

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA ANIMAL: EQUINOS**

**CARACTERIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES ARTICULARES E METABÓLICAS DE
EQUINOS DA RAÇA CRIOLA EM SOBREPESO**

ANIBAL JANCZAK TORRES

**PORTO ALEGRE
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA ANIMAL: EQUINOS**

**CARACTERIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES ARTICULARES E METABÓLICAS DE
EQUINOS DA RAÇA CRIOLA EM SOBREPESO**

ANIBAL JANCZAK TORRES

Autor: Anibal Janczak Torres

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Animal: Equinos da Faculdade de Medicina Veterinária UFRGS como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor.

Orientadora: Adriana Pires Neves

PORTO ALEGRE

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Janczak Torres, Anibal
CARACTERIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES ARTICULARES E
METABÓLICAS DE EQUINOS DA RAÇA CRIOULA EM SOBREPESO /
Anibal Janczak Torres. -- 2019.
57 f.
Orientadora: Adriana Pires Neves.

Coorientador: Carlos Eduardo Wayne Nogueira.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de
Pós-Graduação em Medicina Animal: Equinos, Porto
Alegre, BR-RS, 2019.

1. cavalos. 2. raça Crioula. 3. sobrepeso. 4.
alterações radiológicas. 5. IGF-1. I. Pires Neves,
Adriana, orient. II. Wayne Nogueira, Carlos Eduardo,
coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**CARACTERIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES ARTICULARES E
METABÓLICAS DE EQUINOS DA RAÇA CRIOLA EM SOBREPESO**

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a Adriana Pires Neves
Orientadora e Presidente da Comissão

Prof. Dr. Carlos Eduardo Wayne Nogueira
Membro da Comissão

Prof. Dr. Marcio Nunes Côrrea
Membro da Comissão

Prof.^a Dr.^a Grasiela de Bastiani
Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Dr^a Adriana Pires Neves, pela oportunidade neste programa de pós-graduação da UFRGS;

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Carlos Eduardo W. Nogueira, pela oportunidade em mais um trabalho de pesquisa e pelos ensinamentos em mais esta etapa de nossa longa jornada de trabalho e convivência;

À equipe de pesquisa do Clineq/UFPel por todo o apoio, no trabalho de campo, nas discussões e formatação deste estudo e no trabalho de laboratório, com específico agradecimento às colegas médicas veterinárias, MSc. Carolina Brasil, MSc. Patricia Vieira, MSc. Alice Côrrea, MSc. Mariana Mousquer, Dr^a. Ilusca Finger, MSc. Bruna Suñe, MSc. Vitória Muller e Camila Wendt;

À equipe do Nupeec/UFPel, na pessoa do Professor Dr. Marcio Nunes Côrrea e da Dr^a. Josiane Feijó, pela oportunidade e disponibilidade para processamento das amostras em seu laboratório;

À Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) pelo financiamento do projeto;

À CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos para este doutorado;

À Cabanha Recalada de Pelotas/RS e sua equipe pelo auxílio no trabalho e pelo fornecimento dos animais para o estudo.

✓

Conselho de Ética: Este estudo teve aprovação do conselho de ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o número CEEA 8245.

Conflito de interesse: não existe nenhum tipo de conflito de interesse neste trabalho.

CARACTERIZAÇÃO DE ALTERAÇÕES ARTICULARES E METABÓLICAS DE EQUINOS DA RAÇA CRIOULA EM SOBREPESO

RESUMO

Palavras Chaves: cavalos; raça Crioula; sobrepeso; alterações radiológicas; IGF-1

