Burden F. Review Article Common helminth infections of donkeys and their control in temperate regions. *Equine Veterinary Education*: 461-467. 2013.
- Mendoza FJ, Toribio RE, Pérez-Ecija A. Metabolic and Endocrine Disorders in Donkeys. *Veterinary Clinic North American Equine Practice*: 35(3): 399-417. 2019.
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J, Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Díaz García M. Estudio clinico morfologico de la deformacion del borde dorsal del cuello en burros de raza Andaluza. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*: 8(1): 1-9. 2014.
- Morales A, Barroeta C, Olga J, Espinal A, Lamprea A, Garcia A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Problemas comunes del casco en burros en el Sur de Extremada, España. *Proceeding del XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. Salón Internacional del Caballo*. 2015.
- Morales Briceño A, Lamprea Garrido A, Méndez Sánchez A. Gastric Ulcers Syndrome in Donkeys. *Revista de Medicina Veterinaria*: 30: 31-35. 2015.

- Morales Briceño A, Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Méndez Sánchez A, Brewer K, Tobin T. Epistaxis in unmedicated equine during intense exercise in Almonte-Huelva- Spain. A preliminary report” Proceedings 21st ICRAV Conference – Uruguay, 2016.
- Morales-Briceño A, Lamprea-Garrido A, García-Hermoso A, Crespo-Bascón M<sup>a</sup>.C., Escamilla-Sánchez A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Patologías en équidos adultos. Serie de casos. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. Córdoba.P.26: 102. Junio, 2016.
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Méndez-Angulo J, Pérez-Arévalo J. A retrospective study of the causes of mortality in donkeys and mules in Southern Extremadura, Spain. 1st Donkey Science Worldwide Meeting. 2018.
- Morales Briceño A, Méndez Sánchez A, Pérez Arévalo J. Estudio comparativo del borde dorsal del cuello en equinos miniatura. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias: 8(2): 49-60. 2014.
- Morales Briceño A, Lamprea A, García A, Méndez Sánchez A. La necropsia en campo: un servicio agregado en la medicina veterinaria rural. Revista Medicina Veterinaria: 34: 167-180. 2017.
- Morales-Briceño A, Méndez-Sánchez A, Méndez-Angulo J, Pérez-Arévalo J, Espinal A, Vázquez A, Julià O. What’s New in Cresty Neck Horses? Diagnosis in Mature and Aged Equids. International Journal Applied Research Veterinary Medicine: 16(2): 226-233. 2018.
- Morrow L, Smith K, Piercy R , du Toit N, Burden F, Olmos G, Gregory N, Verheyen K. Retrospective Analysis of Post-Mortem Findings in 1,444 Aged Donkeys. Journal Comparative Pathology: 144: 145-156. 2011.
- Regan F, Hockenhull F., Pritchard J., Waterman-Pearson A., Whay H. Clinical abnormalities in working donkeys and their associations with behavior. Veterinary Record Open: 2(1): 2015.
- Rivero-Pérez N. Identificación de los principales parásitos gastrointestinales en burros del Valle de Tulancingo. *Abanico veterinario*: 8 (1): 47-52. 2018.
- Rodero E., Valera M., Herrera M., Gómez M., Galisteo J. Situación actual de la población asnal autóctona Española. Archivos de Zootecnia: 47: 523-528. 1998.

-Rose RJ., Hodgson D. Manual of equine practice. Wb Sanders. Company, Harcourt Brace Jovanovich.Inc. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. 130-132. 1995.

-Sánchez Bazán R. Aproximación a la caracterización demográfica del sector equino en Andalucía. Máster en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada. Enero, 2011.

-Thiemann AK, Sullivan RJE. Gastrointestinal Disorders of Donkeys and Mules. Veterinaria Clinic North American Equine Practice: 35(3): 419-432. 2019.

## **CAPÍTULO 5.- Estudio Patológico: biopsia, necropsia, histopatología, inmunohistoquímica, ultraestructural de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.**

### **5.1.- Introducción**

La deformación del borde dorsal del cuello (DBDC), representa un desafío diagnóstico, clínico y patológico, no solo en caballos, con evidentes características de deformidad del cuello, que son excluidos de competencias en caso del Pura Raza Española y rápidamente eliminados para no causar desprestigios a la yeguada por desarrollar esta condición. Sin embargo, un porcentaje bajo de estos caballos pueden ser sometidos a algún tipo de tratamiento o terapéutica. Una técnica pionera desarrollada es el uso de la liposucción para erradicar las perturbaciones de esta dolencia (López et al, 2006). Sólo existen métodos paliativos que curan temporalmente este tipo de trastornos. Uno de estos sistemas lo realiza el equipo de investigación del Doctor Miguel Valdés, quien somete a estos caballos a operaciones de reducción de grasa. La liposucción y la lipoescultura en el PRE son operaciones que van más allá de la pura estética y que se realizan en el cuello del caballo con el objetivo de quitarle la grasa que acelera la aparición de esta enfermedad (López et al, 2006).

El proyecto Pre-Salud quiere investigar las enfermedades más comunes de esta raza: la conocida como cuello de gato (ligera desviación en el cuello), para avanzar, la colaboración de los ganaderos es esencial. "hace falta altura de miras y generosidad por su parte para llegar al fondo de la enfermedad, porque aún no hay certezas", añade el cirujano, el cuello de gato, una enfermedad que supone el 80% de los casos, es una asimetría que afecta a su constitución, por ahora sólo se corrige con técnicas de liposucción y lipoescultura, pero las posibilidades de atajarla son muchas a partir de la investigación en ciernes (Martín-Arroyo, 2006).

En caballos cruzados también se puede presentar esta condición; en la mayoría de los casos pueden ser destinados a matadero industrial para su consumo mientras que otros se mantienen en establos como caballos castrados para el eventual disfrute de algún paseo, sin mayor repercusión. Esta situación en general limita de manera drástica la identificación y el diagnóstico de caballos con la deformación del borde dorsal del cuello en Andalucía y Extremadura; todos los ganaderos se cuidan de no mantener en sus yegudas algún caballo con esta condición; en muchos

casos ni se menciona esta condición entre los ganaderos, ya que puede tener una importante repercusión económica en la producción y venta de sus ejemplares.

Una vez realizado un estudio epidemiológico en équidos de Andalucía y Extremadura, seguimos algunos protocolos descritos para la evaluación del borde dorsal del cuello (Puntuación Borde dorsal del cuello) (Frank, et al, 2006; Carter, et al, 2009), no invasivos y, desarrollamos algunas técnicas de diagnóstico mínimo invasivo con un mínimo riesgo, con el propósito de que los ganaderos y propietarios de équidos permitieran acceder a sus caballos, para de esta manera poder estudiar el cuello morfológicamente, tomar muestras de células mediante citología y tejidos mediante la técnica de biopsia, en algunos casos necropsias, para realizar un estudio patológico que comprende macropatología, histopatología, inmunohistoquímica, y adicionalmente un estudio bromatológico, con el objetivo de dilucidar las causas de la deformación del borde dorsal del cuello y establecer parámetros predictivos en équidos con riesgo de desarrollar la deformación del borde dorsal del cuello.

En virtud de esta importante área de estudio con gran impacto en la producción de équidos en Andalucía y Extremadura se plantea como objetivo un estudio Patológico: biopsia, necropsia, histopatología, inmunohistoquímica, ultraestructural de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.

## **5.2.- Materiales y Métodos**

El área de estudio fue la Comunidad Autónoma de Andalucía (Coordenadas 37°23'00"N 5°59'00"O), específicamente las provincias de Córdoba, Huelva y Sevilla y la Comunidad Autónoma de Extremadura (39°12'N 6°09'O), específicamente la provincia: de Badajoz. La metodología, como veremos a continuación será dividida por etapas (toma de muestras y análisis de laboratorio:

**5.2.1- Toma de muestras:** la toma de muestras se realizó mediante el desarrollo de una técnica de biopsia en équidos vivos, mientras que la técnica de necropsia se realizó en cadáveres de équidos en el campo y en algunos mataderos industriales.

Biopsia convencional: se realiza desinfección del área quirúrgica. La biopsia se realiza con sedación y anestesia local dirigida al tejido subcutáneo, pero no muscular. Después de una incisión vertical en la piel y la fascia muscular, se realizan dos incisiones paralelas separadas por dos cm y de una a

tres cm de largo en el músculo. El músculo se sujeta a nivel dorsal con unas pinzas para evitar presionar otras partes de la biopsia. Se realiza una incisión de corte transversal dorsalmente, la muestra muscular se realiza en dirección ventral a una profundidad de uno a dos cm (Morales, et al, 2017). La muestra es colectada, identificada y fijada en los medios que se describirán detalladamente en el análisis de la muestra.

Biopsia ajustable/técnica de biopsia modificada: El desarrollo de esta técnica de biopsia (Sistema de biopsia ajustable), es una innovación en équidos (Morales, et al, 2015). La técnica se describe detalladamente a continuación:

- 1.- Una vez realizada la exploración clínica, palpación y medidas morfológicas del diámetro y largo del cuello.
- 2.- Delimitación del área para la toma de muestra (RDC derecha e izquierda: craneal, media y caudal).
- 3.- Toma de muestras mediante la técnica de biopsia (sistema de biopsia ajustable) las cuales se toman un número de seis muestras (punch), en la región dorsal del cuello (RDC) (craneal, media y caudal), específicamente el musculo esplenio, del lado derecho e izquierdo. Aproximadamente de 2-3 cm. de profundidad.

Los planos anatómicos dorso-laterales de la región del cuello se describen a continuación:

Primer Plano: piel y subcutis en el borde dorsal, la cresta adiposa de la nuca.

Segundo Plano: ramos dorsales cutáneos de los nervios cervicales y la fascia cervical superficial englobando a la porción cervical del músculo trapecio.

Tercer Plano: cordón de la nuca, músculos romboides y omotransverso y la rama dorsal del nervio accesorio.

Cuarto Plano: musculo esplenio y serrato ventral del cuello.

Quinto Plano: Fascia profunda del cuello, músculos semiespinal de la cabeza y longísimos de la cabeza, atlas y cuello.

Sexto Plano: lamina de la nuca (porción laminar del ligamento cervical) y los músculos espinal, multifido e intertransverso del cuello. Desinfección de los puntos de toma de muestra para biopsia.



4.- Las muestras una vez obtenidas, se fijaron en un tubo recolector identificado, con medio de fijación formol al 10% y/o inmediatamente congeladas a -10°C, para su análisis bromatológico (Morales, et al, 2017, Morales-Briceño, et al, 2017, Morales-Briceño, et al, 2018).

Técnica de necropsia: la necropsia consiste en el estudio sistemático de un cadáver animal, en nuestro caso el équido. El proceso de necropsia se describe brevemente a continuación: 1) Historia Clínica: revisión de la historia clínica y datos previos del paciente. 2) Examen externo: identificación y revisión externa del cadáver considerando condición corporal, sus orificios naturales. 3) Incisión ventral y separación de la piel del tejido subcutáneo y valoración del mismo. 4) Separación de miembros torácicos y pelvianos. 5) Apertura de cavidades (Abdominal, torácica y pelviana, bucal y craneana), inspección de los órganos in-situ. 6) Extracción de órganos torácicos, abdominales y pelvianos. 7) Examen detallado de los órganos y toma de muestras. 8) Elaboración del informe de necropsia (Morales, et al, 2017). La región dorsal del cuello fue estudiada siguiendo la línea media ventral del desollado continuando dorsalmente hacia la región cervical, realizo la extracción completa de la piel y crines. Posteriormente se realizó una disección detallada del espesor de grasa dorsal cervical, ligamento de la nuca, músculos: romboide, serrato, trapecio, esplenio, braquiocefálico y esternocéfálico. Las muestras fueron recogidas en un frasco identificado, con medio de fijación formol al 10 % y/o inmediatamente congeladas a -10°C, para su análisis bromatológico (Morales, et al, 2016).

Citología: la técnica de Punción con Aguja Fina (PAF/FNA: "Fine-Neddle Aspiration") es una herramienta de diagnóstico para la deformación del borde dorsal del cuello en equino. Se debe realizar una desinfección con una solución antiséptica del área de la región dorsal del cuello, con una aguja de calibre 22 G. Se realiza la punción de piel y tejido subcutáneo (grasa subcutánea) hasta acceder a la región muscular, se realiza aspirado varias veces (aproximadamente 5-10 veces), tanto para el lado derecho (6 puntos: dorsal, medio, caudal y ventral: dorsal, medio y caudal) como para el lado izquierdo (6 puntos: dorsal, medio, caudal y ventral: dorsal, medio y caudal).

**5.2.2.- Análisis de laboratorio:** El desarrollo de este trabajo se basó en el estudio y realización de las técnicas empleadas para el diagnóstico de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos, utilizando al caballo y al burro como modelo experimental, y fueron aplicadas a la muestra poblacional mencionada en los capítulos anteriores. Para ello se practicó la técnica biopsia convencional, biopsia ajustable o técnica de biopsia modificada, citología y necropsia en équidos. La evaluación sistemática de la región dorsal del cuello del équido, la toma de muestras de esta

región anatómica, las cuales nos permitieron caracterizar los cambios macroscópicos, citológicos, microscópicos y nutricionales en los hallazgos obtenidos.

5.2.2.1.- Identificación y toma de la muestra: Las muestras fueron identificadas por letras A (Andalucía) y E (Extremadura), y un número de identificación ascendente, seguido con un número del 1-6 y la letra D (Lado Derecho del cuello), del 1-6 y la letra I (Lado Izquierdo del cuello), la información recabada en cada animal fue reseñada en los registros. Una vez realizada la identificación, se procedió a la toma de muestras necesarias para cada una de las pruebas a evaluar, tal como se describen a continuación:

5.2.2.2.- Estudio citológico: Las muestras tomadas Punción con Aguja Fina (PAF/FNA: “Punción con Aguja Fina/Aspiración con Aguja Delgada”), extendidas en una lámina portaobjeto, fueron teñidos con la tinción de Papanicolaou (Pap). Se realizó una clasificación citológica de grado 0 como borde dorsal del cuello normal grado 5 cuello severamente deformado, considerando en la citología las siguientes características: celularidad, células fusiformes, adipocitos, mastocitos, células inflamatorias, fibras colágenas, vasos sanguíneos, matriz mixoide.

*Grado 0*: Baja celularidad, no se observan adipocitos, solo fibra de colágeno y pocas células fusiformes uniformes.

*Grado 1*: se observaron pocos adipocitos, fibra de colágeno predominante y células fusiformes uniformes.

*Grado 2*: se caracterizaron por una mezcla de adipocitos maduros, células fusiformes uniformes y fibras de colágeno.

*Grado 3*: se observaron mezclas de adipocitos maduros, células fusiformes poco uniformes y fibras de colágeno bajas.

*Grado 4*: se observaron adipocitos maduros y células fusiformes uniformes.

*Grado 5*: se caracterizaron solo por adipocitos maduros. No se observaron células inflamatorias, mitosis, atipia, mastocitos, vasos sanguíneos o matriz mixoide.

5.2.2.3.- Estudio histopatológico de la región dorsal del cuello: Se recogieron muestras mediante biopsia de la región dorsal del cuello de aproximadamente 0,3 mm.-1 cm. de diámetro y necropsia de 1 cm. de diámetro, estas muestras se colocaron en tubos Eppendorf, identificados con el número asignado para cada équido del estudio, los tubos contienen una solución de Formaldehído al 10 % para la preservación del tejido hasta el momento de su procesamiento en el laboratorio en

el 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. Las muestras, fijadas en Formaldehído al 10 % se procesaron por los métodos convencionales de procesamiento histológico que incluye: deshidratación, inclusión en parafina, cortes con micrótopo y tinción. Utilizando la coloración de rutina Hematoxilina y Eosina (H&E). Las preparaciones histológicas fueron observadas al microscopio óptico (Olympus, CX23, Japón).

Se realizó el protocolo establecido de patrones histopatológicos para la deformación del borde dorsal del cuello descrito para el caballo (Morales, et al, 2017), se presenta a continuación:

*Grado 0:* Fibras musculares (99 %), no se observan cambios en el citoplasma.

*Grado 1:* Fibras musculares (95 %), se observan escasas vacuolas lipídicas en el citoplasma, células adiposas 5 %, no se observan cambios significativos en el citoplasma.

*Grado 2:* Fibras musculares (85 %), se observan moderadas vacuolas lipídicas en el citoplasma, células adiposas 15 %, se observa coalescencia de adipocitos.

*Grado 3:* Fibras musculares (48 %), se observó un incremento en el número y tamaño de vacuolas lipídicas en el citoplasma con tendencia a la coalescencia, e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 62 %, se evidencia coalescencia de adipocitos y depósitos de grasa.

*Grado 4:* Fibras musculares (15 %), se observa el citoplasma pletórico de vacuolas lipídicas con marcada coalescencia e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 85 %, se observa coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa.

*Grado 5:* células adiposas (99 %) de coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa. No se observó atipia nuclear ni índice mitótico (Morales, et al, 2017). Los resultados fueron tabulados.

5.2.2.4.- Tinciones especiales: Tricrómico de Masson: Las tinciones especiales en anatomía patológica veterinaria, son útiles para caracterizar algunas estructuras en los tejidos. La tinción de Tricrómico de Masson emplea tres colorantes (hematoxilina, fucsina y verde luz). Esta tinción es muy útil para poner de manifiesto las fibras de colágeno y el conectivo en general, en comparación células musculares o epitelios (Morales, et al, 2017). Las muestras incluidas en parafina, obtienen secciones de unas 8 µm adheridas a portaobjetos recubiertos con gelatina. Se realiza el proceso de desparafinado decreciente, tinción con Hematoxilina férrica de Weigert, lavado con agua corriente para diferenciación, tinción con fucsina-escarlata, lavado en H<sub>2</sub>O destilada, ácido fosfomolibdico, verde luz al 2 % lavado en agua destilada, diferenciación con ácido acético al 1 % en H<sub>2</sub>O destilada,

deshidratación rápido, unos segundos, en etanol de graduación creciente: 80º, 96º y 100º, H<sub>2</sub>O destilada para rehidratarlas y poder volver a pasos anteriores, montado con medio de montaje. Los resultados son: Colágeno: verde azulado, Músculo: rojo, marrón, Citoplasma: rosado, Núcleos: negro y Citoplasma: rosado. La tinción de Tricrómico de Masson se realizó con el objetivo de delimitar la fibra de colágeno y elásticas, tejido conjuntivo, muscular y fibras musculares. Las preparaciones histológicas fueron observadas al microscopio óptico (Olympus, CX23, Japón).