Esta tese teve como objetivo caracterizar o metabolismo de éguas gestantes e de seus potros, da raça Crioula, a partir do terço final da gestação até o período de desmame, tendo o sobrepeso das éguas como possível fator predisponente na incidência de alterações articulares e fisárias dos potros. No primeiro estudo foram utilizados 37 animais de um a onze anos de idade expostos ao sobrepeso e avaliados por exame radiográfico das articulações do tarso de ambos membros pélvicos para diagnosticar a prevalência de osteoartrite nessas articulações. Em um segundo estudo, foram utilizadas 28 éguas em sobrepeso no terço final de gestação e seus potros, do nascimento aos seis meses de idade. Foram avaliadas medidas biométricas e metabólicas das éguas e potros e, aos seis meses de vida, foi realizado exame radiográfico das articulações do tarso de ambos membros pélvicos dos potros para diagnosticar a incidência de osteoartrite nas articulações desta e das articulações metacarpo-falangeana de ambos membros torácicos para avaliação da linha fisária do 3º osso metacarpiano desta população de animais jovens. No primeiro estudo, foi diagnosticado prevalência de 62,16% de osteoartrite nas articulações do tarso na população. No segundo estudo, foi diagnosticado 92,85% de osteoartrite nas articulações do tarso de potros aos seis meses de idade e 50% de alterações da linha fisária do 3º osso metacarpiano, e níveis de IGF-1 (ng/ml) no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º mês de vida dos potros de $290,27 \pm 79,72$; $180,77 \pm 66,22$; $151,79 \pm 46,64$; $110,81 \pm 33,13$ e $89,59 \pm 14,00$, respectivamente e valores de insulina de Insulina ($\mu\text{UI/ml}$) de $9,87 \pm 1,82$; $9,13 \pm 1,94$ e $9,39 \pm 2,54$, no 2º, 4º e 6º meses de vida dos mesmos, respectivamente. As éguas gestantes em sobrepeso apresentaram valores de insulina ($\mu\text{UI/ml}$) de $11,7 \pm 2,1$, $9,8 \pm 1,1$ e $13,7 \pm 1,6$ no 8º, 9º e 10º meses de gestação, respectivamente. O sobrepeso não caracteriza animais com doença metabólica ou síndrome de cushing na raça Crioula, porém os potros em desenvolvimento e nascidos de éguas em sobrepeso

apresentam níveis de IGF-1 inferiores aos descritos na literatura em outras raças e alta incidência de osteoartrite de tarso aos seis meses de vida. A prevalência da doença em animais adultos permite concluir que essas alterações articulares não se resolvem até a fase adulta, como em outras raças, causando prejuízos para o desempenho atlético desses animais no futuro.

DESCRIPTION OF ARTICULAR AND METABOLIC CHANGES OF OVERWEIGHT CRIOULO HORSE

ABSTRACT

Keywords: equine; Crioulo breed; overweight; radiological changes; IGF-1

The aim of this study was to characterize metabolic changes of Crioulo mares and their foals from the final third of gestation to the weanling, being mares' overweight a predisponent factor to joint and physis alteration of colts. In the first study, 37 animals aged one to 12 years old were used. They were exposed to overweight and the tarsal joint of both hind limbs was radiographically evaluated to assess osteoarthritis. In the second study, 28 overweight mares in the final third of gestation, as well as their foals up to six months of age, were used. Biometric and metabolic measurements from mares and foals were performed and, at six months of age, a radiographic examination of tarsal joints of foals was performed, to assess prevalence of osteoarthritis; x-ray from metacarpophalangeal joints was also done, to assess phiseal lines of 3rd metacarpian. In the first study, the prevalence of 62.16% of osteoarthritis in tarsus joints was observed. In the second study, the same disease was diagnosed in 92.85% of weaning foals, and 50% of phiseal line alterations. Levels of IGF-1 (ng/ml) at 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th months of colts were 290.27 ± 79.72 ; 180.77 ± 66.22 ; 151.79 ± 46.64 ; 110.81 ± 33.13 and 89.59 ± 14.00 , respectively, and insulin values (μ UI/ml) were 9.87 ± 1.82 ; 9.13 ± 1.94 and 9.39 ± 2.54 , at 2nd, 4th and 6th months of age, respectively. Overweight pregnant mares showed insulin values (μ UI/ml) of 11.7 ± 2.1 , 9.8 ± 1.1 e 13.7 ± 1.6 at 8th, 9th and 10th gestational months, respectively. Overweight did not characterize metabolic disease or Cushing Syndrome in Crioulo breed, but foals bred from overweight mares showed lower IGF-1 levels when compared to other breeds, and higher osteoarthritis incidence at six months of age. The prevalence of disease in adult horses allows to conclude that these articular damages do not solve until adult age, as in other breeds, being critical for the future athletic performance of these animals.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1:

| | |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: classificação radiográfica de lesões de grau 1..... | 25 |
| Figura 2: classificação radiográfica de lesões de grau 2..... | 26 |
| Figura 3: classificação radiográfica de lesões de grau 3..... | 27 |
| Figura 4: classificação radiográfica de lesões de grau 4..... | 28 |

Artigo 2:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: valores de IGF-1 (ng/ml) dos potros no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º meses de vida (letras diferentes entre os momentos significam $P < 0,05$)..... | 41 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