5.2.2.5.- Inmunohistoquímica: La inmunohistoquímica es un procedimiento histopatológico que se basa en la utilización de anticuerpos que mediante reacciones antígeno-anticuerpo, posteriormente reveladas enzimáticamente, permiten identificar marcadores antigénicos en los tejidos embebidos en parafina y que luego se observan en el microscopio óptico. La desmina también conocida como esqueletina, es un filamento intermedio que se encuentra en las células del músculo liso, esquelético y cardíaco. En las miofibrillas, la desmina se localiza en las bandas Z del músculo esquelético y cardíaco, en regiones de uniones intercelulares, en los sitios de oposición de la banda Z con la membrana plasmática y en los discos cardíacos intercalados. La especificidad de la desmina en las células musculares la convierte en un marcador útil para identificar sarcomas que procedan de células musculares lisas (leiomioma) y estriadas (rabdomioma) (García-Miralles, et al, 2002; Rodríguez, et al, 2004). Se empleó el anticuerpo Desmina (abcam, Anti- Desmin antibody ab8592, EUA), (dilución 1:100), para el estudio inmunohistoquímico, dado que es un filamento intermedio se encuentra en las células del músculo liso, esquelético y cardíaco, considerando la respuesta antígeno-anticuerpo positiva (+++ fuerte, ++ moderado y + leve) y negativo (---), para cada Grado de deformidad de la región dorsal del cuello (Morales et al, 2017, Morales et al, 2018).

A continuación, se describe brevemente el procedimiento: recuperación de antígeno antes de comenzar con inmunotinción si es necesario. 1) Lavado de los portaobjetos 2 x 5 min en TBS más Tritón X-100 al 0,025% con agitación suave. 2) Drenaje de los portaobjetos durante unos segundos (no enjuague) y limpieza alrededor de las secciones con papel de seda. 3) Aplicar anticuerpo primario diluido en TBS con BSA al 1 %. 4) Enjuague 2 x 5 min TBS 0,025% Tritón con agitación suave. 5). Si utiliza un conjugado de HRP para la detección, incubación de los portaobjetos en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 0,3 % en TBS durante 15 min. Para detección enzimática (conjugados secundarios HRP o AP) 1) Aplicar anticuerpo secundario conjugado con enzima al portaobjetos, diluido en TBS con BSA al 1 % e incubar durante 1 hora a temperatura ambiente. 2) Desarrollar con

cromógeno durante 10 minutos a temperatura ambiente. 3) Enjuague con agua corriente durante 5 minutos. 4) Contraintinción (si es necesario). 5) Deshidratar, limpiar y montar. (Disponible en: <https://www.abcam.com/protocols/immunostaining-paraffin-frozen-free-floating-protocol>).

Las preparaciones inmunohistoquímicas fueron observadas al microscopio óptico (Olympus, CX23, Japón).

5.2.2.6.- Análisis morfométrico: el análisis morfométrico fue realizado sobre las muestras obtenidas de la región dorsal del cuello de cada uno de los équidos estudiados. Se empleó el programa Imagen Tools (<http://compdent.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>), con imágenes digitalizadas de biopsias y necropsias de musculo en sus respectivos grados del 0-5 (Morales, et al, 2018). El procedimiento consistió en trazar una línea sobre la cuadrícula, se seleccionó la unidad de medida ( $\mu\text{m}$ ) y se registró la longitud de línea. Una vez calibrado el programa, se maximizó la imagen de interés y se seleccionó el icono, para medir las variables (superficie y profundidad). En cada medición se registraron los datos morfométricos correspondientes a las variables en una hoja de resultados del programa, automáticamente se obtuvieron la media y la desviación estándar de las mediciones realizadas. Se realizó un análisis estadístico ANOVA de las variables raza, medidas del cuello. Adicionalmente un análisis de covarianza de las variables estudiadas (grado de deformidad, medidas morfométricas, edad, raza y el sexo) (Morales, et al, 2018). Las diferencias con  $P < 0,05$  fueron consideradas significativas.

5.2.2.7.- Estudio bromatológico: La vitamina E (alfa-tocoferol) es un nutriente de importancia crítica para todos los caballos, y la suplementación es especialmente importante para los caballos con acceso limitado o sin acceso a pastos exuberantes, ésta vitamina no es sintetizada por el caballo; por lo tanto, es un nutriente dietético esencial, es el principal antioxidante soluble en lípidos que mantiene la integridad de la membrana celular y mejora la inmunidad humoral y mediada por células así como tiene otras funciones metabólicas (Disponible en: <https://kppusa.com/2018/03/02/vitamin-e-essential-nutrient-horses/>).

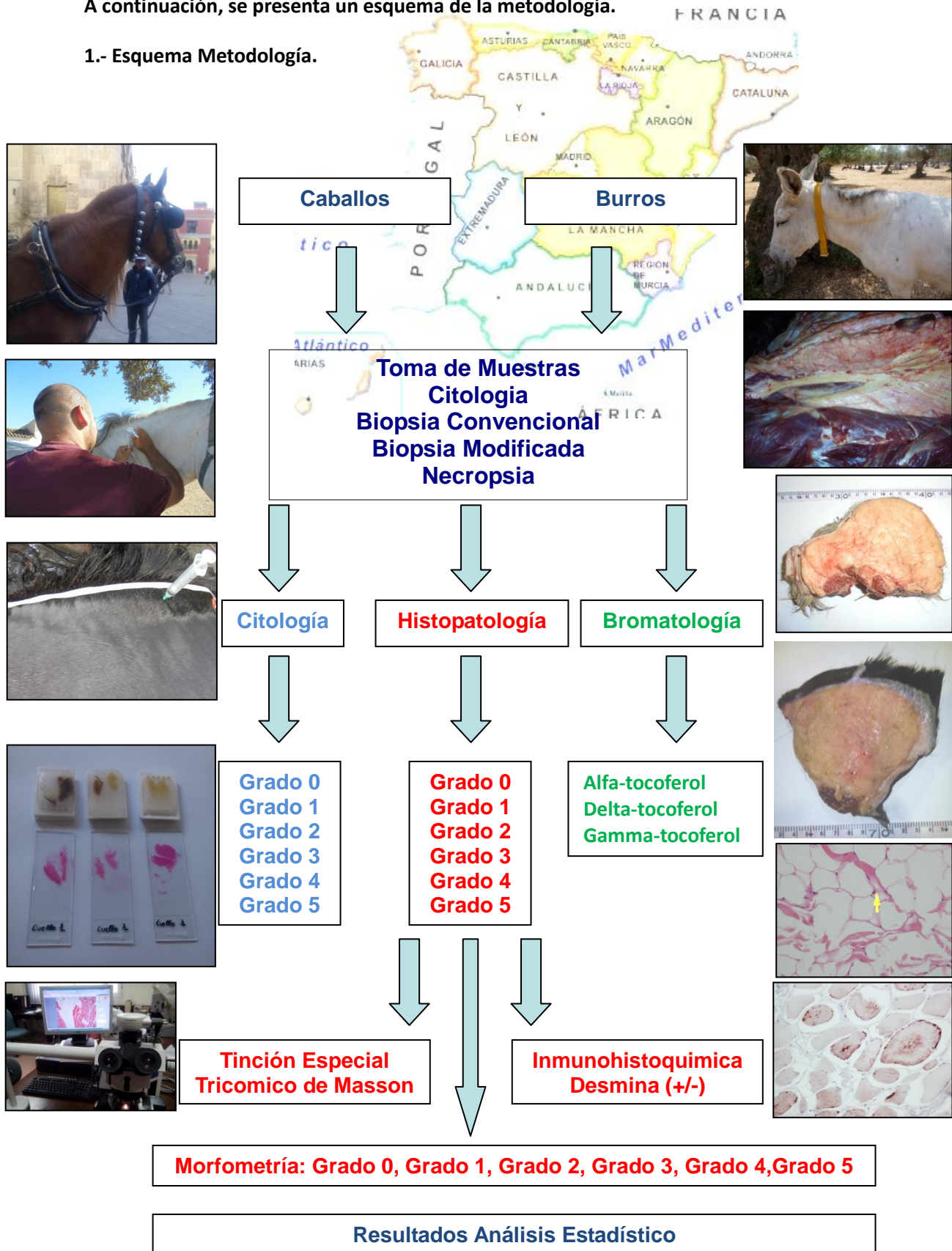
Los signos que representan posibles deficiencias de vitamina E se han descrito ampliamente en el potro y en los caballos adultos, la degeneración muscular fue el signo más común que afectó tanto al músculo esquelético como al cardíaco, también se ha reportado esteatitis/esteatosis. Para evaluar el estado de la vitamina E en caballos, los niveles de alfa-tocoferol en suero o plasma o en tejidos pueden medirse por HPLC (<http://www.fao.org/3/AH833S19.htm>). Se realizó la determinación de Alfa-tocoferol, Delta-tocoferol y Gamma-tocoferol de muestras de tejido adiposo, tejido muscular y tejido adiposo-

muscular de la región dorsal del cuello, mediante HPLC, en el Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Animales, Facultad de Veterinaria Universidad de Extremadura, España. Los resultados fueron expresados en  $\mu\text{g/g}$  de muestra.

**5.2.3.- Análisis estadístico:** Los análisis estadísticos fueron realizados en el Servei d'Estadística Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona y Departament de Matemàtiques i Informàtica, Universitat de Barcelona, España. Se estimó el tamaño de la población, se realizó una estadística descriptiva a todos los resultados obtenidos (incluyo media, desviación estándar y varianza), así como adicionalmente a cada una de las medidas morfométricas incluido un ANOVA. Se realizó un modelo de regresión logística ordinal bivariada y un modelo de regresión logística ordinal multivariante con las covariables estudiadas. Adicionalmente se realizó un análisis de correlación entre las variables estudiadas grado de deformidad y niveles de tocoferol en tejidos.  $P < 0,05$  fue considerado significativo.

A continuación, se presenta un esquema de la metodología.

### 1.- Esquema Metodología.



### 5.3.- Resultados y Discusión

Se estudiaron a un total de 266/4651 caballos, aproximadamente 6 % de la población de caballos estudiada en dos etapas. En la primera etapa: 150 caballos (*Eqqus caballus*), en las Comunidades de Andalucía (90/150) y Extremadura (60/150); 90 caballos (78 castrados y 12 enteros) y 60 yeguas, de las razas Pura Raza Española (84/150), Hispano Árabe (33/150), Lusitano (19/150), Cruzados (14/150), con edades comprendidas entre 5-15 años, todos con deformación del borde dorsal del cuello, con grados variables de severidad. En la segunda etapa: fueron estudiados 116 caballos (*Eqqus caballus*), la distribución por género fue de 68 machos (51 castrados y 17 no castrados) y yeguas de las siguientes razas: 52/116 Caballos de raza pura española, 36/116 Lusitano, 16/116 Hispano-Árabe y 12/116 caballos cruzados. Los caballos se agruparon por edad en la categoría maduros (15-19 años) y seniles ( $\geq 20$  años). Además, fueron considerados las variables: alimentación y ejercicio.

Un total de 94 burros (*Equus africanus asinus*), aproximadamente 11 % (94/853) de la población de burros, en las Comunidades de Andalucía (30/94) y Extremadura (64/94), las razas consideradas fueron: Andaluza 78/94, Catalana 8/94, Miniatura 4/94 y Zamorano-Leonesa 4/94. La muestra de la población total fue de 7 %, y de este total general: 74 % correspondieron a caballos y 26 % a burros, este porcentaje de 7 % se debe al acceso a las muestras, muchas limitaciones se presentan en las yeguas para realizar la toma de muestra en estos caballos principalmente en el Pura Raza Española, ya que existe mucho hermetismo en cuanto a la identificación de un caballo con deformación del borde dorsal del cuello o “cuello de gato” y las consecuencias para el prestigio de la yeguada, de la misma manera en la raza Lusitana y en menor medida en caballos los Hispano-Árabes.

Se determinó que el número de caballos en España con fecha Abril, 2013, ascendía a 723,496 caballos, de ellos un 36 % se concentra en Andalucía, Castilla y León 10 %, Asturias 7 % y Cantabria y Extremadura con un 6 % (Revuelta, 2013). El tamaño de la muestra tomada de la población desde el punto de vista estadístico corresponde a 360 équidos, para tener un nivel de confianza del 95 % de que el valor real está dentro de  $\pm 5$  % del valor medido/muestreado, de esta manera el tamaño de la muestra tomada está dentro de los requerimientos y parámetros estadísticos para su validación. No se presentó ningún tipo de complicación asociada a la toma de muestras por citología y biopsia convencional o biopsia modificada en los équidos estudiados, todos fueron evaluados clínicamente posterior a la toma de muestras, por lo cual estas técnicas de

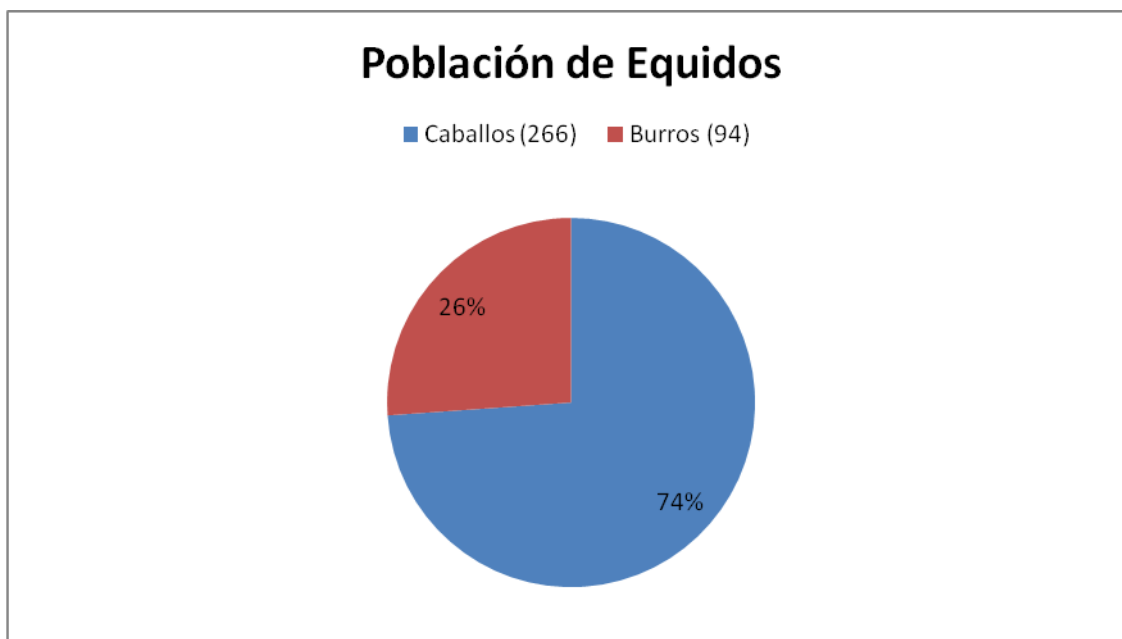


toma de muestra siempre que sigan el protocolo sistemático y las medidas de limpieza y desinfección, tienen un mínimo riesgo de complicación. En virtud de esta limitación en los caballos de Pura Raza Española y Lusitanos, se estableció un plan de muestreo en los siguientes mataderos de caballos: Matadero Frigorífico Industrial de Andújar S.L. y Matadero del Sur S.A. Así como necropsias en burros y caballos realizadas durante el periodo de estudio, muertos por diversas causas.

La toma de muestras en burros fue más accesible, por parte de los ganaderos y algunos refugios de burros en Andalucía y Extremadura. Otro factor que pudo haber influido en el tamaño de la muestra fue la limitación para el procesamiento de laboratorio y la logística de envío de muestras al laboratorio, y el financiamiento económico para un mayor número de muestras recolectadas de la población, debido a que fueron colectadas 6 muestras por cada équido (incluidos caballos y burros), para citología, tinciones citológicas, 6 muestras mediante biopsia por cada équido, las muestras tomadas mediante necropsia de tejidos varios, el procesamiento histopatológico que incluyó la coloración especial, la inmunohistoquímica y el análisis morfométrico, adicionalmente las muestras para estudio bromatológico.

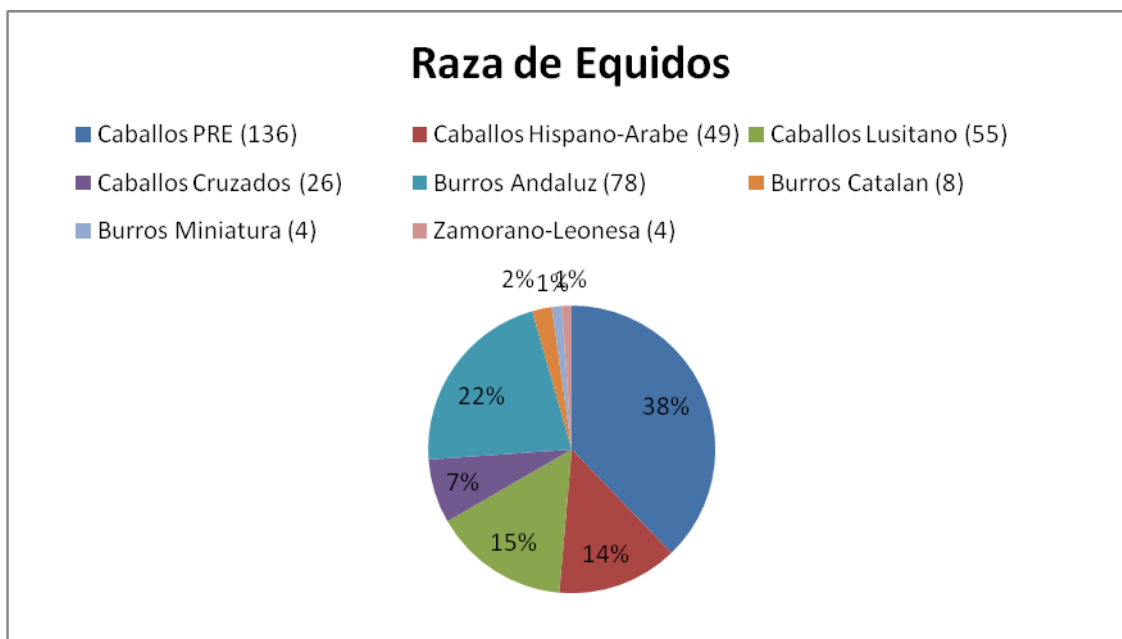
A continuación, se presenta la población estudiada en el siguiente gráfico:

**Gráfica N.º 1.-** Población de équidos (burros y caballos) muestreada en Andalucía y Extremadura.



Un 38 % de los caballos muestreados correspondió a caballos Pura Raza Española, 15 % caballos Lusitanos, 14 % caballos Hispano-Árabe y caballos cruzados 7 %. No fueron consideradas otras razas de caballos que están presentes en España, como Pura Sangre Ingles, Friesian, Hanoverian, Palomino, Quarter Horses, Ponies, Pinto, Miniatura, por el escaso número de ejemplares disponibles para su muestreo. En España un total de 219,997 caballos están censados por las Asociaciones de Pura Raza, 85 % Pura Raza Española, CDE 5 %, Árabes 4 %, Hispano-Árabe 3 %, Anglo-Árabe 2 %, Pura Sangre Ingles 1 %, Mallorquina 0,00001 %, Menorquina 0.001 %, Trotadores 0,001 % (Revuelta, 2013). En burros la raza Andaluza represento un 22 %, la raza Catalana 2 % y 1 % para las razas Zamorano-Leonesa y la raza Miniatura respectivamente. Otras razas de burros no fueron consideradas para este estudio por su escaso número de ejemplares. La distribución por razas de équidos (incluyendo burros y caballos), se presenta a continuación en el siguiente gráfico:

**Gráfica N.º 2.-** Distribución de razas (burros y caballos) muestreada en Andalucía y Extremadura.



El uso de la citología y la biopsia histológica son herramientas de diagnóstico invasivas disponibles para evaluar en profundidad la deformación del borde dorsal del cuello en équidos, incluyen los músculos de la región dorsal del cuello y el grado de infiltración grasa, e incluso el

grado de lipomatosis (Morales-Briceño, et al, 2017). Ha habido una presión creciente para la sistematización en citopatología por la falta de uniformidad en la categorización, la variación en la práctica regional basada en la opinión, experiencia y el avance tecnológico han creado un ambiente dispuesto hacia la creación de enfoques basados en evidencia más consistentes para los problemas de diagnóstico (Sundling y Kurtycz, 2019).