LISTA DE TABELAS

Artigo 1:

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: classificação das lesões radiográficas, segundo Robert et al. (2005)..... | 23 |
| Tabela 2: média \pm desvio padrão de peso (kg), gordura da base da cauda (mm) e escore de condição corporal (ECC), distribuídos por idade..... | 24 |
| Tabela 3: distribuição das alterações radiográficas por idade..... | 24 |
| Tabela 4: distribuição das alterações radiográficas anormais..... | 24 |

Artigo 2:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: classificação das lesões radiográficas, segundo Robert et al. (2005)..... | 38 |
| Tabela 2: resultados das éguas aos 240, 270 e 300 dias de gestação..... | 39 |
| Tabela 3: resultados dos potros ao nascimento, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de vida..... | 40 |
| Tabela 4: resultados dos potros aos 2, 4 e 6 meses de vida..... | 40 |
| Tabela 5: lesões radiográficas nos potros ao desmame, de acordo com a classificação de Robert et al. (2005)..... | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS

- PSI: raça Puro Sangue Inglês
- ECC: escore de condição corporal
- DOD: doença ortopédica do desenvolvimento
- Km: quilômetro
- mm: milímetro
- Kg: quilograma
- RS: Rio Grande do Sul
- IGF-1: hormônio semelhante à insulina do tipo 1
- S: sul
- O: oeste
- T4: tiroxina total
- HDL: high density lipoproteins
- mg: miligramas
- dL: decilitro
- μ UI: microunidades internacionais
- ml: mililitros
- cm: centímetros
- g: força G
- °C: graus Celcius
- μ g: micrograma
- m: metros
- LDL: low density lipoproteins
- PSL: raça puro Sangue Lusitana

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------------|-----------|
| AGRADECIMENTOS..... | 5 |
| RESUMO..... | 7 |
| LISTA DE FIGURAS | 10 |
| LISTA DE TABELAS | 11 |
| LISTA DE ABREVIATURAS | 12 |
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 15 |
| 2.1. A raça Crioula | 15 |
| 2.2. Caracterização do problema | 16 |
| 2.3. A gestação | 17 |
| 2.4. Alimentação dos animais..... | 18 |
| 2.5. Hipótese e objetivo | 20 |
| 3.0. ARTIGO 1 | 21 |
| 4.0 ARTIGO 2..... | 34 |
| 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 52 |
| 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 53 |

1. INTRODUÇÃO

A raça Crioula é caracterizada por animais selecionados naturalmente durante décadas e que foram utilizados para auxiliar no serviço diário de propriedades rurais no Rio Grande do Sul. Sua associação de criadores promove, nos dias de hoje, exposições morfológicas que envolvem aspectos de conformação e beleza, atraindo um expressivo número de participantes ao permitir a apresentação de seus animais a partir dos 10 meses de idade. Este fato permite aos criadores a exposição de seu criatório e sua marca precocemente, o que não ocorre nas provas funcionais, em que os animais são expostos a partir dos quatro anos de idade, devido ao tempo necessário de treinamento. Entretanto, animais criados para exposições morfológicas sob um regime nutricional intenso, com excesso de carboidrato e energia por ração balanceada quando jovens, não possuem o mesmo desempenho funcional quando adultos em relação a animais criados em regime nutricional extensivo, a campo e em pastagens naturais e/ou cultivadas, sem o preparo prévio para campanha morfológica (Azevedo, 2013). A partir destas observações, veterinários clínicos começaram a associar que animais criados sob regime alimentar intenso, e conseqüentemente sobrepeso, estivessem desenvolvendo lesões articulares que estariam prejudicando o seu desempenho atlético na idade adulta. A superalimentação de cavalos com o intuito dos criadores de produzirem animais em excelência nutricional e máximo desempenho em exposições pode estar envolvida na etiologia de alterações metabólicas que, segundo a literatura, predispõe alterações articulares nos animais em desenvolvimento (Heyden et al., 2013). A investigação de algumas características que o sobrepeso dispõe em populações de cavalos da raça Crioula, deve ser melhor compreendida a partir deste trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A raça Crioula

Como não existiam cavalos nas Américas antes do descobrimento, no final do século XV, os primeiros cavalos a desembarcarem no continente foram trazidos pelos espanhóis, Cristóvão Colombo, Pedro de Mendonza e “Cabeza de Vaca” e eram cavalos de origem predominantemente da raça Andaluza (Affonso & Correa, 1992).

As raças de cavalos que formavam o cavalo Andaluz desembarcado nas Américas eram o cavalo Europeu, Céltico, Jaca e o cavalo Berbere (Pons, 1993).

Estabelecidos na América, principalmente na Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai, Peru e sul do Brasil, muitos desses animais passaram a viver livres, formando manadas selvagens que, durante cerca de quatro séculos, enfrentara, temperaturas extremas e condições adversas de alimentação. Essas adversidades imprimiram nestes animais algumas de suas características mais marcantes: rusticidade e resistência. Em meados do século XIX, fazendeiros do sul do continente começaram a tomar consciência da importância e da qualidade dos cavalos que vagavam por suas terras. Esta nova raça, bem definida e com características próprias, passou a ser preservada, vindo a ganhar notoriedade mundial a partir do século XX, quando a seleção técnica exaltou o seu valor e comprovou suas virtudes (ABCCC, 2018).

No final dos anos 70 e 80 do século XX, provas funcionais promovidas pela associação do cavalo Crioulo começaram a ser difundidas nos municípios de Jaguarão, Bagé e Uruguiana. A partir destes eventos, tomou forma a prova “Freio de Ouro” no ano de 1982. Concomitante a esta prova funcional, as provas de morfologia, como em qualquer outra raça equestre, são desenvolvidas e valorizadas da mesma maneira. A linha do tempo nos criatórios da raça Crioula começou então a ser configurada de tal forma que a campanha morfológica é objetivada nos primeiros meses de vida dos potros e a campanha funcional, a partir do treinamento, aos três anos destes (ABCCC, 2018).

Essas provas possuem inúmeros adeptos com crescente valorização a cada ano. Dessa forma, hoje em dia, gera um importante avanço econômico com profissionais envolvidos, desde tratadores, treinadores, ferreiros, médicos veterinários e técnicos

credenciados. Bem como o setor da indústria, que envolve, produção de alimentos, laboratórios e materiais esportivos equestres (ABCCC, 2018).

A precocidade dos resultados vem acompanhada da busca por precocidade no desenvolvimento dos animais, como ocorre em qualquer setor da pecuária. Cada vez mais os criadores querem potros nascendo mais desenvolvidos, com maior tamanho, desenvolvimento rápido para que obtenham resultados positivos, tanto no âmbito do julgamento em pista, quanto para possível comercialização. Com isso, a busca por ferramentas nutricionais, seja com pastagens ou alimentos concentrados para auxiliar no desenvolvimento acelerado dos animais jovens é considerado um dos gargalos para que criadores atinjam os resultados esperados (Paz et al., 2013).

2.2. Caracterização do problema

Animais de morfologia superior são preconizados nos criatórios para serem preparados para as provas funcionais, visto que, a prova do “Freio de Ouro”, contabiliza o julgamento morfológico e o funcional (ABCCC, 2018). Porém, apenas 57,85% dos animais premiados na final do campeonato da morfologia da raça Crioula concorreram em alguma prova do “Freio de Ouro” posteriormente e, destes animais premiados, apenas 37,19% foram finalistas desta prova (Azevedo, 2013). Isto demonstra que estes animais desenvolvidos em regime intensivo quando jovens para a campanha morfológica possuem dificuldades para obter bom desempenho nas provas funcionais posteriormente.

No intuito de observar os possíveis problemas que envolvem o baixo desempenho de animais precocemente preparados para exposições morfológicas, Gallio et al. (2014) e Amaral et al. (2017) observaram a prevalência de alterações radiográficas nas articulações do tarso de potros de até 26 meses na raça Crioula estabulados. Na raça Crioula, diferente do que ocorre em raças como Puro Sangue Inglês (PSI), Brasileiro de Hipismo e Árabe, existe uma incidência grande de lesões nas articulações dos ossos do tarso (Baccarin, 2011; Abreu, 2012; Smith, 2018). Lesões radiograficamente visíveis nas articulações do tarso foram observadas em 79,2% por Gallio et al. (2014) e em 100% por Amaral et al. (2017) dos animais com criação intensiva e com alimentação rica em carboidratos com relação positiva das lesões com

o aumento do escore de condição corporal (ECC), do tempo de preparo intensivo e do escore de deposição de gordura na crista do pescoço. Os animais estabulados e alimentados com carboidrato demonstraram possuir mais chances de desenvolver osteoartrite do que animais em regime extensivo á campo e sem suplementação, segundo Amaral et al. (2017).