En relación a la citología (PAF/FNA), ésta es generalmente menos traumática que biopsia central y puede ser más apropiado para alta competencia equina sin afectar su fenotipo y es la técnica más aceptada por los propietarios; es un procedimiento rápido, económico y se asocia con una baja tasa de complicaciones. Tiene limitaciones ya que se requiere capacitación en la preparación de la citología de calidad y se requiere una considerable experiencia en citología, interpretar la citología de FNA, es generalmente inapropiada para la evaluación de microcalcificaciones que puede ocurrir en el dorso región del cuello (Morales-Briceño, et al, 2017).

La estandarización citológica ha sido desarrollada para estimar cada grado de deformidad de la región dorsal del cuello en équidos, sin embargo, hemos tenido algunas limitaciones en el conteo celular que podría incrementar la precisión en el diagnóstico de la deformidad del borde dorsal del cuello. Los esfuerzos de estandarización en estos sistemas citológicos surgieron debido a nuevos conocimientos y problemas particulares que debían abordarse, común para todos fue la necesidad de establecer un lenguaje común para patólogos, clínicos y sistemas de información de laboratorio, es importante destacar que la coherencia generará confianza en el método citológico para nuestros colegas histopatológicos y clínicos (Sundling y Kurtycz, 2019).

Los resultados citológicos en équidos incluyen burros y caballos se presentan a continuación: Grado 0: Baja celularidad, no se observan adipocitos, solo fibra de colágeno y pocas células fusiformes uniformes, 32 % de los équidos estudiados. Grado 1: se observaron pocos adipocitos, fibra de colágeno predominante y células fusiformes uniformes, 21 % de los casos estudiados. Grado 2: se caracterizaron por una mezcla de adipocitos maduros, células fusiformes uniformes y fibras de colágeno, 12 % de los équidos estudiados. Grado 3: se observaron mezclas de adipocitos maduros, células fusiformes poco uniformes y fibras de colágeno bajas, 23 % de los casos estudiados. Grado 4: se observaron adipocitos maduros y células fusiformes uniformes, se observo en un 5 % de los casos estudiados. Grado 5: se caracterizaron solo por adipocitos maduros. No se observaron células inflamatorias, mitosis, atipia, mastocitos, vasos sanguíneos o matriz mixoide, 7 % de los équidos estudiados.

Los resultados del estudio caballos de la etapa 1 evidencian la deformación del borde dorsal del cuello (“cuello de gato”) en todos los équidos estudiados, con predominio del grado 3 (67 %), grado 4 (25 %) y grado 5 (8 %). No se observaron equinos con los grados 0-2.

El análisis histopatológico evidencia los siguientes patrones: Grado 3.- caracterizado por vacuolas de grasa abundantes coalescentes en el espacio intermiofibrilar y con infiltración grasa moderada en tejido muscular (lipomatosis moderada) (67 %). Grado 4.- Se observaron vacuolas de grasa abundantes en el espacio intermiofibrilar con tendencia a la coalescencia y con infiltración grasa en tejido muscular (lipomatosis marcada) (25 %). Grado 5.- caracterizado solo por vacuolas de grasa, no se evidencia tejido muscular (lipomatosis severa) (8 %). La coloración especial Tricrómico fue positiva (Tricrómico Masson +++), en todos los casos evidenciando la tinción de las fibras de colágeno, y el conectivo en general. Se observó con mayor intensidad en los grados 3-4 y menor intensidad en el grado 5. El anticuerpo anti-desmina fue negativo para los grados 3, 4 y 5 (Desmina negativo---).

No se observaron diferencias significativas histológicas ni inmunohistoquímicas en las razas estudiadas. Los resultados estadísticos muestran una correlación negativa entre el grado de deformidad y las medidas morfométricas de la biopsia (-0,71), así como en el resto de las variables estudiadas. Los resultados obtenidos evidencian un importante número de casos de deformación del borde dorsal del cuello en équidos Pura Raza Española, Hispano-Árabe, Lusitanos y en razas Cruzadas. En donde la mayor severidad de deformación (Grado 5), se presentó en caballos de Pura Raza Española (10 %), Lusitano (15 %) y Cruzados (14 %), considerando el sexo en machos castrados y en solo caballo entero; sin embargo, en caballos Hispano-Árabe no fueron observados animales con Grado 5 de deformación. En hembras se presentó menor severidad de deformación comparativamente con los machos, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

Los resultados se presentan en detalle a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla N.º 1.-** Número de équidos, raza, grado y porcentaje de deformidad, sexo, edad, medidas del cuello, peso y morfometría de la biopsia del cuello (M: Media; DE: Desviación Estándar).

Équidos	Grado Deformidad	Porcentaje Deformidad	Sexo		Edad Años	Medidas Cuello cm	Peso kg	Morfometría Biopsia muscular
			M	H				
Pura Raza Española	3	67 % (57/84)	39	18	5-7	120	510	M 1584,36 DE 124,74
	4	23 % (19/84)	4	15	8-12	123	490	M 523,68 DE 9,12
	5	10 % (8/84)	6	2	13-15	133	520	M 193,33 DE 50,51
Hispano-Árabe	3	76 % (25/33)	19	6	5-10	88.6	295	M 823,57 DE 14,98
	4	24 % (8/33)	4	4	11-15	122	410	M 578,02 DE 76,40
Lusitano	3	53 % (10/19)	2	8	5-7	95	395	M 1012,24 DE 18,03
	4	32 % (6/19)	2	4	8-10	99	410	M 779,67 DE 72,20
	5	15 % (3/19)	2	1	11-15	102	510	M 626,49 DE 40,13
Cruzados	3	57 % (8/14)	7	1	5-8	95	405	M 808,89 DE 34,66
	4	29 % (4/14)	3	1	9-12	94	380	M 538,57 DE 36,22
	5	14 % (2/14)	2	0	13-15	92	390	M 572,56 DE 89,72

Aunque no fueron considerados aspectos genéticos, solo la raza para este estudio, otros trabajos genéticos recientes sugieren que la heredabilidad estimada para la puntuación cresta del cuello (“cuello de gato”), en caballos de Pura Raza Española, es bien moderada y de magnitud similar a la estimada por otros rasgos morfológicos lineales es esta raza (Sánchez et al, 2016). En general las correlaciones genéticas entre la puntuación del borde dorsal del cuello del cuello y otros rasgos conformacionales fueron bajos (Sánchez et al, 2016).

En relación a la edad se observa la deformación del borde dorsal del cuello a partir de los 5 años, el coeficiente de correlación entre edad y grado de deformación fue de  $r=0,941$  ( $P<0,05$ ), esto parece indicar una correlación entre a edad y la severidad de la deformación del cuello. A mayor edad mayor grado de deformación en ambos sexos. Estos resultados parecen coincidir con otros estudios en caballos de Pura Raza Española, que sugieren que la cresta del cuello está asociada a factores sistemáticos tales como la edad, el sexo, el color del pelaje y la conformación de los miembros (Sánchez et al, 2016).

Otros estudios que asocian la obesidad con la cresta del cuello, reportan una prevalencia de la DBDC (Deformación del borde dorsal del cuello) (“Puntuación del Cuello”)  $\geq 3/5$ , mayor al final del invierno, que al final del verano (Giles et al, 2015). Este estudio fue realizado a finales del invierno, por lo tanto, se puede asociar a la época al incremento del grado de deformidad, aunque los équidos estudiados no han sido evaluados en otra época del año para dorsal del cuello para su respectiva comparación. Se requieren más estudios para dilucidar la influencia potencial de la época del año sobre la interpretación e investigación de la región dorsal del cuello dorsal (“Puntuación del Cuello”), y la variabilidad estacional de la adiposidad en la región dorsal del cuello (Giles et al, 2015).

Los aspectos morfológicos (diámetro del cuello), evidencian una media de 105,78, Desviación Estándar (DE) 15,55, Varianza (V) 241,92. El coeficiente de correlación fue negativo entre deformidad y medidas morfológicas evidencia, así como para medidas del cuello y medidas morfométricas  $r=-0,172$  ( $P<0,05$ ). Estudios relacionados con ligamento de la nuca y adiposidad, no muestran diferencias significativas relacionadas con la raza, la edad y el sexo (Gellman y Bertram, 2002).

En relación a la técnica de biopsia, muchos estudios han intentado dilucidar la causa de esta condición, sin embargo, ha sido limitado obtener muestras de las estructuras anatómicas de la región dorsal del cuello; por ello hay necesidad de crear esta técnica de biopsia que permita el abordaje para la toma de muestras de la región dorsal del cuello y por ende el estudio morfológico

descriptivo, que permita valorar el estado del componente anatómico (piel, tejido graso y músculo) de esta región en caballos (Morales et al, 2015).

No se evidenciaron complicaciones asociadas a la toma de muestra en los équidos estudiados. El análisis histopatológico caracterizado por los patrones descritos en la literatura (Morales et al, 2016), mostró los siguientes grados: Grado 3, Grado 4 y Grado 5; los Grados 0-2, que corresponden a caballos normales, sin deformación (“cuello de gato”), no fueron observados.

Estas observaciones microscópicas permiten describir procesos metabólicos degenerativos asociados a infiltración grasa (lipomatosis) progresiva en el tejido muscular de la región dorsal del cuello que se incrementa proporcionalmente al grado de infiltración grasa. Estos cambios metabólicos degenerativos, se corroboran desde el punto de vista inmunohistoquímico que describen el proceso degenerativo que desarrolla la miofibrilla muscular, caracterizada por aumento del espacio intercelular, pérdida del citoesqueleto celular y pérdida de las bandas Z, asociada a la infiltración grasa (lipomatosis) en los équidos estudiados.

Existen severas controversias entre clínicos, genetistas y productores, que consideran a la deformación del borde dorsal del cuello-cresta del cuello como un defecto. Las observaciones clínicas-histopatológicas-inmunohistoquímica permiten confirmar que la deformación del borde dorsal del cuello-cresta del cuello, es una condición patológica específicamente un trastorno metabólico degenerativo caracterizado por acumulo de los lípidos que puede presentarse en équidos. Son necesarios estudios complementarios: bioquímicos, inmunohistoquímicos, ultraestructurales y moleculares con el objeto de estandarizar la biopsia de la región dorsal del cuello, consensado con un sistema de gradación de la celularidad como patrón predictivo en équidos a futuro pueda emplearse como examen pre-compra. La obesidad parece estar relacionada con el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello (Carroll y Huntington, 1988), sin embargo, es posible observar esta condición en caballos que no presentan obesidad (Morales et al, 2015).

Observaciones anecdóticas por veterinarios equinos sugieren que la obesidad es un problema creciente en la población equina de compañía (Carter et al, 2009). La resistencia a la insulina (RI), el síndrome metabólico equino (SME) y la disfunción de la pars intermedia de la pituitaria (DPIP), son trastornos que tienen en común una alteración del metabolismo de cortisol (Graves, 2015), laminitis y muchos de estos trastornos posiblemente puedan estar relacionados con la deformación del borde dorsal del cuello.

No se observaron clínicamente otras patologías subyacentes como resistencia a la insulina (RI), síndrome metabólico equino (SME), disfunción de la pars intermedia de la pituitaria (DPIP), mielopatía estenótica cervical (MEC), osteoartrosis cervical (OA), en los caballos estudiados. Los resultados del estudio caballos de la etapa 2 evidencian que la deformación del borde dorsal del cuello (DBDC), se observó en todas las razas estudiadas 44 % (51/116) de los caballos presentaban deformación del borde dorsal del cuello y obesidad (Grado 3, 4 y 5). Todos los casos fueron confirmados por histopatología e inmunohistoquímica. Un 8% (9/116) presento Grado: 0, un 19 % (22/116) mostró Grado 1, el 29 % (34/116) presento Grado: 2, 27% (31/116) evidencio Grado: 3, 12 % (14/116) mostró Grado: 4 y un 5 % (6/116), Grado: 5. Los resultados para el anticuerpo Desmina (dilución 1: 100) fueron positivos (+++) en los grados 0-2 y negativos (-) en los grados 3-5. La distribución para el puntaje de la deformación del borde dorsal del cuello y las razas se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla N.º 2.** Estimación de la deformación del borde dorsal del cuello por grado y raza en caballos de Andalucía y Extremadura.

Grado/Raza	Pura Raza Español	Lusitano	Hispano-Arabe	Cruzados
0	6 %	5%	12%	17%
1	27 %	17%	12%	0%
2	48 %	17%	6%	17%
3	13 %	39%	25%	25%
4	4 %	22%	38%	8%
5	2 %	0%	6%	0%



Se observó una alta incidencia de caballos con deformación del borde dorsal del cuello y obesidad en las razas Hispano-Árabe, mientras que una baja incidencia en caballos maduros de razas puras como el Pura Raza Español y el Lusitano, estos resultados se deben a que los caballos con este defecto, se excluyen inmediatamente del registro genealógico (ANCE), dada su depreciación, se envía principalmente a los mataderos o a otro fin no productivo y no alcanza edades avanzadas, excepto en algunos casos como los observados en este estudio 6% Pura Raza Española y 14 % en la raza Lusitano. Los resultados de los modelos de regresión logística ordinal bivariada se muestran en la Tabla 2.

Mostramos el Odds ratio (OR) y el IC del 95 % correspondiente para todos los modelos bivariados, uno para cada variable (raza, sexo, ejercicio y ubicación). Las variables son: raza, género, ejercicio y ubicación. Para la variable de raza vamos a comentar los resultados para las parejas con diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, los caballos Cruzados frente a la raza Pura Española tenían un OR = 8,163, lo que indica que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 8,2 veces más altas en cruzado que la raza Pura Española.

La comparación de los caballos Hispano-Árabe frente al Pura Raza Español se obtuvo un OR = 5,595. Estos resultados indican que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 5,6 veces más altas en la raza Hispano-Árabe que en el Pura Raza Español. En los caballos Lusitano vs Pura Raza Español obtuvimos un OR = 2,772 que indica que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 2,8 veces mayores en Lusitano que Pura Raza Español.

El sexo fue estadísticamente significativo; en la comparación entre las yeguas y los caballos castrados obtuvimos un OR = 3,641, por lo que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 3,6 veces más altas en las yeguas que en machos castrados. Los sementales frente a los caballos castrados tuvieron un OR = 6,593, por lo que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 6,6 veces más altas en los sementales que en los machos castrados. El ejercicio variable fue estadísticamente significativo; para la comparación entre los caballos que hicieron ejercicio alto con respecto a los que hicieron ejercicio medio, obtuvimos un OR = 32,866, por lo que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello fueron 33 veces más altas en las categorías de ejercicio medio de alto respeto. Al comparar el ejercicio alto versus el ejercicio bajo, obtuvimos un OR = 39,329, por lo que las probabilidades de la deformación del borde dorsal del cuello son 39 veces más altas en las categorías de ejercicio alto

y bajo. Finalmente, la variable de región (Andalucía y Extremadura), fue estadísticamente significativa. La Comunidad Autónoma de Andalucía tenía una probabilidad de la deformación del borde dorsal del cuello grande 3,2 veces mayor que la Comunidad Autónoma de Extremadura. A continuación, se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla N.º 3.** Resultados del modelo de regresión logística ordinal bivariada (\*) medias con diferencias estadísticas significativas.

Variable	Comparación	OR	CI <sub>95%</sub> (OR)
RAZA	Cruzado vs Hispano-Árabe	1,459	[0,379, 5,616]
	Cruzado vs Lusitano	2,944	[0,894, 9,702]
	Cruzado vs Pura Raza Español	8,163*	[2,497, 26,684]
	Hispano-Árabe vs Lusitano	2,018	[0,695, 5,861]
	Hispano-Árabe vs Pura Raza Español	5,595*	[1,959, 15,976]
	Lusitano vs Pura Raza Español	2,772*	[1,267, 6,065]
EDAD	Yeguas vs Sementales	0,552	[0,204, 1,496]
	Yeguas vs Caballos castrados	3,641*	[1,736, 7,637]
	Sementales vs Caballos castrados	6,593*	[2,344, 18,538]
EJERCICIO	Alto vs Medio	32,866*	[5,820, 185,589]
	Alto vs Bajo	39,329*	[7,357, 210,241]
	Medio vs Bajo	1,197	[0,576, 2,485]
REGIÓN	Andalucía vs Extremadura	3,165*	[1,594, 6,286]

Se estableció un modelo de regresión logística ordinal multivariante con covariables: raza, género, ejercicio y edad en caballos. Notamos que la edad se incluyó como una covariable de control, aunque no fue estadísticamente significativa. La variable edad no fue estadísticamente significativa. Para la variable raza, el Pura Raza Español tuvo diferencias estadísticamente

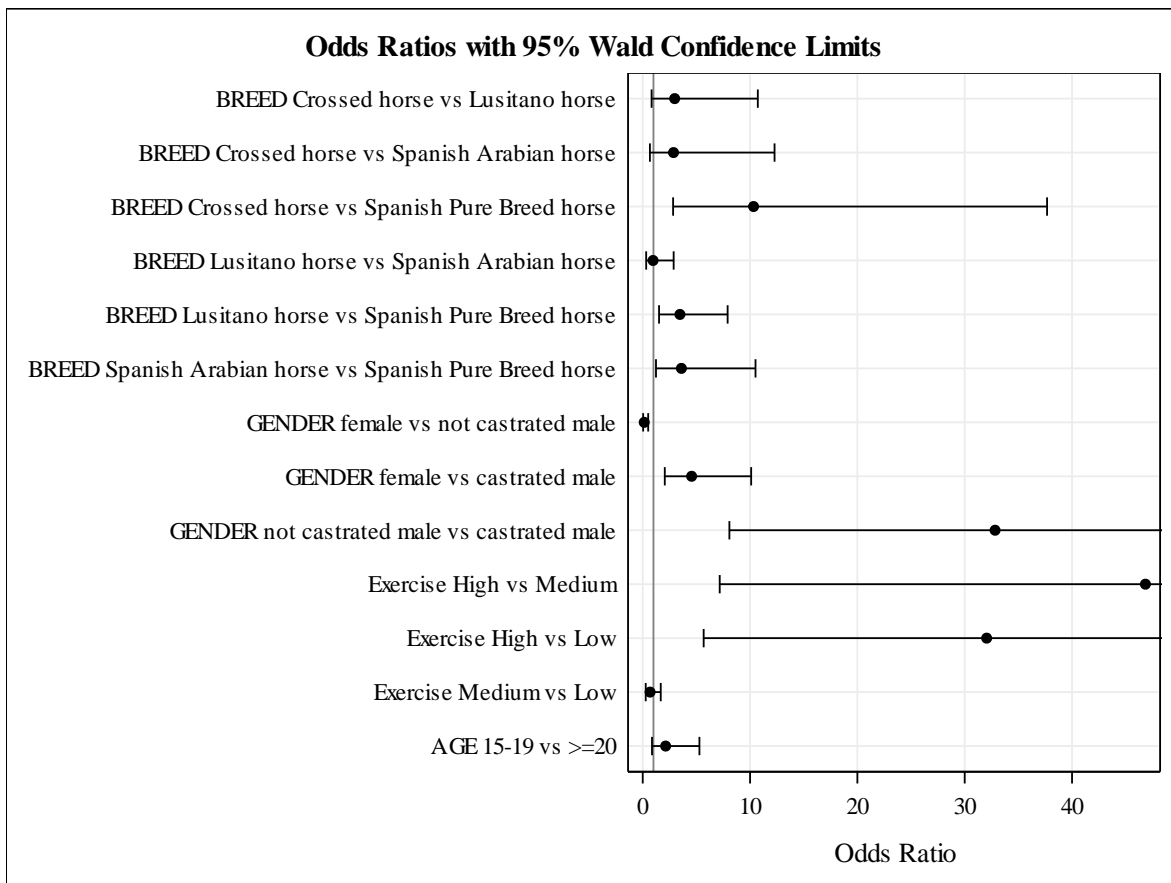
significativas con respecto a todas las demás razas: caballos cruzado vs raza Pura Raza Española (OR = 10,324); caballos Hispano-Árabes vs Pura Raza Española (OR = 3,602); Caballos Lusitano vs Pura Raza Española (OR = 3,468). Para el género variable, existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos: yeguas versus sementales (OR = 0,139); yeguas vs caballos castrados (OR = 4,555); Sementales vs caballos castrados (OR = 32,83). Para la variable ejercicio, la categoría alta tuvo diferencias estadísticamente significativas con respecto a todas las demás categorías: ejercicio medio alto vs (OR = 46,838); ejercicio alto vs bajo (OR = 32,045).