Essas alterações radiográficas observadas nesses dois estudos em animais jovens são artropatias que podem ser classificadas como doença ortopédica do desenvolvimento (DOD), pois, segundo McIlwraith (2004), esta nomenclatura envolve todos os problemas ortopédicos nos potros em desenvolvimento.

2.3. A gestação

Após a observação de lesões em animais em treinamento (Abreu et al., 2011) e em animais jovens ainda sem treinamento (Gallio et al., 2014; Amaral et al., 2017), a atenção de pesquisadores começou a ser voltada para o período gestacional das éguas Crioulas (Kasinger, 2013; Marchiori, 2015).

A gestação é um período marcado por várias alterações metabólicas, especialmente em relação à demanda energética no terço final de gestação em função do crescimento fetal e início da lactação (Kasinger, 2013). No período atual na raça Crioula, em que os criadores buscam o manejo mais intensivo em seus animais, o confinamento e o excesso de alimentos energéticos proporcionam um maior acúmulo de gordura e conseqüentemente uma aparência externa mais arredondada, tornando o animal esteticamente mais bonito (Paz et al., 2013). Esse padrão alimentar acabou por se estender também a potros e éguas em reprodução, tornando os indivíduos predispostos a desencadear distúrbios metabólicos e obesidade. O manejo nutricional inadequado de éguas durante o terço final da gestação, pode afetar a dinâmica de glicose, insulina, IGF-1 e hormônios da tireóide nos potros, como já fora observado em outras raças (Lejeune et al., 2007; Baccarin et al., 2011; Dobbs et al., 2012; Heyden et al., 2013; Peugnet et al., 2016; Smith et al., 2018). Isto pode levá-los a apresentar alterações relacionadas a epigenética como resistência à insulina e o aparecimento de doenças metabólicas como artropatias, osteocondrose, DODs, laminite e obesidade,

decorrentes de alterações no desenvolvimento de órgãos e sistemas que controlam o metabolismo energético (George et al., 2009; Peugnet et al., 2016).

A epigenética é definida como alterações na sequência de DNA nas divisões celulares mitóticas e meióticas na fase de desenvolvimento embrionário e fetal por causas ambientais, alterando a expressão gênica (Inbar-Feigenberg et al., 2013). O metabolismo dos animais é de certa forma “plástico” e apto a se adaptar a certas condições impostas pelo ambiente. Para muitos organismos, existe um período crítico quando estes estão “plásticos” e sensíveis a este ambiente. Muitos desses períodos ocorrem quando os organismos ainda estão em desenvolvimento em condição uterina. Este desenvolvimento plástico é definido como um fenômeno o qual o genótipo pode alcançar diferentes estágios morfológicos e fisiológicos em resposta a diferentes estímulos ambientais durante o desenvolvimento. Com isto, o fenótipo se estabelece da melhor maneira a este indivíduo se adaptar a este meio proposto. Tanto em mulheres grávidas que passaram por longos períodos de jejum intenso, quanto em experimentos em animais com fêmeas gestantes com diferentes desafios metabólicos, se observou alterações na transcrição do RNAm que ocasionou alterações no fenótipo da descendência nas gerações subsequentes (Barker, 2002).

2.4. Alimentação dos animais

A região do Rio Grande do Sul é uma zona de clima temperado, com estações do ano muito bem definidas, ou seja, inverno rigoroso e verão muito quente. O solo possui campos de relevo suave, chamados coxilhas, que se alternam na paisagem com áreas planas, chamadas várzeas. Historicamente, até meados do século 20, os cavalos eram criados em pastagens naturais. Com o avanço da pecuária na busca por alimentação mais intensa pela pressão da bovinocultura por resultados mais imediatos, pecuaristas buscaram pastagens cultivadas que melhor se adaptassem a região. Tanto por preços acessíveis, quanto por fácil plantio e adaptação ao solo, a gramínea do tipo azevém (*Lolium multiflorum*) difundiu-se rapidamente em todas as regiões do estado, principalmente na metade sul, aonde a raça Crioula tinha a grande maioria do plantel. Esta é uma gramínea classificada como do tipo C3 com adaptação a temperaturas amenas e solo seco com alta palatabilidade (Watts, 2004).

Os carboidratos na alimentação de equinos se dividem em três tipos: levemente fermentáveis, presentes no pasto nativo e naturais ao intestino do cavalo como os carboidratos estruturais, hemicelulose e celulose (fibra detergente neutra); os hidrossolúveis, como açúcares e o amido, presentes entre 20 a 35% nos alimentos concentrados como rações comerciais; e os rapidamente fermentáveis, como os açúcares simples, fructanas e substâncias pécnicas, presentes em pastagens cultivadas de gramíneas do tipo C3 (Hoffman, 2003).

As fructanas são carboidratos não estruturais com alta concentração no caule de gramíneas de classificação de tipo C3, como é o caso da planta azevém. Essas gramíneas do tipo C3 são classificadas como de inverno pela temperatura ótima de crescimento que se adapta a esta estação (Watts, 2004). No período de crescimento da planta no estado do Rio Grande do Sul (Brasil), nos meses de abril e maio (outono) e agosto e setembro (inverno), a concentração de fructana no azevém é muito alta, aumentando a palatabilidade da gramínea e fazendo com que os animais neste tipo de pastagem ganhem muito peso. Uma das particularidades do azevém, observada por criadores, é a preferência desta por parte dos animais em relação a outras culturas, muitas vezes mais nutritivas e que são cultivadas em consórcio com o azevém. Rogalski (1984) observou que os cavalos preferem plantas com mais açúcar e com menos lignina, característica de plantas jovens. McAnn & Hoveland (1991) descreveram que o estado de maturidade da forragem é um fator de palatabilidade e por isto plantas jovens possuem preferência por parte dos animais. Plantas mais velhas possuem mais tanino, indicando ter sofrido temperaturas mais altas e isto é associado à diminuição na palatabilidade. Como o azevém possui um alto poder de rebrote após intenso pastoreio e é um cultivar que chega a permanecer por nove meses no solo de algumas propriedades com boa disponibilidade de pastoreio, conforme o manejo é realizado, a planta pode estar sempre disponível na forma jovem, com pouco tanino, mais fructan e mantendo alto nível de palatabilidade (Watts, 2004).

A frutose (isômero da glicose), induz lesão hepática direta através da permeabilidade intestinal e passagem de endotoxinas, provocando síndrome metabólica, esteatose hepática e resistência à insulina em humanos (Teixeira, 2012). Quando em alta concentração, as fructanas, ricas em frutose, provocam um processo

inflamatório na parede intestinal dos equinos e aumentam a permeabilidade intestinal (Johnson, 2013). O manejo nutricional com elevação dos níveis glicêmicos em equinos pode afetar a dinâmica da glicose favorecendo a resistência á insulina pelas células β pancreáticas, características de equinos obesos. (George et al., 2009). Van Eps & Pollit (2006) e Johnson et al. (2013) relacionaram a ingestão de grandes quantidades de fructana presentes em gramíneas do tipo C3 com a obesidade, aumento dos níveis de insulina e problemas metabólicos em equinos. Em outras raças, a nutrição no terço final da gestação das éguas influencia a dinâmica e sensibilidade da insulina do potro durante o pós-natal (Bryden, 2013), o que eleva a importância da alimentação em éguas neste período por gramíneas com fructan, que pode causar esta alteração no metabolismo da insulina (Watts, 2004).

No meio científico internacional, algumas raças de cavalos são consideradas como “*easy keepers*”, que em uma tradução livre podemos chamar de “fácil engorda” pelos criadores, por manterem-se em bom escore de condição corporal com alimentação mínima. São raças que acabam sendo predispostas á obesidade e, conseqüentemente, doença de Cushing, síndrome metabólica, hiperinsulinemia e laminite por esta questão nutricional (Watts, 2004). O cavalo Crioulo, por seu recente passado de seleção natural até o século passado, ainda possui características rusticas muito marcantes observadas por clínicos e criadores e por este motivo pode ser enquadrado como um “*easy keeper*” de fácil ganho de peso em condições nutricionais ótimas. Na raça Crioula, já se observou esta condição nutricional á campo em pastagem de azevém associada á laminite sub-clinica e obesidade (Paz et al, 2013), porém não associada á hiperinsulinemia e a doenças articulares degenerativas.

2.5. Hipótese e objetivo

O objetivo desta tese foi avaliar a prevalência de alterações articulares no tarso de equinos da raça Crioula expostos ao sobrepeso á campo em manejo extensivo e avaliar a incidência e a relação da doença em potros gerados por éguas obesas no terço final da gestação. A hipótese é de que o sobrepeso nas éguas, durante a gestação, predisponha a alterações músculo-esqueléticas nos seus filhos. A etiologia do problema na raça Crioula ainda não fora esclarecida.