**Tabla N.º 4.** Resultados para el modelo de regresión logística ordinal multivariante con covariables: Raza, Sexo, Ejercicio y Edad. (\*) Diferencias estadísticamente significativas.

	OR	CI <sub>95%</sub>	(OR)
Raza Cruzado vs Hispano-Árabe.	2.866	0.669	12.281
Raza Cruzado vs Lusitano.	2,977	0,827	10,723
Raza Cruzado vs Pura Raza Español.	10,324* 1,039	2,829	37,675
Hispano-Árabe vs Lusitano.	3,602*	0,347	3,109
Hispano-Árabe vs Pura Raza Español.	3,468*	1,235	10,508
Lusitano vs Pura Raza Español.	0,139*	1,520	7,911
Yeguas vs Sementales	4,555*	0,038	0,507
Yeguas vs Caballo castrado	32,830*	2,053	10,103
Sementales vs Caballo castrado	46,838*	8,074	133,486
Ejercicio Alto vs Medio	32,045*	71,72	305,894

Ejercicio Alto vs Bajo	0,684	5,677	180,896
Ejercicio Medio vs Bajo	2,134	0,279	1,678
Edad 15-19 vs >= 20		0,862	5,283

**Gráfica N.º 3.** Resultados del modelo de regresión logística ordinal multivariante con covariables: Razas de probabilidades de raza, género y ejercicio con límites de confianza de Wald del 95%.



El 44 % de los caballos maduros en el presente estudio presentaron deformación del borde dorsal del cuello y obesidad 44 % (51/116). Otros estudios en caballos y ponis domésticos muestran

que la prevalencia fue del 45,83 % (IC 95 % 36,76 % - 54,90 %) al final del invierno, cayendo al 33,33 % (IC 95 % 26,76 % - 39,90 %) al final del verano (Giles, et al., 2015), la prevalencia parece coincidir con nuestros resultados, sin embargo, nuestro estudio no consideró la variable época del año (el invierno o el verano). La distribución entre los grupos de razas, en orden descendente de frecuencia de deformación del borde dorsal del cuello fue: Hispano-Árabe, Lusitano, Cruzado y Pura Raza Española. Un 26 % de los casos tenían más de  $\geq 20$  años, mientras que el 74 % de los casos presentaban una edad de 15-19 años.

Otros índices se han considerado en otros estudios como la calificación de condición corporal (CCC), actualmente es la herramienta de manejo más común para evaluar y monitorear la condición corporal en caballos (Silva, et al, 2016), ya que utilizamos el peso de los 254 caballos variaron de 3 a 9, no hubo efecto de la edad ( $P > 0,10$ ) o el sexo ( $P = 0,10$ ) en el grado de condición corporal (Puntuación del cuello), pero el establo tuvo un efecto ( $P < 0,001$ ) (Jensen, et al, 2016). Las herramientas disponibles para el estudio de la deformación del borde dorsal del cuello (cresta del cuello/cuello de gato) en caballos son la evaluación clínica, el estudio morfológico que comprende el grado de adiposidad y las mediciones morfométricas del cuello (Morales Briceño, et al, 2017).

El análisis de imágenes es un método adicional que puede usarse para la determinación del grado de condición corporal (Puntuación del cuello) en caballos. Las herramientas disponibles para evaluar en profundidad, incluye los músculos de la región dorsal del cuello, y el grado de infiltración grasa, e incluso el grado de lipomatosis (Morales Briceño, et al, 2017), son la citología y la histopatología mediante biopsias.

Sin embargo, son métodos invasivos. El análisis de asociación entre el grado de deformación del borde dorsal del cuello y las mediciones de grasa de la nuca post-mortem en caballos, obtenidas después del análisis de imagen fotográfica revelaron la existencia de una correlación significativa entre el grado de condición corporal CNS y las mediciones de grasa de la nuca obtenidas después del análisis de la imagen, en particular con el grosor de la grasa de la nuca (Silva, et al, 2016).

El análisis de este estudio se abordó utilizando un modelo de regresión logística original debido a que la variable de respuesta grado de condición corporal (PCC: Puntuación Condición Corporal) se había definido con seis categorías ordenadas. Este modelo es una extensión del modelo de regresión logística para una variable de respuesta binaria, que permite tener una

variable de respuesta con más de dos valores ordenados. Los resultados obtenidos en el modelo de regresión logística ordinaria multivariante muestran un efecto estadísticamente significativo sobre el grado de deformación del cuello de la raza ( $p = 0,0007$ ), género ( $p < 0,001$ ), ejercicio ( $p = 0,0002$ ) mientras que la edad no fue estadísticamente significativa ( $p = 0,1012$ ). La ubicación, Andalucía y Extremadura ( $p = 0,0010$ ), solo fue estadísticamente significativa en el modelo bivariado.

El estudio de los patrones histológicos de la deformación del borde dorsal del cuello, 66 % de los caballos presentaron deformación del borde dorsal del cuello. Se estandarizaron los patrones histológicos para la deformación del borde dorsal del cuello, de la siguiente manera: Grado 0.- Se observan fibras musculares, no se observan vacuolas de grasa, 24 % de los caballos presentaron el Grado 0.- Este nivel corresponde a la condición normal del cuello. Tinción especial Tricrómico de Masson negativo (-). Grado 1.- Se observó escaso y abundante depósito adiposo. Se observa un tejido muscular inalterado y escasas vacuolas de grasa, este patrón se observó en 21 % de los caballos estudiados.

La Tinción de Tricrómico de Masson fue positiva (+). Grado 2.- Las vacuolas lipídicas observadas son evidentes en el espacio intermiofibrilar del tejido muscular y son propensas a la coalescencia, 23 % de los caballos estudiados presentaron este patrón. La tinción especial Tricrómico de Masson fue positiva (++) . Grado 3.- Se observan abundantes vacuolas lipídicas en el espacio intermiofibrilar con tendencia a la vacuolización y escasa infiltración en el tejido muscular (lipomatosis moderada), se observó en 16 % de los caballos estudiados. La tinción especial Tricrómico de Masson fue positiva (++) . Grado 4.- Grado abundantes vacuolas de grasa en el espacio intermiofibrilar tendencia a fusionarse e infiltración grasa en el tejido muscular (lipomatosis marcada), 8 % de los caballos presentaron esta condición. La tinción especial Tricrómico de Masson fue positiva (+++). Grado 5.- Se observan solo vacuolas lipídicas, no se observa el tejido muscular, solo tejido graso (lipomatosis severa) es evidente, este patrón se observó en 8 % de los caballos estudiados. La tinción especial Tricrómico de Masson fue positiva (+++). Los resultados para el anticuerpo Desmina (dilución 1: 100) fueron positivos (++) en grados 0-2 y negativos (-) en grados 3-5, estos resultados sugieren que a medida que aumenta la infiltración de grasa/lipomatosis (progresa en los grados 3, 4 y 5), aumenta el espacio intercelular (intermiofibrilar) y, por lo tanto, se pierde el citoesqueleto celular, con pérdida de las bandas Z, por lo que la respuesta negativa a este anticuerpo.

Los resultados del estudio histopatológico, tinción especial e inmunohistoquímico en burros, evidencian que la deformación del borde dorsal del cuello (DBDC), se observó en todas las razas estudiadas 68 % de los burros presentaban deformación del borde dorsal del cuello y obesidad (Grado 3, 4 y 5). Todos los casos fueron confirmados por histopatología e inmunohistoquímica. Un 15 % presento Grado: 0; un 22 % mostró Grado 1; el 19 % presentó Grado: 2; un 15 % evidenció Grado: 3; un 15 % mostró Grado: 4 y un 14 %, Grado: 5.

Los resultados para el anticuerpo Desmina (dilución 1: 100) fueron positivos (+++) en los grados 0-2 y negativos (-) en los grados 3-5. La cresta del cuello o “cuello de gato” incluye la deformación del borde dorsal del cuello, asociada con cambios degenerativos caracterizados por infiltración de grasa (lipomatosis), que implica subcutis, ligamento nual, músculo espinal y músculos multífido. El atlas, el eje y la vértebra cervical no están infiltrados por tejido adiposo. Se observaron variaciones en el tamaño de la fibra muscular y es muy común el aumento del tejido conectivo y, especialmente, el reemplazo por grasa, aunque no se observa necrosis de la fibra e infiltración de células mononucleares, como en el síndrome de distrofia muscular lipomatosa (DML), en bovinos (Biasibetti et al, 2013 y 2016).

Los patrones de reconocimiento histopatológico permiten establecer una gradificación desde el cuello normal Grado 0, que es predominantemente solo tejido muscular, grados intermedios Grado 1, 2 y 3, donde se observa una infiltración de grasa en el tejido muscular a grados más severos, grados 4-5, donde se observa infiltración grasa severa (lipomatosis), con reemplazo de tejido muscular por tejido adiposo. Este grado de infiltración grasa puede confirmarse con tinciones especiales; el Tricrómico de Masson permite la delimitación del músculo, tejido conectivo y grasa, siendo positivo en los grados 3, 4 y 5, y en menor medida en los grados 0, 1 y 2; esta delimitación facilita el estudio morfométrico.

Los resultados inmunohistoquímicos centrados en el músculo confirman el escaso tejido adiposo en los grados 0, 1 y 2, mientras que en los grados 3, 4 y 5 muestran infiltración grasa severa y reemplazo del tejido muscular por grasa. La descripción de los patrones histopatológicos permite la comprensión de las alteraciones metabólicas y morfológicas de los caballos con deformación del borde dorsal del cuello, así como también identifica esta condición como una patología presente en el cuello del caballo.

Los niveles de Tocoferol fueron determinados en piel, tejido adiposo y músculo, el contenido Alfa-Tocoferol, su forma más activa y en mayor proporción, tanto para caballos como para burros, siendo los niveles superiores en el tejido graso, seguido de músculo-grasa, musculo y piel respectivamente. El contenido de Delta-Tocoferol fue negativo en burros, en caballos si fue determinado. El contenido de Gamma-Tocoferol fue determinado en las dos especies. Los resultados del contenido de Tocoferoles ( $\mu\text{g/g}$  de muestra) para musculo-grasa en burros Alfa-Tocoferol 19,61, Delta-Tocoferol 1,54, Gamma-Tocoferol 1,87 y en caballos Alfa-Tocoferol 22,66, Delta-Tocoferol 0,51 y Gamma-Tocoferol 2,98. Los niveles de Tocoferol séricos han sido determinados como la causa de la enfermedad del músculo blanco en potros (EMBP) (Wilson, et al, 1976; Higuchi, et al, 1989; Löfstedt, 1997), así como al déficit de Vitamina E y Selenio.

Estudios del contenido de tocoferoles en caballos se han enfocado en patologías musculares con énfasis en las enzimas AST, LDH y CK (Siciliano, et al, 1997; Hargreaves, et al, 2002; Souza-Correa, et al, 2010) y su respuesta a la suplementación con vitamina E y Selenio. Un estudio reciente ha caracterizado los hallazgos clínicos, las características del músculo y las concentraciones de Alfa-Tocoferol en suero y músculo, en caballos con atrofia, debilidad y enfermedad de la Motoneurona Equina (EMNE), suplementados con vitamina E (Bedford et al, 2013).

La disponibilidad de Tocoferol puede variar dependiendo de las condiciones manejo y calidad de la dieta, considerando disponibilidad de pastoreo, calidad del forraje y tiempo almacenado (ensilaje) y calidad del pienso. El déficit de Tocoferol, puede estar asociado al incremento de la deposición de grasa en la región dorsal del cuello, por peroxidación de lípidos de las membranas celulares, en este caso de la miofibrilla muscular y de manera subsecuente a infiltración grasa en los músculos dorsales del cuello y lipomatosis con la deformidad ("cuello de gato") del cuello. A continuación, se presentan los resultados de los niveles de tocoferol (Alfa, Delta y Gamma) por grado de deformidad en équidos.

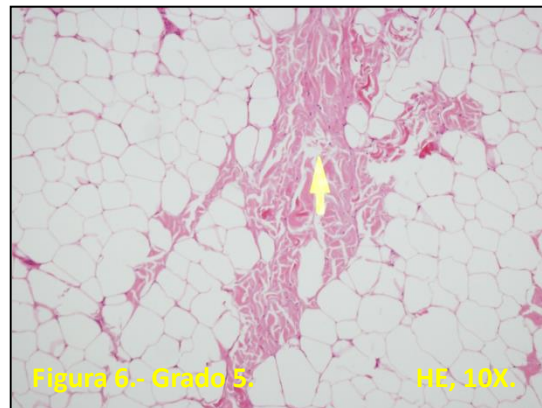
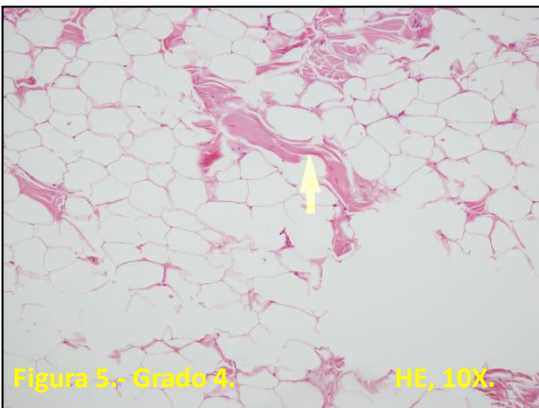
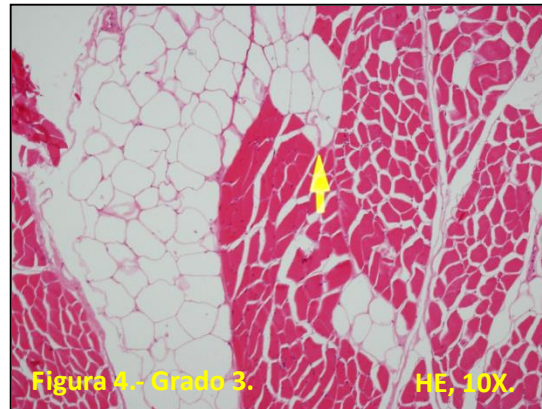
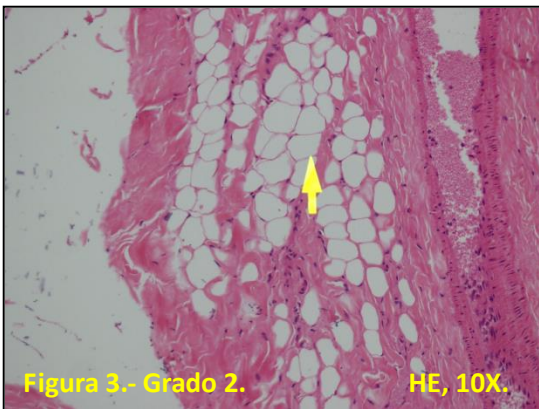
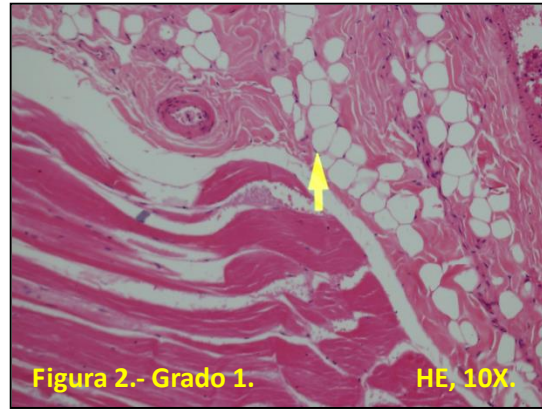
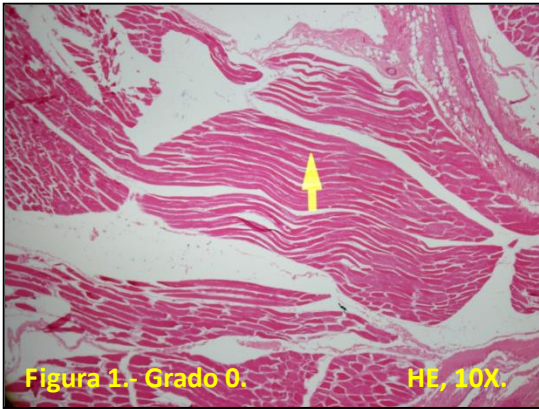


**Tabla N.º 5.-** Contenido en tocoferoles ( $\mu\text{g/g}$  de muestra) de muestras procedentes la región dorsal del cuello de équidos. Alfa-Tocoferol:  $\alpha$ ; Delta-Tocoferol:  $\Delta$ ; Gamma-Tocoferol:  $\gamma$ ; nd: no determinado.