3.0. ARTIGO 1

Prevalência de alterações radiológicas nas articulações do tarso em equinos com sobrepeso da raça Crioula em manejo extensivo

Introdução

A raça Crioula se desenvolveu sob seleção natural na região sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Chile. Esta tem como principais características a rusticidade e a capacidade de se desenvolver em condições nutricionais adversas. No início do século 20, a raça começou a ser selecionada por critérios zootécnicos, agregando valor aos animais. A partir do final dos anos 80, a indústria do cavalo Crioulo se desenvolveu com o surgimento de provas funcionais e exposições morfológicas, havendo a necessidade de animais mais precoces e resultados imediatos (Pimentel, 2017; ABCCC, 2018).

Com o advento da prova chamada “Freio de Ouro”, em que os animais são avaliados morfológica e funcionalmente, os criadores iniciam a carreira competitiva dos animais com campanhas morfológicas ainda quando muito jovens para obterem resultados mais precoces e para que sejam mais valorizados na etapa de morfologia posteriormente quando do julgamento da prova “Freio de Ouro”. Porém, em trabalho avaliando os animais que foram premiados em provas de morfologia, Azevedo et al. (2013) perceberam que apenas 37,19% destes conseguiram concorrer na final da prova “Freio de Ouro”, o que intriga os criadores que buscam como objetivo final a etapa funcional.

A busca intensiva por um manejo nutricional eficaz fez com que animais de diferentes categorias apresentem sinais compatíveis com sobrepeso e obesidade. A obesidade é citada em diferentes raças como a causa de inúmeros problemas ortopédicos como laminite, osteocondrite disscante e osteoartrite juvenil (Heyden et al., 2013; Gallio et al., 2014; Peugnet et al., 2015; Amaral et al., 2017). Ao cercar os problemas ortopédicos que acometem a raça Crioula, em trabalho com cavalos em treinamento para o “Freio de Ouro”, Abreu et al. (2011), constataram que 76,47% das claudicações de membros posteriores tinham origem nas articulações de tarso, o que demonstra a gravidade e os prejuízos que este tipo de alteração articular acarreta em cavalos atletas desta raça.

A osteoartrite juvenil das articulações de tarso é considerada uma doença ortopédica de desenvolvimento em animais jovens (McIlwraith, 2004). A principal causa desta alteração em potros é a alimentação rica em carboidrato, que altera o metabolismo da insulina, responsável pela maturação dos condrócitos (Savage et al., 1993; Ralston et al., 1996; Pagan et al., 2001). Em um estudo com animais jovens da raça Crioula com até 26 meses e estabulados identificou-se que 79,2% dos animais apresentaram osteoartrose em articulações do tarso (Gallio et al., 2014), enquanto que, em outro estudo semelhante com animais de 18 meses de idade, 100% dos animais apresentaram esta mesma alteração (Amaral et al., 2017). Com isso, ficou demonstrado que, as lesões observadas em animais adultos, foram precocemente diagnosticadas também em animais jovens.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, através do estudo radiográfico, a presença de alterações nas articulações do tarso de animais nascidos e criados em manejo extensivo em um criatório da raça Crioula e que se mantinham em sobrepeso durante o ano todo sem qualquer tipo de treinamento atlético. A hipótese é de que animais criados e mantidos em sobrepeso desenvolvam osteoartrite das articulações do tarso.

Materiais e Métodos

Este estudo foi realizado em uma propriedade no município do Capão do Leão/RS, 24 km a oeste da cidade de Pelotas/RS, latitude 31° 72' 25" S, longitude 52° 55' 83" O. Foi realizado um estudo retrospectivo de coorte em condições de campo dos animais submetidos ao sobrepeso e/ou obesidade desde o nascimento, nas diferentes idades de fêmeas deste criatório.

Foram avaliadas 37 fêmeas equinas da raça Crioula entre um e onze anos de idade, nascidas e criadas nesta mesma propriedade. No manejo da propriedade, as éguas são mantidas a campo com pastagem natural melhorada com azevém (*Lolium multiflorum*). Este tipo de forragem é cultivada no mês de março, equivalente ao final do verão nesta região, possui crescimento rápido para pastoreio, e se mantém viável até o mês de dezembro, equivalente a entrada do verão. Ou seja, os animais permanecem a campo com esta forrageira durante nove meses do ano. O único momento em que esses animais a campo não são alimentados com este tipo de forrageira é durante os

meses do verão, de janeiro a março, aonde prevalece o campo nativo. Todos os animais desta propriedade são submetidos a doma com dois anos de idade e participam de exposições morfológica da raça Crioula a partir desta idade. Contudo, nenhum dos animais da propriedade é preparado para participar de provas de avaliação funcional de forma a ser submetido a treinamento atlético. A partir dos quatro anos de idade, todos os animais são mantidos em sistema extensivo a campo e são destinados a reprodução.