Raza/Grado	Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Pura Raza Español	$\alpha$ 18,60	$\alpha$ 22,66	$\alpha$ 26,83	$\alpha$ 33,07	$\alpha$ 40,54	$\alpha$ 47,63
	$\Delta$ 2,02	$\Delta$ 0,51	$\Delta$ 2,61	$\Delta$ 3,03	$\Delta$ 6,55	$\Delta$ 0,47
	$\gamma$ 0,33	$\gamma$ 2,98	$\gamma$ 1,56	$\gamma$ 1,87	$\gamma$ 0,34	$\gamma$ 3,19
Lusitano	$\alpha$ 12,26	$\alpha$ 19,63	$\alpha$ 22,37	$\alpha$ 23,86	$\alpha$ 33,08	$\alpha$ 35,36
	$\Delta$ 0,37	$\Delta$ 0,41	$\Delta$ 0,43	$\Delta$ 1,02	$\Delta$ 0,48	$\Delta$ 0,30
	$\gamma$ 2,07	$\gamma$ 2,21	$\gamma$ 2,55	$\gamma$ 1,21	$\gamma$ 2,41	$\gamma$ 3,73
Hispano-Árabe	$\alpha$ 12,46	$\alpha$ 15,19	$\alpha$ 20,96	$\alpha$ 24,84	$\alpha$ 27,24	$\alpha$ 19,61
	$\Delta$ 3,93	$\Delta$ 2,01	$\Delta$ 2,33	$\Delta$ 1,36	$\Delta$ 3,76	$\Delta$ 1,54
	$\gamma$ 0,83	$\gamma$ 0,10	$\gamma$ 0,12	$\gamma$ 0,55	$\gamma$ 1,16	$\gamma$ 1,87
Cruzados	$\alpha$ 7,24	$\alpha$ 11,14	$\alpha$ 12,03	$\alpha$ 12,04	$\alpha$ 15,44	$\alpha$ 18,31
	$\Delta$ 0,43	$\Delta$ 1,00	$\Delta$ 1,74	$\Delta$ 3,11	$\Delta$ 0,30	$\Delta$ 2,05
	$\gamma$ 0,34	$\gamma$ 0,17	$\gamma$ 1,04	$\gamma$ 1,55	$\gamma$ 2,34	$\gamma$ 1,11
Andaluz	$\alpha$ 21,16	$\alpha$ 24,67	$\alpha$ 27,12	$\alpha$ 27,52	$\alpha$ 29,91	$\alpha$ 30,99
	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd
	$\gamma$ 0,12	$\gamma$ 0,17	$\gamma$ 0,21	$\gamma$ 0,23	$\gamma$ 0,27	$\gamma$ 0,28
Catalán	$\alpha$ 15,17	$\alpha$ 17,34	$\alpha$ 19,98	$\alpha$ 21,03	$\alpha$ 22,75	$\alpha$ 22,89
	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd
	$\gamma$ 0,03	$\gamma$ 0,012	$\gamma$ 0,01	$\gamma$ 0,1	$\gamma$ 0,13	$\gamma$ 0,15
Miniatura	$\alpha$ 0,60	$\alpha$ 0,62	$\alpha$ 0,65	$\alpha$ 0,87	$\alpha$ 0,89	$\alpha$ 0,98
	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd
	$\gamma$ 0,04	$\gamma$ 0,03	$\gamma$ 0,04	$\gamma$ 0,02	$\gamma$ 0,02	$\gamma$ 0,04
Zamorano-Leonesa	$\alpha$ 7,98	$\alpha$ 7,01	$\alpha$ 7,95	$\alpha$ 8,10	$\alpha$ 8,19	$\alpha$ 8,27
	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd	$\Delta$ nd
	$\gamma$ 0,15	$\gamma$ 0,1	$\gamma$ 0,04	$\gamma$ 0,02	$\gamma$ 0,01	$\gamma$ 0,01

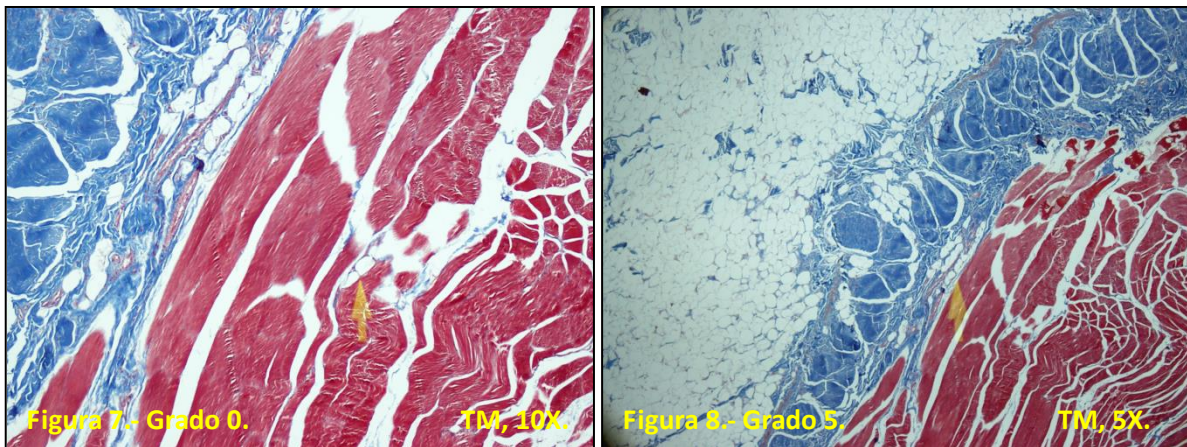
El nivel de correlación entre los grados de deformidad y los niveles de tocoferol (Alfa, Delta y Gamma-tocoferol), fue positivo  $r=0,98$   $P<0,05$ . Estos resultados parecen indicar que los niveles de tocoferol pueden jugar un rol en el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos y puede ser un parámetro predictivo para el diagnóstico de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos (burros y caballos).

A continuación, se presentan algunas imágenes seleccionadas que evidencian los aspectos metodológicos y los resultados.



Secciones histológicas de la región dorsal del cuello: **Figura N.º 1.-** Grado 0: Fibras musculares (99 %), no se observan cambios en el citoplasma. **Figura N.º 2.-** Grado 1: Fibras musculares (95 %), se observan escasas vacuolas lipídicas en el citoplasma, células adiposas 5 %, no se observan cambios significativos en el citoplasma. **Figura N.º 3.-** Grado 2: Fibras musculares (85 %), se observan vacuolas de lipídicas en el citoplasma, células adiposas 15 %, se observa coalescencia de adipocitos.

**Figura N.º 4.-** Grado 3: Fibras musculares (48 %), se observó un incremento en el número y tamaño de vacuolas lipídicas en el citoplasma con tendencia a la coalescencia, e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 62 %, se evidencia coalescencia de adipocitos y depósitos de grasa. **Figura N.º 5.-** Grado 4: Fibras musculares (15 %). Se observa el citoplasma pletórico de vacuolas lipídica con marcada coalescencia e involucra el espacio intermiofibrilar, células adiposas 85 %, se observa coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa. **Figura N.º 6.-** Grado 5: células adiposas (99 %) de coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa.



Secciones histológicas de la región dorsal del cuello, tinción especial: Tricrómico de Masson, **Figura N.º 7.-** Grado 0: Fibras musculares (99 %), no se observan cambios en el citoplasma. Se evidencia la delimitación de fibra de colágeno y elásticas, tejido conjuntivo, muscular y fibras musculares. **Figura N.º 8.-** Grado 5.- células adiposas (99 %) de coalescencia de adipocitos y abundantes depósitos de grasa. Se observa delimitación del tejido conjuntivo.

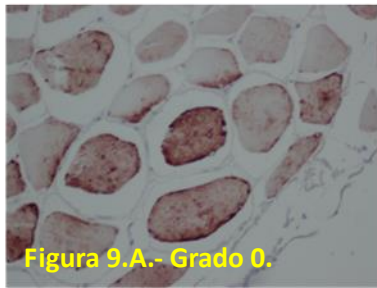


Figura 9.A.- Grado 0.

Grado 0 (+++) Desmina 1:100

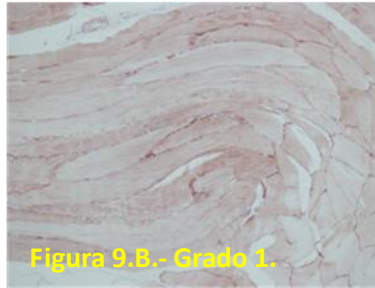


Figura 9.B.- Grado 1.

Grado 1 (+++) Desmina 1:100

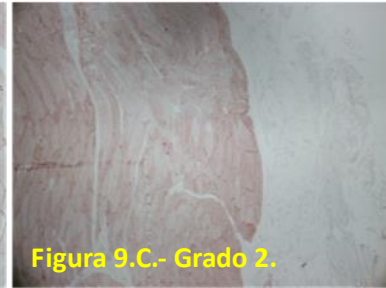


Figura 9.C.- Grado 2.

Grado 2 (++) Desmina 1:100

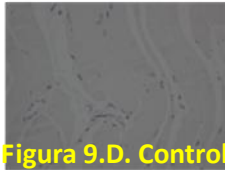


Figura 9.D. Control

Control (-) Desmina 1:100

Grado 0	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
POSITIVA	POSITIVA	POSITIVA	NEGATIVA	NEGATIVA	NEGATIVA
(+++)	(++)	(++)	(---)	(---)	(---)

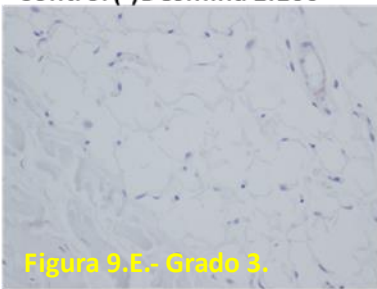


Figura 9.E.- Grado 3.

Grado 3 (-) Desmina 1:100

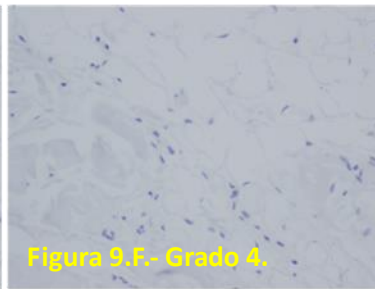


Figura 9.F.- Grado 4.

Grado 4 (-) Desmina 1:100

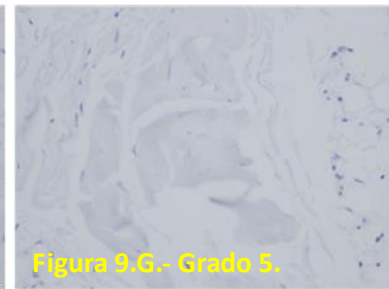


Figura 9.G.- Grado 5.

Grado 5 (-) Desmina 1:100

**Figura N.º 9.-** Secciones Inmunohistoquímicas, dilución 1:100, Anticuerpo Desmina: **Figura N.º 9-A.-** Grado 0 positiva (+++), **Figura N.º 9-B.-** Grado 1 positiva (++) , **Figura N.º 9-C.-** Grado 2 positiva (+), **Figura N.º 9-D.-** Control positiva (+++), **Figura N.º 9-E.-** Grado 3 negativa (--), **Figura N.º 9-F.-** Grado 4 negativa (--), **Figura N.º 9-G.-** Grado 5 negativa (--).

#### **5.4.- Conclusiones**

##### **PRIMERA:**

Los resultados del estudio histopatológico e inmunohistoquímico en burros evidencian que la deformación del borde dorsal del cuello se observó en todas las razas estudiadas, el 68 % de los burros presentaban deformación del borde dorsal del cuello y obesidad.

##### **SEGUNDA:**

El 44 % de caballos estudiados presentaron deformación del borde dorsal del cuello, sobrepeso, y obesidad. La raza, el género y el ejercicio son estadísticamente significativos como factores de riesgo para el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello y obesidad en caballos maduros.

##### **TERCERA:**

La deformación del borde dorsal del cuello está asociada con cambios degenerativos caracterizados por infiltración de grasa denominada lipomatosis en subcutis, ligamento nugal, músculo espinal y músculos multífido.

##### **CUARTA:**

El reconocimiento del patrón citológico, histopatológico y morfométrico de la región dorsal del cuello del équido puede aplicarse en los exámenes previos a la compra en équidos con riesgo de la deformación del cuello dorsal. Adicionalmente los niveles de tocoferol (Alfa-tocoferol, Delta-tocoferol y Gamma-tocoferol) están estrechamente correlacionados con el grado de deformidad y pueden ser útiles como parámetros indicadores de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.

### 5.5.- Referencias bibliográficas.

- Bedford HE, Valberg SJ, Firshman AM, Lucio M, Boyce MK, Trumble TN. Histopathologic findings in the sacrocaudalis dorsalis medialis muscle of horses with vitamin E responsive muscle atrophy and weakness. *Journal American Veterinary Medical Association*: 242(8):1127-37. 2013.
- Biasibetti E, Peletto S, Acutis P, Boin C, Schiavini F, Bagnato A, Capucchio MT. A multiple approach to investigate the aetiopathogenesis of Lipomatous Muscular Dystrophy in Piedmontese cattle. *European Society Veterinary Pathology/European College Veterinary Pathology Proceedings*. 150:1. 2013.
- Biasibetti E, Peletto S, Acutis P, Brugiapaglia A, Vincenti L, Ricci A, Mioletti S, Boin C, Schiavini F, Bagnato A, Capucchio M.T. Lipomatous Muscular Myopathy in Piedmontese cattle: different techniques to investigate the aetiopathogenesis. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. P5, 81. Córdoba, Junio, 2016.
- Carter RA, Geor RJ, Staniar WB. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Veterinary Journal*: 179 (2): 204-210. 2009.
- Carroll, C.L.; Huntington, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Veterinary Journal*: 20:41-45, 1988.
- Corrêa KS. et al. Enzimas musculares e eletrólitos em eqüinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. *Veterinaria e Zootecnia*: 17(1):85-93.2010.
- Frank N, Elliot SB, Brant LE, Keisler, DH. Physical characteristics, blood hormone concentration, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal American Veterinary Medical Association*: 228(9): 1983-1390. 2006.
- García-Miralles T, Gonzalbes-García J. Marcadores inmunohistoquímicos del desarrollo embriológico en el músculo estriado de las extremidades fetales. Disponible en: <http://www.uninet.edu/conganat/conferencias/C006/>. 2002.
- Graves E. Horse Health. *Equine Endocrine Diseases: The Basics*. American Association of Equine Practitioners. En línea: <http://www.aaep.org/info/horse-health?publication=747>. PDF 1-5. 2015.

-Gellman K, Bertram E. The equine ligament 1: structural and material properties. Veterinary Comparative Orthopedic: 15: 1-6. 2002.

-Giles SI, Nicol CJ, Rands SA, Harris PA. Assessing the seasonal prevalence and risk factors for nuchal crest adiposity in domestic horses and ponies using the Cresty Neck Score. BMC Veterinary Research: 31(11):13.2015.

-Hargreaves BJ, Kronfeld DS, Waldron JN, Lopes MA, Gay LS, Saker KE, Cooper WL, Sklan DJ, Harris PA. Antioxidant status and muscle cell leakage during endurance exercise. Equine Veterinary Journal Supplement: 34:116-21. 2002.

-Higuchi T, Ichijo S, Osame S, Ohishi H. Studies on serum selenium and tocopherol in white muscle disease of foal. Nihon Juigaku Zasshi: 51(1):52-9.1989.

-IHC staining protocol for paraffin, frozen, and free floating sections  
<https://www.abcam.com/protocols/immunostaining-paraffin-frozen-free-floating-protocol>

-Jensen R, Danielsen S, Tauson A.H.. Body condition score, morphometric measurements and estimation of body weight in mature Icelandic horses in Denmark. Acta Veterinaria Scandinavica. 2016, 58(Suppl 1):59.

-KPP staff. 2020 Kentucky Performance Products, LLC. Vitamin E: An Essential Nutrient for Horses. <https://kppusa.com/2018/03/02/vitamin-e-essential-nutrient-horses/>

-Löfstedt J. White muscle disease of foals. Veterinary Clinic North American Equine Practice: 13(1):169-85. 1997.

-López J. 2006. Innovación: Una técnica pionera aplica la liposucción para tratar una afección del Available in: [https://www.diariosur.es/prensa/20061206/relaciones/innovacion-tecnica-pionera-aplica\\_20061206.html](https://www.diariosur.es/prensa/20061206/relaciones/innovacion-tecnica-pionera-aplica_20061206.html)

-Martín-Arroyo J. 2006. Células madre radioactivas para caballos. Available in: [https://elpais.com/diario/2006/12/13/andalucia/1165965740\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2006/12/13/andalucia/1165965740_850215.html)

-Morales A, Méndez-Angulo J.L., Cava R, Méndez A, Pérez J. Estudio comparativo del contenido de tocoferol en la región dorsal del cuello de équidos. Proceeding del XVII Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. Salón Internacional del Caballo. 2016.



-Morales A, Méndez A, Pérez-Arévalo J. Estudio comparativo de la técnica de biopsia convencional versus la técnica de biopsias modificada para el diagnóstico de la deformación del borde dorsal del cuello. XVI Congreso Internacional de Medicina y Cirugía Equina. Salón Internacional del Caballo. Sevilla, España, 2015.

-Morales-Briceño A, Escamilla-Sánchez A, Méndez-Angulo J.L, Pérez-Arévalo J, Méndez-Sánchez A. Patrones de reconocimiento histopatológico de la deformación del borde dorsal del cuello en caballos de Pura Raza Española en Andalucía y Extremadura, España. XVIII Reunión de la Sociedad Española de Anatomía Patológica Veterinaria. P.28 104. Córdoba Junio, 2016.

-Morales A, Méndez A, Méndez-Angulo J.L., Escamilla-Sánchez A, Pérez-Arévalo J. Diagnostic Tools For The Study Of The Cresty Neck In Horses. International Journal Applied Research Veterinary Medicine: 15 (1): 2017.

-Morales A, Méndez A, Méndez-Angulo J, Escamilla-Sánchez A, Pérez-Arévalo J. Histopathological pattern recognition of cresty neck in horses in Spain. Brazilian Journal Veterinary Pathology: 10(1): 170-174. 2017.

-Morales A, Lamprea A, García A, Méndez Sánchez A. La necropsia en campo: un servicio agregado en la medicina veterinaria rural. Revista Medicina Veterinaria: 34: 167-180. 2017.

-Morales-Briceño A, Méndez-Sánchez A, Méndez Angulo J.L., Pérez Arévalo J, Espinal A, Vázquez A, Julià O. What's New in Cresty Neck Horses? Diagnosis in Mature and Aged Equids. International Journal Applied Research Veterinary Medicine: 16(2): 226-233. 2018.

-Revuelta J. Estudio del impacto del sector ecuestre en España. Real Federación Hipica Española. Junio, 2013.

-Rodríguez H, Ríos A, Sarabia L, Ossandón E, Araya J. Inmunohistoquímica de filamentos intermedios, tipo vimentina y desmina, y enzima enolasa en túbulos seminíferos seniles humanos. Revista Internacional Andrología: 2(1):9-14. 2004.

-Sánchez M, Azor P, Molina A, Parkin T, Rivero J, Valera M. Prevalence, risk factors and genetic parameters of cresty neck in PuraRazaEspañol horses. Equine Veterinary Journal: 15. 2016.

-Siciliano PD, Parker AL, Lawrence LM. Effect of dietary vitamin E supplementation on the integrity of skeletal muscle in exercised horses. Journal Animal Sciences: 75(6): 1553-60. 1997.

-Silva S, Payan-Carreira R, Guedes C, Coelho S, Santos A. Correlations between cresty neck scores and post-mortem nape fat measurements in horses, obtained after photographic image analysis. *Acta Veterinaria Scandinavica*: 58 (Suppl 1): 60. 2016.

-Sundling K, Kurtycz D. Standardized terminology systems in cytopathology. *Diagnostic Cytopathology. Special Issue: Informatics for Diagnostic Cytopathology*: 47 (1): 53-63. 2019.

-Wilson TM, Morrison HA, Palmer NC, Finley GG, Van Dreumel AA. (1976). Myodegeneration and suspected selenium/vitamin E deficiency in horses. *Journal American Veterinary Medical Association*: 169(2): 213-7. 2015.

## **CAPÍTULO 6.- Estudio genético-molecular de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.**

### **6.1.- Introducción y objetivos.**

La información genética de un individuo ha sido descrita como su "libro de la vida", que contiene todas las instrucciones necesarias para producir un animal tan complicado como un caballo a partir de la fusión inicial de un espermatozoide y un óvulo (Binns, 2006). La variabilidad genética es la base de todo el proceso de evolución y selección y la estimación de esta variabilidad ha cambiado con el tiempo de acuerdo con el progreso de la tecnología, la mejora de los caballos ha sido llevada a cabo durante mucho tiempo por el propietario del caballo que crío a sus mejores animales de acuerdo con criterios de experiencia práctica visual (Guerin, 2006).

Más tarde, la genética cuantitativa, con enfoques estadísticos sofisticados basados en el rendimiento, los valores de cría pronosticados y los índices publicados ahora utilizados por los criadores para el apareamiento y comercialización de caballos. La genética cuantitativa se basa en la teoría de que todos los rasgos están gobernados por un número infinito de genes, todos genéticamente independientes y cada uno de ellos tiene un efecto infinitesimal sobre el carácter. Se supone que todos los genes tienen dos alelos, uno favorable y el otro desfavorable. De hecho, este no es el caso, pero este enfoque ha tenido éxito en las razas domésticas para los rasgos que tienen una alta heredabilidad y para los cuales los rendimientos estaban altamente correlacionados con el valor genético aditivo.

Otro movimiento importante fue el fantástico desarrollo de la biología molecular que abrió el acceso directo al componente informativo cromosómico, el ADN (Guerin, 2006). Ahora es concebible que los datos moleculares sobre genes, que tienen un efecto prominente sobre un rasgo, se usen solos o se incluyan en estos índices para una mejor estimación del valor de un caballo. El reciente desarrollo de mapas del genoma equino por parte de la comunidad del genoma equino y la secuenciación completa del genoma del caballo realizada en el Broad Institute han acelerado el ritmo del descubrimiento genético (Finno, et al, 2009).

La búsqueda de genes involucrados en rasgos económicos en el caballo se puede lograr, como para otras especies, seleccionando todo el genoma con marcadores polimórficos (clonación

posicional) seleccionados de mapas genómicos o mediante el enfoque del gen candidato (clonación funcional) o una combinación de ambos. Las estrategias moleculares, como la clonación posicional, se pueden desarrollar especialmente con los genes principales llamados porque tienen un gran efecto sobre el rasgo. La gran cobertura uniforme del genoma con una densa red de marcadores y la determinación precisa del fenotipo son de importancia crítica en el tema favorable de estas estrategias. La exploración de todo el genoma con marcadores y la búsqueda de zonas homocigotas pueden detectar la homocigosidad en el gen causal en los individuos afectados.

Cada vez más, la prueba de detección genética estará disponible para determinar si los caballos individuales portan mutaciones que los predisponen a tener o heredar enfermedades hereditarias (Binns, 2006). La declaración AAEP (Asociación Americana de Practicantes en Equinos) para los defectos genéticos de 2009 define claramente los siguientes términos: Defectos congénitos: los defectos congénitos incluyen todos los rasgos indeseables y afecciones patológicas presentes al nacer, ya sean genéticos o debidos a eventos intrauterinos que resultan de influencias extrauterinas. Los defectos congénitos no necesariamente indican herencia; simplemente indican que el defecto estaba presente al nacer. Tendencias heredadas: existen características en los caballos que están influenciadas por una amplia variedad de genes, cuyo patrón de herencia es complejo y cuya expresión tiene fuertes influencias ambientales.

Los caballos han sido criados selectivamente durante siglos para promover o desalentar estas características. La selección a favor o en contra de estas tendencias heredadas es la base de nuestros registros de razas actuales. El tamaño, la potencia, el color, la velocidad, la conformación y muchas otras características que están genéticamente influenciadas se seleccionan a favor o en contra de ciertos registros de raza. Las variaciones del ideal pueden ser indeseables, pero no se consideran defectos genéticos. Defectos genéticos: los defectos genéticos son condiciones patológicas de origen genético comprobado. Estos pueden ser el resultado de una mutación en un gen de mayor efecto o mutaciones en múltiples genes (poligénicos) cuyos efectos se combinan para producir un resultado perjudicial o indeseable. El grado en que se expresan algunos rasgos en los caballos que llevan mutaciones particulares puede verse influenciado por factores ambientales. Esto se llama penetrancia incompleta. Rasgos indeseables: un rasgo indeseable, según lo designado por ciertos registros de razas, es una condición o comportamiento que puede o no estar presente al nacer, puede desarrollarse con el tiempo, puede o no ser un defecto genético, pero impide el registro de ese animal. El objetivo de este estudio fue la revisión sistemática de la literatura de

defectos genéticos en caballos una actualización enfocada en la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.

## 6.2.- Materiales y Métodos

6.1. Revisión de la literatura: Se realizó una exhaustiva revisión de la literatura usando bases de datos PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), SciELO: Scientific Electronic Library Online (<https://scielo.org/>) y Google Scholar (<https://scholar.google.com/>).

La búsqueda se realizó el 14 de abril de 2020. Los criterios de inclusión se presentan en la (Tabla 1), seguidos durante todo el proceso de selección fueron los siguientes: 1) Artículos que describen: genética caballos y genómica caballos 2) Los artículos se centran en defectos congénitos y tendencias heredadas en caballos 3) Artículos primarios no clínicos de ciencias básicas centrados en rasgos indeseables de caballos. Se incluyeron artículos publicados en inglés, alemán, portugués y español. Si el mismo autor publicaba múltiples estudios que describían resultados similares, se aceptaba para su inclusión.

**Tabla N.º 1.-** Estrategia de revisión (Pubmed, SciELO and Google Scholar).

Pubmed-10317	SciELO-50	Google Scholar-1335000
1. Genetic horse (4104)	1. Genetic horse (47)	1. Genetic horse (972000)
2. Genomic horse (4025)	2. Genomic horse (3)	2. Genomic horse (157000)
3. Congenital defects horses (2185)	3. Congenital defects horses (0)	3. Congenital defects horses (28700)
4. Inherited tendencies horses (0)	4. Inherited tendencies horses (0)	4. Inherited tendencies horses (86600)
5. Genetic defects horses (0)	5. Genetic defects horses (0)	5. Genetic defects horses (56700)
6. Undesirable traits horses (3)	6. Undesirable traits horses (0)	6. Undesirable traits horses (34000)

6.2. Abstracción de datos: Los artículos de inclusión fueron evaluados y categorizados en función de los resultados y mecanismo de acción genómica descrito en ellos. Los artículos individuales se incluyeron en múltiples categorías si analizaban más de un mecanismo de acción genómica equina dentro del diseño de su estudio. Los defectos genéticos en los informes de casos de caballos y las categorías de investigación utilizadas en el proceso de extracción de datos se presentan a continuación en los resultados.

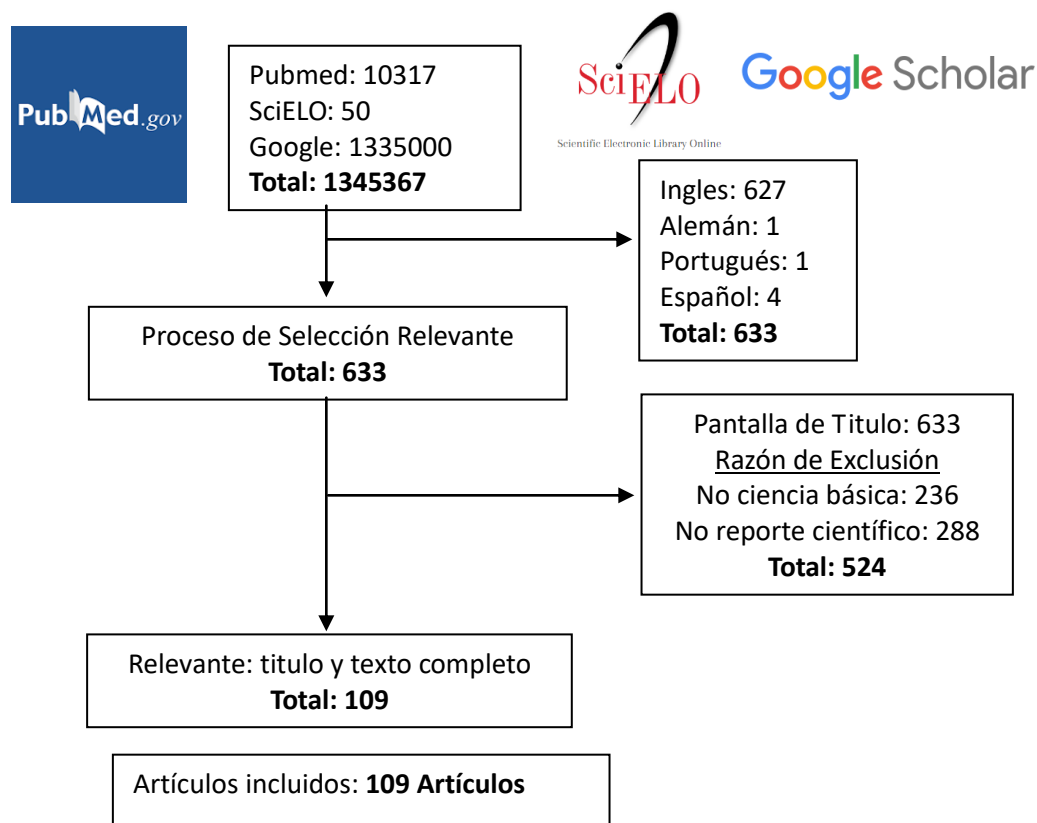
### 6.3. Análisis de los datos:

Los hallazgos y conclusiones clave de cada artículo incluido se obtuvieron y analizaron en conjunto con estudios de la misma categoría asignada. Los resultados presentados se han derivado de la interpretación de defectos genéticos comunes y consistentes en las presentaciones de caballos dentro de cada categoría mencionada anteriormente.

### 6.3.- Resultados y Discusión

3.1. Estrategia de búsqueda: La búsqueda bibliográfica identificó 633 artículos potenciales y, de estos, 109 artículos cumplieron con los criterios de inclusión (Figura 1).

**Figura N.º 1.-** Diagrama de flujo de Prisma del proceso de selección de artículos.



Los resultados fueron un total de 109 artículos incluidos. Las conclusiones y hallazgos clave de cada artículo se identificaron dentro de las enfermedades genómicas o de defectos antes mencionadas en las categorías equinas. Se han asociado múltiples factores con el desarrollo de defectos genéticos en el caballo. La patogenia de algunos defectos genéticos en los caballos se

describe a continuación, así como sus factores asociados e identificación de defectos, gen / marcador, mutación, identificación de cromosomas, sin embargo, se ha informado un número significativo de casos, 28 %, pero su gen / etiquetado y mutación ha no se han identificado, muchos están actualmente bajo investigación y en otros hay informes de casos de anomalías congénitas en caballos.

El caballo de Pura Raza Española (Andaluz) (SPB) es la raza más importante de la cabaña de caballos española, con un censo de 75.389 animales vivos incluidos en el libro de cría, hoy, el SPB representa el 65,96 % del censo nacional, con una clara tendencia al aumento en las últimas décadas (Molina et al, 2008). La amplia base genética de la raza de caballos andaluza con solo sesenta años de un libro de estudio combinado con un programa de cría en el que ningún rasgo ha sido altamente seleccionado, se refleja en el número bastante elevado de variantes de tipos de sangre que se encuentran en la raza (78 de 90 analizados), y el valor medio de heterocigosidad de rango medio (0,457 +/- 0,070) (Rodríguez-Gallardo, et al, 1992).

En general, las contribuciones desequilibradas de los fundadores reflejaron la alta pérdida de diversidad genética a lo largo de las generaciones ( $f_e / f_a$  tan bajo como 32/19 para todo el MP). A pesar de esta contribución diferencial, la contribución proporcional a la diversidad global de cada país fue similar. El valor de co-ancestro más alto dentro del país correspondió a Cuba (0,1509), siendo el único país con individuos altamente endogámicos (más del 12%), y el valor más bajo correspondió a España (0,0574), en paralelo, solo nueve países presentaron descendientes en un solo población, lo que sugiere un origen común para todos los países y / o un intercambio sustancial de material genético entre poblaciones en España y los EE. UU. Mostraron las tasas de flujo genético más altas (Sole et al., 2018).

En un estudio de competencias de caballos jóvenes para saltos (para animales entre 4 y 6 años) que se desarrollaron en España desde 2004, se estimó la heredabilidad de ambos rasgos y el valor de cría de cada uno para los animales participantes, la heredabilidad para puntajes y criterio de clasificación fueron 0,15 y 0,19 respectivamente (Gómez et al, 2006). Un estudio de parámetros genéticos de variables biocinéticas a pie en la raza pura española (andaluza), las heredabilidades fueron medio altas, la mayoría de ellas (61,1 %) con un nivel superior o igual respectivamente), estas fueron las correlaciones genéticas de la altura máxima de la extremidad anterior de con el resto de las variables siempre negativas, el porcentaje de postura a medio camino de la extremidad

anterior y el ángulo mínimo de retracción-pro-tracción de la extremidad posterior no están genéticamente correlacionados con ninguna otra variable (Molina et al, 2008).

Un análisis genético de los parámetros bioquímicos hematológicos y plasmáticos en el caballo de Pura Raza Española que se ejercitaba en una cinta de correr se determinaron los valores de referencia para cada parámetro para cada una de las etapas de la prueba de ejercicio (ii) todos los parámetros analizados manifestaron una heredabilidad media-alta y una alta repetibilidad. Estos resultados, en un futuro próximo, determinarán las pautas de medición para mejorar la capacidad atlética del caballo SPB en un sistema de cinta de correr objetivo y para seleccionar estos animales en respuesta a esos parámetros (Escribano, et al, 2013).

En un estudio de parámetros genéticos de variables biocinéticas del trote en caballos de raza pura españoles en condiciones de cinta de correr experimental, las características biocinéticas medidas en la cinta de correr tienen una alta heredabilidad en caballos de raza pura española, lo que implica que podrían usarse como una herramienta eficiente para seleccionar la cría. en caballos, las heredabilidades fueron altas (0,33–0,88), las variables angulares presentaron las heredabilidades más bajas, mientras que la altura máxima del casco delantero y la duración de la fase de balanceo en la extremidad trasera dieron las puntuaciones más altas, las correlaciones genéticas también fueron muy altas (Valera, et al, 2008).

Un estudio de componentes de (co) varianza genética a través de la edad para el rendimiento de Show Jumping como una estimación de la capacidad de plasticidad fenotípica en caballos españoles, el estudio de las correlaciones genéticas entre grupos de edad destacó la presencia de una interacción edad-genotipo y, por lo tanto, un entorno ambiental subyacente. En efecto, este estudio puede permitirnos seleccionar caballos con una respuesta plástica, que muestra una respuesta gradual o una respuesta precoz y, por lo tanto, ganar o perder potencial genético con la edad, respectivamente (Bartolomé et al, 2013).

El programa de cría del caballo español-árabe está en proceso de desarrollo y, por este motivo, es necesario conocer su estructura de población a partir de la información registrada en el Libro del rebaño para diseñar una estrategia para su mejora y utilización, con un correcto manejo reproductivo. se espera un aumento de la tasa de endogamia por generación de 0,000482 (0,048 %) y por año de 0,000055 (0,005 %), algo esperado debido al intervalo generacional total de 8,65 años (hembras 8,95 y machos 8,31), valor demasiado alto en las especies equinas , pero común,



debido a que muchos animales se emplean solo en actividades deportivas, el nivel de reemplazo observado fue del 12,66 % en las hembras y del 11,68 % en los machos, con edades medias de 8 y 9 años en machos y hembras, respectivamente (Gómez et al, 2011).

El caballo Trotón Español, también conocido en español como Trotador Español, es una raza de creciente importancia en España, la población trotón española se cría principalmente en las Islas Baleares de Mallorca (Mallorca en español), Menorca (Menorca en español) e Ibiza , el último censo que muestra que el 85 % de la población de trotones españoles se encuentra en Mallorca, aunque originalmente el trotón español podría haber tenido antecedentes genéticos de caballos nativos baleares, se ha confirmado que las generaciones recientes no han sido influenciadas por los caballos baleares nativos (Azor, et al, 2007).

Una estimación de los parámetros genéticos para la velocidad de carrera a diferentes distancias en caballos trotadores españoles jóvenes y adultos utilizando el modelo de regresión aleatoria, dentro de cada grupo de edad, las correlaciones genéticas entre distancias adyacentes fueron altas ( $> 0,90$ ), pero disminuyeron cuando las diferencias entre ellos fueron más de 400 metros para ambos grupos de edad. Las correlaciones genéticas para la misma distancia entre los grupos de edad oscilaron entre 0,47 y 0,78, por lo tanto, el rasgo analizado (TPK) puede considerarse como correlación genética positiva pero como rasgos diferentes a lo largo de la trayectoria de la distancia y la edad.

Por lo tanto, debe esperarse una nueva clasificación en el valor de cría de los caballos en diferentes características de la carrera (Gómez, et al, 2010). Hispano-Breton (HB) es una raza de caballos con una ascendencia mixta reciente. La construcción de una red filogenética con secuencias de ADNmt que incluye varias razas ibéricas y caballos pesados europeos proporcionó una imagen general de la apariencia ubicua de las matrilineas HB con respecto a otras razas y reveló la singularidad de ciertos linajes maternos de HB. A pesar de la alta riqueza alélica encontrada en los caballos HB, el análisis de microsatélites evidenció un cierto grado de endogamia como consecuencia del tipo de manejo generalmente utilizado para las razas locales (Pérez-Gutiérrez, et al 2008). El síndrome metabólico equino (SME) es un rasgo complejo para el cual se han publicado pocos estudios genéticos (Norton, et al, 2019). El síndrome metabólico equino (SME) describe un grupo de factores de riesgo, incluida la obesidad y la desregulación de la insulina (hiperinsulinemia y / o resistencia a la insulina), que pueden conducir al desarrollo de la laminitis debilitante (Cash, 2020).

La deformación del borde dorsal del cuello ("cuello de gato"), afecta a una gran cantidad de caballos de raza pura española y otras razas de caballos de tipo "barroco" con un cuello largo y abundante crin (por ejemplo, Lusitano, Morgan, Paso Fino), aunque actualmente se desconocen las causas subyacentes de esta afección, parece ser multifactorial en la naturaleza, pero puede estar relacionado con la disfunción de los músculos del cuello y la acumulación de depósitos de grasa localizados en el cuello dorsal (Sánchez, et al, 2016).

En el caballo de raza pura española, la heredabilidad para Puntuación del cuello fue de 0,37, mientras que las otras heredabilidades conformacionales variaron de 0,25 (unión cuello-cuerpo) a 0,80 (altura a la cruz), las correlaciones genéticas entre la deformación del borde dorsal del cuello y los otros rasgos conformacionales variaron de -0,06 (con altura a la cruz) a -0,21 (con unión cuello-cuerpo), por lo que la deformación del borde dorsal del cuello tenía una heredabilidad moderada que permitirá mejorar este defecto mediante la selección genética (Sánchez, et al, 2015).

Sin embargo, se ha identificado una predisposición genética en algunas razas de ponis, y en todos los ponis, así como en razas de "fácil cuidado" como Morgans, Tennessee Walking Horses y Mustangs españoles, parecen estar predispuestos al SME (síndrome metabólico equino) y a la laminitis asociada al pasto, todas las razas están en riesgo (Tryon, et al, 2005). La expresión de SME (Síndrome metabólico equino) es el resultado de una interacción compleja entre la genética y el medio ambiente, aunque los factores ambientales, incluida la nutrición excesiva, se han relacionado con el SME, los altos niveles de nutrición o los cambios en el pasto no resultan en alteraciones metabólicas y laminitis en todos los caballos que indica la importancia de las influencias genéticas subyacentes (Durham, et al, 2019).

Un estudio de asociación del genoma completo (GWAS) con caballos árabes con antecedentes de laminitis severa secundaria a EMS reveló marcadores genéticos significativos cerca de un solo gen candidato que pueden desempeñar un papel en la homeostasis del colesterol, el mejor marcador, BIEC2-263524 (chr14: 69276814 T> C), se correlacionó con valores elevados de insulina y una mayor frecuencia de laminitis ( $= 0,0024$  y  $= 9663 \times 10$ , respectivamente), en una segunda población de caballos árabes, el marcador BIEC2-263524 mantuvo sus asociaciones con insulina modificada más alta valores de la relación de glucosa (MIRG) ( $= 0,0056$ ) y BCS ( $= 0,0063$ ), el cribado de las regiones de codificación pronosticadas mediante secuenciación identificó un homopolímero de guanina polimórfico y 5 haplotipos en la región no traducida (UTR) 3', una 11

guanina (11- G) el alelo se correlacionó con valores elevados de insulina en la población de GWAS (= 0,0008) y, en la segunda población, MIRG elevado y BCS aumentado > 6.5 (= 0,0055 y = 0,0162, respectivamente), el BIEC2-263524-C y el 3'UTR -11 (G) polimorfismos se correlacionaron a una frecuencia del 98 %, lo que indica un fuerte desequilibrio de enlace a través de este haplotipo de 150 kb (Lewis, et al, 2017).

Si bien las estimaciones de heredabilidad brindan información valiosa sobre la contribución genética a un rasgo, no brindan información sobre el número de genes contribuyentes, genes específicos involucrados o dónde se encuentran estos genes en el genoma, la identificación de las variantes codificantes y no codificantes que contribuyen para un rasgo complejo son importantes para comprender su fisiopatología completa y para comprender mejor cómo los genes interactúan o son influenciados por el medio ambiente (Norton, et al, 2019). Los ensayos para estos marcadores podrían diagnosticar caballos con una predisposición genética para desarrollar obesidad. Además, el descubrimiento de la función FAM174A puede mejorar nuestra comprensión de la etiología de esta enfermedad preocupante en el caballo y garantiza la investigación de este lugar para un papel en los trastornos metabólicos y relacionados con la obesidad de otras especies (Lewis et al, 2017).

La investigación inicial sobre los componentes genéticos de SME (Síndrome Metabólico Equino), en un grupo de ponis encontró que la prevalencia de laminitis era consistente con la acción de un gen o genes principales expresados de manera dominante, pero con una penetrancia reducida atribuible a factores mediados por el sexo, la edad de inicio y más factores epigenéticos, más recientemente, se han llevado a cabo estudios de asociación de genoma amplio utilizando caballos árabes, ponis galeses y caballos Morgan, y se identificaron varios genes candidatos asociados con rasgos relevantes que incluyen altura e insulina, triglicéridos y concentraciones de adiponectina (Durham, et al, 2019).

Un estudio genético en caballos Galeses y ponis de Morgan en las regiones priorizadas contenía genes codificadores de proteínas que estaban enriquecidos funcionalmente para las vías asociadas con la inflamación, el metabolismo de la glucosa o el metabolismo de los lípidos. Estos datos demuestran que el SME es un rasgo poligénico con alelos de riesgo específicos de la raza, así como aquellos compartidos entre las razas (Norton et al, 2019).

En los ponis Galeses, siete de los nueve rasgos tenían estimaciones de  $h^2$ SNP estadísticamente significativas que se consideraron moderadamente a altamente heredables ( $h^2$ SNP > 0,20) que incluyen: triglicéridos, glucosa, NEFA, INS - OST, adiponectina, leptina e insulina, en Morgans, seis de los nueve rasgos tenían estimaciones estadísticamente significativas de  $h^2$ SNP que también se determinó que eran moderadamente a altamente heredables, incluidos: INS-OST, leptina, GLU-OST, insulina, NEFA y adiponectina, este estudio proporciona la primera evidencia concreta de una contribución genética a los fenotipos clave asociado con SME.

Ocho de estos nueve rasgos tenían estimaciones moderadas a altas de SNP  $h^2$  en esta cohorte, estos datos demuestran que se justifica la investigación continua para la identificación de los factores de riesgo genéticos para los fenotipos SME dentro y entre las razas (Norton et al, 2019). Aunque los mecanismos subyacentes del SME no se entienden completamente, se ha informado de un componente genético, y se ha identificado un polimorfismo de 11 guaninas ubicado en el gen FAM174A como un lugar de riesgo para el síndrome en caballos árabes, estos resultados sugieren que la guanina FAM174A 11. Es poco probable que el alelo homopolímero sea un polimorfismo de genes clave singular asociado con SME en ponis, sin embargo, debido al pequeño número de ponis identificados con el polimorfismo, un estudio adicional del alelo de riesgo FAM174A en una cohorte más grande de caballos y ponis de raza uniforme sería ser útil (Cash et al, 2020).

Las deformaciones del cuello en el caballo español se han descrito inicialmente como defectos en los que se han usado nombres coloquiales (Morales, et al, 2014). Se distingue el cuello recto o piramidal, el cuello con cresta que se puede observar suavemente arqueado ("cuello de gato" o "cuello de paloma" son el nombre coloquial del cuello con cresta en el caballo español), así como el defecto de ser muy grueso. cuello crespo debido al abundante depósito de grasa provisto de una melena abundante, y debido a la debilidad de la región, está algo hacia abajo en uno de sus lados ("cuello de gato" o "cuello vencido de gatillo" a la derecha o a la izquierda), cambios en la convexidad del cuello y que se acentúa en su punto de unión con la cabeza (cuello de cisne), cuando su borde superior es ligeramente cóncavo y el convexo inferior (cuello al revés o de venado) (Saraza, 1998). Tradicionalmente se ha hablado del cuello cresta (gato) de esta condición que en algunos casos se observa en el caballo español, es una de las condiciones que todos los productores de caballos españoles de pura raza temen en algunos de sus caballos y cada año

produce considerables pérdidas económicas para la industria del caballo de Pura Raza Española en España y en el mundo.

Según la normativa vigente de la ANCCE (Asociación Nacional de Criadores de Pura Raza Española), en las características morfológicas de la raza, el prototipo racial de la Raza Española Pura, establece en la letra f) Defectos descalificadores: La deformidad del cuello crestado ("Cuello de gato" o "cuello vencido"), ciervo o cuello invertido, y en general la presencia de defectos graves y muy graves detectados durante el proceso de evaluación que difieren del prototipo racial (ANCCE, 2017).

El índice de transmisibilidad del "gato" parece ser alto, aunque no hay estadísticas confiables, los hijos de caballos con "cuello de gato" lo tienen con frecuencia, aunque no sabemos en qué medida la vida sedentaria también influye y la misma dieta exagerada de sus padres (Llamas, 2016).

En un análisis transversal de una gran base de datos mundial de caballos de raza Pura Española, dentro de esta población de raza pura española, el 8,91% tenía un puntaje de cuello superior  $\geq 5$ , que es el umbral de penalización o descalificación en el libro de la raza, la edad, el sexo, el color del pelaje y el área geográfica, estas se asociaron significativamente con el puntaje de la región dorsal del cuello, el coeficiente de heredabilidad estimado para el puntaje de la región dorsal del cuello fue 0,37 (sd = 0,034) y la correlación genética entre el puntaje de la región dorsal del cuello y otros rasgos conformacionales varió de -0,06 (altura a la cruz) a -0,21 (unión cuello-cuerpo), la deformación del borde dorsal del cuello es un defecto frecuente en el caballo de raza pura española, asociado con la edad, el sexo, el color del pelaje y otros rasgos conformacionales, con un nivel moderado de heredabilidad (Sánchez, et al, 2016).

A lo largo de la historia, el hombre ha criado al caballo para acentuar tanto su belleza física como su increíble capacidad atlética. Parece que hemos moldeado una especie con un número relativamente pequeño pero de ninguna manera insignificante de enfermedades hereditarias. A medida que seleccionamos artificialmente animales para reproducirlos, la aptitud física debe ser nuestro objetivo final (Brosnahan et al, 2010).

Las enfermedades hereditarias científicamente comprobadas como relevantes para asuntos de bienestar animal o que incluyen un riesgo potencial de dolor, sufrimiento o daño, deben considerarse un criterio esencial en la cría de caballos. En este contexto, deben mencionarse en

particular las siguientes enfermedades: osteocondritis disecante, contractura profunda del tendón flexor en el potro, enfermedad navicular, osteoartritis tarsal, parálisis periódica hipercalémica, síndrome del potro blanco excesivamente letal (Mählmann y Steiger, et al, 2009).

La investigación futura probablemente identificará las bases genéticas para otras enfermedades equinas, producirá nuevas pruebas de diagnóstico y generará nuevas terapias para algunas de estas afecciones, esto permitirá a los médicos equinos desempeñar un papel fundamental para garantizar la aplicación reflexiva y adecuada de este conocimiento a medida que ayudan clientes con cría y toma de decisiones clínicas (Brosnahan, et al, 2010).

#### **6.4.- Conclusiones.**

La deformación del borde dorsal del cuello requiere mayores estudios genéticos, no solo en el caballo de Pura Raza Española sino en otras razas en España, como la Hispano-Árabe y en caballos cruzados. La revisión de la literatura sugiere una estrecha relación entre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en el caballo y el síndrome metabólico equino, existe un nivel moderado de heredabilidad, asociada con el sexo, la edad, el color de la capa y el lugar geográfico en caballos Pura Raza Española. Actualmente muchos genes están en estudio a futuro se podrá dilucidar e identificar posibles interacciones.

#### **6.5.- Referencias.**

-ANCCE. 2017. Available in: <https://www.ancce.es/contenido/morfologia-del-pre>

-Azor P, Valera M, Gómez MD, Goyache F, Molina A. Genetic characterization of the Spanish Trotter horse breed using microsatellite markers. *Genetics and Molecular Biology*: 30 (1): 37-42. 2007.

-Bartolomé E, Menéndez-Buxadera A, Valera M, Cervantes I, Molina A. Genetic (co)variance components across age for Show Jumping performance as an estimation of phenotypic plasticity ability in Spanish horses. *Journal Animal Breed Genetic*: 130 (3):190-8. 2013.

- Binns, M. Screening genetic diseases of horses. 9th Congress of the World Equine Veterinary Association, Proceedings. Edited by Bakkoury M. & Dakkak A. Marrakech, 22-26 January, 21-24. 2006.
- Brosnahan MM, Brooks SA, Antczak DF. Equine Clinical Genomics: A Clinician's Primer. *Equine Veterinary Journal*: 42 (7): 658–670. 2010.
- Cash CM, Fitzgerald DM, Spence RJ, de Laat MA. Preliminary analysis of the FAM174A gene suggests it lacks a strong association with equine metabolic syndrome in ponies. *Domestic Animal Endocrinology*: 28 (72): 106439. 2020.
- Durham A, Frank N, MacGowan C, Menzies-Gow N, Roelfsema E, Vervuert I, Karsten F, Fey K. ECEIM consensus statement on equine metabolic syndrome. *Journal Veterinary Internal Medicine*: 33:335–349. 2019.
- Escribano BM, Molina A, Valera M, Tovar P, Agüera EI, Santisteban R, Vivo R, Agüera S, Rubio MD. Genetic analysis of haematological and plasma biochemical parameters in the Spanish purebred horse exercised on a treadmill. *Animal*: 24: 1-9. 2013.
- Finno CJ, Spier SJ, Valberg SJ. Equine diseases caused by known genetic mutations. *Veterinary Journal*: 179 (3): 336-47. 2009.
- Gómez M, Menendez-Buxadera A, Valera M, Molina M. Estimation of genetic parameters for racing speed at different distances in young and adult Spanish Trotter horses using the random regression model. *Journal Animal Breed Genetic*: 127: 385–394. 2010.
- Gómez M, León JM, Delgado JV. Análisis demográfico de la raza equina Hispano-Árabe. *Archivos de Zootecnia*: 60 (231): 341-344. 2011.
- Guerin G. Equine molecular genetics-update and perspectives. 9th Congress of the World Equine Veterinary Association Proceedings, Edited by Bakkoury M. & Dakkak A. Marrakech, 22-26 January, 11-20. 2006.
- Lewis SL, Holl HM, Streeter C, Posbergh C, Schanbacher BJ, Place NJ, Mallicote MF, Long MT, Brooks SA. Genomewide association study reveals a risk locus for equine metabolic syndrome in the Arabian horse. *Journal Animal Science*: 95 (3): 1071-1079. 2017.

- Llamas J. El caballo Español. Extremadura PRE. Revista de la Asociación Extremeña de Criadores de Caballos de Pura Raza Española: (11-23):23. 23-29. 2016.
- Mählmann Ch, Steiger A. Assessment of hereditary defects and dispositions of the horse under animal welfare aspects. Schweiz Arch Tierheilkd: 151 (4):153-8. 2009.
- Molina A, Valera M, Galisteo AM, Vivo J, Gomez MD, Rodero A, Aguera E. Genetic parameters of biokinematic variables at walk in the Spanish Purebred (Andalusian) horse using experimental treadmill records. Livestock Science. 116: 137–145. 2008.
- Morales A, Méndez A, Pérez J. La región del cuello del caballo. Connotaciones anatómicas aplicativas: una revisión. International Journal Morphology: 32 (4): 1212-1221. 2014.
- Norton E, Schultz N, Geor R, McFarlane D, Mickelson J, McCue M. Genome-Wide Association Analyses of Equine Metabolic Syndrome Phenotypes in Welsh Ponies and Morgan Horses. Genes (Basel): 6 (10): 11. 2019.
- Pérez-Gutiérrez LM, De la Peña A, Arana P. Genetic analysis of the Hispano-Breton heavy horse. Animal Genetic: 39(5): 506-14. 2008.
- Rodríguez-Gallardo P, Aguilar-Sánchez P, Vega-Plá J, de Andrés Cara D. Blood group and protein polymorphism gene frequencies for the Andalusian horse breed. A comparison with four American horse breed. Archivos de Zootecnia: 41 (extra): 433-442. 1992.
- Sánchez M, Azor P, Molina A, Rivero J, Valera M. Genetic Analysis of Cresty Neck in The Pura Raza Español horse. Books of Abstracts of the 66th Annual Meeting of European Federation for Animal Science: 21 (44): 441. Warsaw, Poland. 2015.
- Sánchez M, Azor P, Molina A, Parkin T, Rivero J, Valera M. Prevalence, risk factors and genetic parameters of cresty neck in Pura Raza Español horses. Equine Veterinary Journal: 15. 2016.
- Saraza MJ. Exterior del caballo. Badajoz, *Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz*: 132-40. 1998.
- Solé M, Valera M, Fernández J. Genetic structure and connectivity analysis in a large domestic livestock meta-population: The case of the Pura Raza Español horses. Journal Animal Breed Genetic: 135 (6): 460-471. 2018.



-Tryon RC, White SD, Famula TR, Schultheiss PC, Hamar DW, Bannasch DL. Inheritance of hereditary equine regional dermal asthenia in Quarter Horses. *American Journal of Veterinary Research*: 66: 437-442. 2005.

-Tryon RC, White SD, Bannasch DL. Homozygosity mapping approach identifies a missense mutation in equine cyclophilin B (PPIB) associated with HERDA in the American Quarter Horse. *Genomics*: 90: 93–102. 2007.

-Valera M, Galisteo AM, Molina A, Miro F, Gomez MD, Cano MR, Aguera E. Genetic parameters of biokinematic variables of the trot in the Spanish Purebred horses under experimental treadmill conditions. *Veterinary Journal*: 178: (2): 219-26. 2008.

## **CONCLUSIONES**

**Basado en los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye:**

- 1) La deformación del borde dorsal del cuello presentó una incidencia general del 9 %, en la Comunidad Autónoma de Andalucía el 67 % fueron machos y el 33 % hembras, mientras en Extremadura, el 73 % fueron machos y el 27 % hembras.
- 2) Respecto a la raza la mayor relevancia fue en caballos Pura Raza Española con el 55 % y 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. La raza, la edad y las medidas del cuello, influyen directamente sobre el grado de deformidad del cuello en los caballos estudiados.
- 3) 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 100-160 cm. de altura) y baja intensidad del ejercicio son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos.
- 4) La deformación del borde dorsal del cuello en burros presentó una incidencia de 40 %, que resultó ser de mayor en burros de raza Andaluza, 70 %, que en raza Miniatura 14 %, en Zamorano-Leonesa 9 % y por último en la raza Catalana 7 %. La edad media de presentación en las razas estudiadas fue de 16 años.
- 5) Las condiciones de manejo pueden influir en la presentación de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, siendo un factor predisponente la relación entre la altura de los comederos y el desarrollo de la deformación del cuello.
- 6) La alimentación influye directamente sobre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, específicamente la alimentación a base de pienso. También es evidente la relación entre la actividad física y el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en los burros estudiados.
- 7) El 28 % de caballos con deformación del borde dorsal del cuello presentaron alguna alteración clínica. Las patologías más frecuentes fueron las del sistema locomotor 69 %

(cojeras 26 %, heridas 22 %, traumatismos 20 %, osteoartrosis 16 %, afecciones del casco excluyendo laminitis 16 %). El nivel de correlación entre patologías del sistema locomotor y el grado de deformidad del cuello fue negativa (-0,718 P<0,05).

- 8) Las patologías del sistema digestivo representan un 20 % donde la mayor incidencia fueron los cólicos. Las infestaciones parasitarias gastrointestinales también fueron frecuentes con un 21 %, entre ellas *Gasterophilus* sp. (51 %) y *Strongylus vulgaris* (32 %) fueron las más comunes. Las patologías dentales representaron un 16 %. El coeficiente de correlación entre patologías del sistema digestivo y el grado de deformidad del cuello fue negativa (-0,565 P<0,05).
- 9) Las patologías endocrinas representaron un 11 % de los casos estudiados incluyeron a la obesidad 58 %, laminitis 28 %, síndrome metabólico equino 10 % e hiperlipemia 4 %. El coeficiente de correlación entre patologías del sistema endocrino y el grado de deformidad del cuello fue negativo (-0,111 P<0,05).
- 10) El 54 % del total de burros estudiados no presentaron lesiones al examen clínico, mientras que un total de 46 % presentaron alguna alteración clínica. El 87% de los burros con deformación del borde dorsal del cuello presentaron alteraciones clínicas.
- 11) Las patologías del sistema locomotor (cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) fueron las más frecuentes con un 60 %, seguida de patologías del sistema digestivo 26 % y por último las patologías endocrinas 14 %.
- 12) La deformidad del borde dorsal del cuello en los burros estaba relacionada con alguna de las principales patologías que afectan al burro que incluyen el sistema locomotor (r=0,4 P<0,05), el sistema digestivo (r=0,7 P<0,05) y el sistema endocrino (r=0,91 P<0,05). Estos resultados de correlación difieren de los resultados observados en caballos.
- 13) Los resultados del estudio histopatológico e inmunohistoquímico en burros evidencian que la deformación del borde dorsal del cuello se observó en todas las razas estudiadas, el 68 % de los burros presentaban deformación del borde dorsal del cuello y obesidad.
- 14) El 44 % de caballos estudiados presentaron deformación del borde dorsal del cuello, sobrepeso, y obesidad. La raza, el género y el ejercicio son estadísticamente significativos

como factores de riesgo para el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello y obesidad en caballos maduros.

- 15) La deformación del borde dorsal del cuello está asociada con cambios degenerativos caracterizados por infiltración de grasa denominada lipomatosis en subcutis, ligamento nugal, músculo espinal y músculos multifido.
- 16) El reconocimiento del patrón citológico, histopatológico y morfométrico de la región dorsal del cuello del équido puede aplicarse en los exámenes previos a la compra en équidos con riesgo de la deformación del cuello dorsal. Adicionalmente los niveles de tocoferol (Alfa-tocoferol, Delta-tocoferol y Gamma-tocoferol) están estrechamente correlacionados con el grado de deformidad y pueden ser útiles como parámetros indicadores de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos.
- 17) La deformación del borde dorsal del cuello requiere mayores estudios genéticos, no solo en el caballo de Pura Raza Española sino en otras razas en España, como la Hispano-Árabe y en caballos cruzados. La revisión de la literatura sugiere una estrecha relación entre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en el caballo y el síndrome metabólico equino, existe un nivel moderado de heredabilidad, asociada con el sexo, la edad, el color del pelaje y el lugar geográfico en caballos Pura Raza Española. Actualmente muchos genes están en estudio a futuro se podrá dilucidar e identificar posibles interacciones.

## CONCLUSIONS

**Based on the results obtained in the present study work, is concluded:**

- 1) Cresty neck presented a general incidence of 9 %, in the Autonomous Community of Andalucía 67 % were male and 33 % female, while in Extremadura, 73 % were male and 27 % female.
- 2) Regarding the breed, the greatest relevance was in Spanish Purebred horses with 55 % and an average age of 10 years, in crossbreeds 19 %, from 10 years, in Hispanic-Arab 14 % from 14 years and Lusitans 12 % from the age of 15. Breed, age and neck measurements directly influence the degree of neck deformity in the horses studied.
- 3) The association between feeding based on concentrated feed (commercial feed), horses stabled for long periods, height of the feeders in the stables (between 100-160 cm in height) and low intensity of exercise are determinants for the deformation from the dorsal neck in horses.
- 4) Deformation of the dorsal neck in donkeys had an incidence of 40 %, which turned out to be higher in Andalucía donkeys, 70 %, than in Miniature breed 14 %, in Zamorano-Leonesa 9% and lastly in Catalan race 7%. The mean age of presentation in the breeds studied was 16 years.
- 5) The handling conditions can influence the presentation of the deformation of cresty neck in donkeys, being a predisposing factor the relationship between the height of the feeders and the development of the neck deformation.
- 6) Feeding directly influences the development of deformation of the cresty neck in donkeys, specifically feed-based feeding. The relationship between physical activity and the development of deformation of the dorsal edge of the neck in the donkeys studied is also evident.
- 7) The 28 % of horses with deformation of the dorsal neck presented some clinical alteration. The most frequent pathologies were those of the locomotor system 69% (lameness 26 %, wounds 22 %, trauma 20 %, osteoarthritis 16 %, hoof affections excluding laminitis 16 %). The level of correlation between pathologies of the locomotor system and the degree of neck deformity was negative (-0.718 P <0.05).
- 8) Diseases of the digestive system represent 20 % where the highest incidence was colic. Gastrointestinal parasitic infestations were also frequent with 21 %, including *Gasterocephalus* sp. (51 %) and *Strongylus vulgaris* (32 %) were the most common. Dental pathologies represented 16 %. The correlation coefficient between digestive system pathologies and the degree of neck deformity was negative (-0.565 P <0.05).
- 9) Endocrine pathologies represented 11 % of the cases studied, including obesity 58%, laminitis 28 %, equine metabolic syndrome 10 % and hyperlipidaemia 4%. The correlation coefficient between endocrine system pathologies and the degree of neck deformity was negative (-0.111 P <0.05).

10) The 54 % of the total donkeys studied did not present lesions on clinical examination, while a total of 46 % presented some clinical alteration. 87% of the donkeys with deformation of the dorsal neck presented clinical alterations.

11) Pathologies of the locomotor system (lameness, wounds, osteoarthritis, trauma, hoof affections excluding laminitis) were the most frequent with 60%, followed by pathologies of the digestive system 26 % and lastly endocrine pathologies 14%.

12) The deformity of the dorsal neck in donkeys was related to some of the main pathologies that affect donkeys that include the locomotor system ( $r = 0.4$   $P < 0.05$ ), the digestive system ( $r = 0,7$   $P < 0.05$ ) and the endocrine system ( $r = 0.91$   $P < 0.05$ ). These correlation results differ from the results observed in horses.

13) The results of the histopathological and immunohistochemical study in donkeys show that the deformation cresty neck was observed in all the breeds studied, 68 % of the donkeys presented deformation of the dorsal edge of the neck and obesity.

14) The 44 % of horses studied presented deformation of the dorsal neck, overweight, and obesity. Race, gender, and exercise are statistically significant as risk factors for the development of deformity of the dorsal neck and obesity in mature horses.

15) Deformation of the dorsal neck is associated with degenerative changes characterized by fat infiltration called lipomatosis in the subcutis, nuchal ligament, spinal muscle and multifidus muscles.

16) Recognition of the cytological, histopathological and morphometric pattern of the dorsal region of the neck of the equid can be applied in pre-purchase examinations in equine at risk of deformation of the dorsal neck. Additionally, Tocopherol levels (Alpha-tocopherol, Delta-tocopherol and Gamma-tocopherol) are closely correlated with the degree of deformity and can be useful as indicator parameters of the deformation of the dorsal edge of the neck in equines.

17) Deformation of the dorsal neck requires further genetic studies, not only in the Purebred Spanish horse but also in other breeds in Spain, such as the Hispanic-Arabian and in cross-bred horses. The literature review suggests a close relationship between the development of the deformation of the dorsal edge of the neck in the horse and the equine metabolic syndrome, there is a moderate level of heritability, associated with sex, age, coat color and age, geographical location in Spanish Purebred horses. Currently many genes are under study, in the future it will be possible to elucidate and identify possible interactions.

## **RESUMEN**

La deformación del borde dorsal del cuello coloquialmente llamada “cuello de gato”, “cuello vencido” es definida como un defecto caracterizado por el incremento de tamaño, peso y volumen de la región dorsal del cuello, asociada a la deposición de grasa y su caída lateral derecha o izquierda, es un grave problema que afecta a la industria ecuestre en España, especialmente Andalucía y Extremadura con grandes pérdidas económicas anuales.

Esta situación del équido con la deformación del borde dorsal del cuello representa un gran desafío diagnóstico ya que limita su estudio desde su identificación, inspección hasta la toma de muestras para identificar la causa o posibles causas. Por esto se desarrollaron estrategias en la identificación de équidos con esta condición directamente en algunas yeguas de Pura Raza (Española, Lusitano, Hispano-Árabe), cruzados en explotaciones medianas y grandes, y por último en mataderos industriales de équidos en Andalucía y Extremadura, acompañado de factores ambientales y de manejo.

El objetivo fue un estudio multidisciplinar de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos en Andalucía y Extremadura. Se estudiaron de manera multidisciplinaria (epidemiológica, clínica, morfológica, patológica citología, biopsia, histopatológica, inmunohistoquímica, morfométrica, necropsia y bromatológica) a un total de 4.651 caballos (*Eqqus caballus*), en las Comunidades de Andalucía 51 % y Extremadura 49 %. También se evaluaron 853 burros (*Eqqus africanus asinus*), en Andalucía 45 % y en Extremadura 54 %.

En el estudio se consideró la alimentación, tipo de manejo, actividad física y localización geográfica. La deformación del borde dorsal del cuello en caballos presentó una incidencia general del 9 %, una incidencia de 73 % en la Comunidad Autónoma de Andalucía, el 67 % fueron machos y el 33 % hembras 33 %, mientras que en Extremadura una incidencia de 27 %, el 73 % fueron machos y el 27 % hembras. Se observó en orden de relevancia en caballos Pura Raza Española 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.

La raza, la edad y las medidas del cuello, influyen directamente sobre el grado de deformidad del cuello en los caballos estudiados. La deformación del borde dorsal del cuello en burros presentó una incidencia de 40 %, que resultó ser de mayor en burros de raza Andaluza (70 %), raza Miniatura (14 %), en Zamorano-Leonesa (9 %) y en la raza Catalana (7 %). La edad media

de presentación de la deformidad del borde dorsal del cuello en burros fue de 16 años. Se observó mayor incidencia en burros en Extremadura (56 %) que en Andalucía (44 %). Las condiciones de manejo pueden influir en la presentación de la deformación del borde dorsal del cuello en burros, se considera como un factor predisponente, con una relación entre la altura de los comederos y el desarrollo de la deformación del cuello.

La alimentación a base de pienso (alimento concentrado), influye directamente sobre la presentación del borde dorsal del cuello en el caballo y en burros. 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 100-160 cm. de altitud) y baja intensidad del ejercicio son determinantes para la deformación del borde dorsal del cuello en caballos y burros de Andalucía y Extremadura.

La depreciación del caballo de Pura Raza Española con deformación del borde dorsal del cuello, estimada para un año, es bastante alta y proporcional al costo del caballo por la pérdida total; solo se compensa el valor obtenido por su venta en matadero que representa el 0,01 % de su costo, sin tomar en cuenta el costo de mantenimiento anual. El 28 % de caballos presentó alguna alteración clínica, mientras que un 72 % no presentaron lesiones al examen clínico. La casuística con mayor incidencia fue la clasificada como patologías del sistema locomotor 69 %, las patologías del sistema digestivo representan un 20 %, las patologías endocrinas representaron un 11 % de los casos estudiados. En los caballos estudiados la deformación del cuello no estaba relacionada con alguna de las principales patologías que afectan al caballo en el sistema locomotor, digestivo y endocrino.

En burros con deformación del cuello las patologías más frecuentes fueron del sistema locomotor (cojeras, heridas, osteoartrosis, traumatismos, afecciones del casco excluyendo laminitis) con un 60%, seguida de patologías del sistema digestivo 26 % y por último las patologías endocrinas 14 %. La deformidad del borde dorsal del cuello en los burros estudiados estaba relacionada con alguna de las principales patologías del sistema locomotor, digestivo y endocrino (Correlación positiva entre grado de deformidad y patología).

La deformación del borde dorsal del cuello en los équidos estudiados es una condición patológica caracterizada por lipomatosis, que requiere un estudio exhaustivo utilizando herramientas de diagnóstico disponibles, seguras y métodos efectivos para el diagnóstico. Este



estudio describe los patrones de reconocimiento citológico, histopatológico y morfométricos del équido con deformación del borde dorsal del cuello en Andalucía y Extremadura.

Los resultados del estudio histopatológico, tinción especial e inmunohistoquímico indican que el 68% de los burros presentaban deformación del borde dorsal del cuello y obesidad, mientras 66 % de los caballos presentaron deformación del borde dorsal del cuello y el 44 % de caballos maduros Hispano-Árabe, Cruzado, Lusitano, y Raza Pura Española en Andalucía y Extremadura, con sobrepeso, y obesidad, la raza, el género y el ejercicio son factores de riesgo estadísticamente significativos para el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello y obesidad en caballos maduros.

Adicionalmente los niveles de tocoferol (Alfa-tocoferol, Delta-tocoferol y Gamma-tocoferol), están estrechamente correlacionados con el grado de deformidad y pueden ser útiles como parámetros indicadores de la deformación del borde dorsal del cuello en équidos. La deformación del borde dorsal del cuello, cresta del cuello o “cuello de gato” está asociada a cambios degenerativos caracterizados por infiltración de grasa denominada lipomatosis, que implica subcutis, ligamento nugal, músculo espinal y músculos multífido.

La revisión de la literatura sugiere una estrecha relación entre el desarrollo de la deformación del borde dorsal del cuello en el caballo y el síndrome metabólico equino, existe un nivel moderado de heredabilidad, asociada con el sexo, la edad, el color del pelaje y el lugar geográfico en caballos Pura Raza Española.

## SUMMARY

The deformation of the dorsal neck colloquially called "cresty neck", is defined as a defect characterized by the increase in size, weight and volume of the dorsal region of the neck, associated with the deposition of fat and its lateral fall right or left, is a serious problem that affects the equestrian industry in Spain, especially Andalusia and Extremadura with large annual economic losses. This situation of the equines with the deformation of the dorsal edge of the neck represents a great diagnostic challenge since it limits its study from identification, inspection to sampling to identify the cause or possible causes. For this reason, strategies were developed in the identification of equines with this condition directly in some farms of Spanish Pure Breed (Spanish, Lusitano, Hispano-Arab), crossed in medium and large farms, and finally in equine slaughterhouses in Andalusia and Extremadura, accompanied by environmental and management factors. The objective was a multidisciplinary study of the deformation of the dorsal edge of the neck in equines in Andalusia and Extremadura. A total of 4,651 horses (*Eqqus caballus*), in the Andalusia (51 %) and Extremadura (49 %) were studied in a multidisciplinary (epidemiological, clinical, morphological, pathological, cytological, biopsy, histopathological, immunohistochemical, morphometric, necropsy and bromatological). 853 donkeys (*Eqqus africanus asinus*) from Andalucía (45 %) and Extremadura (54 %) were also evaluated. The study considered food, type of management, physical activity and geographic location.

The deformation of the dorsal neck in horses had an incidence of presented a general incidence of 9%, an incidence of 73 % in the Autonomous Community of Andalucía, 67% were males and 33 % females 33 %, while in Extremadura an incidence of 27 %, 73 % were males and the 27 % females. It was observed in order of relevance in Spanish Pure Breed horses 55 % with an average age of 10 years old, in crusaders 19 %, from the age of 10, in Hispano-Arab 14 % from the age of 14 and Lusitanos 12 % from the age of 15. The race, age and neck measurements directly influence the degree of deformity of the neck in the horses studied. The deformation of the dorsal edge of the neck in donkeys had an incidence of 40 %, which turned out to be of greater in donkeys of Andalucía breed (70 %), miniature breed (14 %), in Zamorano-Leonesa (9 %) and in the Catalan race (7 %). The average age of presentation of the deformity of the dorsal neck in donkeys was 16 years. Highest incidence of donkeys was observed in Extremadura (56%) than in Andalusia (44 %). Driving conditions can influence the presentation of cresty neck deformation in donkeys, it is considered as a risk factor, with a relationship between feeder height and the development of neck

deformation. Feed with concentrated food directly influences the presentation of the dorsal neck on the horse and donkeys. The association between concentrated food feed, stable horses for extended periods, height of feeders in stables (between 100-160 cm. altitude) and low intensity of exercise are decisive for the deformation of the dorsal neck in horses and donkeys of Andalucía and Extremadura.

The depreciation of the Spanish Pure Breed horse with deformation of the dorsal neck, estimated for one year, is quite high and proportional to the cost of the horse for the total loss; only the value obtained from its slaughterhouse sale representing 0.01 % of its cost is offset, regardless of the annual maintenance cost. 28 % of horses suffering cresty neck had any clinical alterations, while 72 % had no clinical examination injuries. The most common concurrent pathologies are those of the locomotive system 69 %, follow by pathologies of the digestive system (20 %) while the endocrine pathologies accounted for 11 % of the cases studied. In the horses studied the neck deformation was not related to any of the main pathologies that affect the horse in the locomotive, digestive and endocrine system.

In donkeys with neck deformation the most common pathologies were those of the locomotive system (limping, wounds, osteoarthritis, trauma, helmet conditions excluding laminitis) with 60%, followed by pathologies of the digestive system 26% and finally endocrine pathologies 14 %. By contrast with horses, the deformity of the dorsal edge of the neck in the donkeys studied was related to some of the main pathologies of the locomotive, digestive and endocrine system (positive correlation between degree of deformity and pathology).

The dorsal neck deformation of the neck in the equine studied is a pathological condition characterized by lipomatosis, which requires a thorough study using available diagnostic tools, safe and effective methods for diagnosis. This study describes the patterns of cytological, histopathological and morphometric recognition of equines with deformation of the dorsal edge of the neck in Andalusia and Extremadura. The results of the histopathological, special staining and immunohistochemical study indicate that 68% of donkeys had dorsal neck deformation and obesity, while 66 % of horses had deformation of neck and 44% of mature horses Hispanic-Arab, Crusader, Lusitane, and Spanish Pure Race in Andalucía and Extremadura. Overweight and obese, race, gender and exercise are statistically significant risk factors for the development of dorsal edge deformation and obesity in mature horses. In addition, the tocopherol levels (Alpha-tocopherol, Delta-tocopherol and Gamma-tocopherol) are closely correlated with the degree of deformity and

can be useful as indicator parameters of the deformation of the cresty neck in horses and donkeys. The deformation of the dorsal neck, cresty neck or "cat neck" is associated with degenerative changes characterized by fat infiltration called lipomatosis, which involves subcutis, nuchal ligament, spinal muscle and multifid muscles. The revision of the literature suggests a close relationship between the development of the deformation of the dorsal neck in the horse and equine metabolic syndrome, there is a moderate level of inheritable, associated with sex, age, hair color and geographical place in Spanish Pure Breed horses.