Os animais foram divididos em categorias de acordo com a idade, sendo estas: um ano de idade (n=10), dois a três anos de idade (n=8) e quatro a onze anos de idade (n=19). Foi realizada a pesagem de todos os animais através da utilização de fita balança e o escore de condição corporal (ECC) dos animais foi realizado de acordo com a escala de 1-9 proposta por Henneke, et al. (1983), na qual 1 significa extremamente magro e 9 extremamente obeso. Além disso, foi realizada a mensuração da gordura da base da cauda de acordo com o protocolo descrito por Gentry et al. (2004) com a utilização de aparelho de ultrassonografia Mindray 2200 de sonda linear.

O exame radiográfico das articulações do tarso foi realizado nos dois membros posteriores nas seguintes projeções: dorso-plantar, latero-medial, dorso 45° latero-plantar medial oblíqua e dorso 45° medio-plantar lateral oblíqua. O aparelho de radiografia utilizado foi um DR EcoRay. Artropatia em pelo menos um dos membros posteriores foi considerada para classificação das lesões articulares de acordo com a escala proposta por Robert et al. (2005), descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das lesões radiográficas

| Grau | Descrição |
|-------------|-----------------------------------------|
| 1 | Sem ou pouco significado radiológico |
| 2 | Leves achados anormais radiológicos |
| 3 | Moderados achados anormais radiológicos |
| 4 | Graves achados anormais radiológicos |

Fonte: Robert et al. (2005)

O ECC (escore de condição corporal), o peso corporal (kg) e a medida de gordura da base da cauda (mm) para cada categoria estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Médias \pm desvio padrão de peso (kg), gordura da base da cauda (mm) e escore de condição corporal (ECC), distribuídas por idade:

| Categoria | Média do Peso | Média Gord Base Cauda | Média ECC |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|
| Animais de 1 ano (n=10) | 317,62 (\pm 30,46) kg | 16,62 (\pm 1,16) mm | 7 |
| Animais de 2 a 3 anos (n= 8) | 389,66 (\pm 30,17) kg | 16,5 (\pm 2,39) mm | 7 |
| Animais de 4 a 11 anos (n=19) | 557,29 (\pm 27,53) kg | 30,54 (\pm 3,98) mm | 8 |

A análise estatística foi realizada com o software comercial IBM SPSS statistics 23, utilizando análise descritiva dos dados. Os dados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Resultados

As classificações das lesões articulares encontradas em cada categoria estão descritas na Tabela 3 de acordo com o grau de lesão, segundo a classificação de Robert et al. (2005). A presença de alterações leves ou anormais está descrita na Tabela 4.

Tabela 3: Distribuição das alterações radiográficas por idade

| Categoria | grau 1 | | grau 2 | | grau 3 | | grau 4 | | Total (n) |
|--------------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|------------------|
| | n | % | n | % | n | % | n | % | |
| 1 ano | 3/10 | 30% | 5/10 | 50% | 1/10 | 10% | 1/10 | 10% | 10 |
| 2 a 3 anos | 3/8 | 37,5% | 1/8 | 12,5% | 2/8 | 25% | 2/8 | 25% | 8 |
| 4 a 11 anos | 8/19 | 42,10% | 2/19 | 10,52% | 2/19 | 10,52% | 7/19 | 36,84% | 19 |
| Total | 18/37 | 37,83% | 8/37 | 21,62% | 5/37 | 13,51% | 10/37 | 27,02% | 37 |

Tabela 4: Distribuição das alterações radiográficas anormais por idade

| Categoria | Sem alteração ou alteração leve (grau 1) | | Alterações anormais (grau 2, 3 ou 4) | | Total (n) |
|--------------------|-------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|--------|------------------|
| | N | % | n | % | |
| 1 ano | 3 | 30% | 7 | 70% | 10 |
| 2 a 3 anos | 3 | 37,5% | 5 | 62,5% | 8 |
| 4 a 11 anos | 8 | 42,10% | 11 | 57,89% | 19 |
| Total | 14 | 37,83% | 23 | 62,16% | 37 |

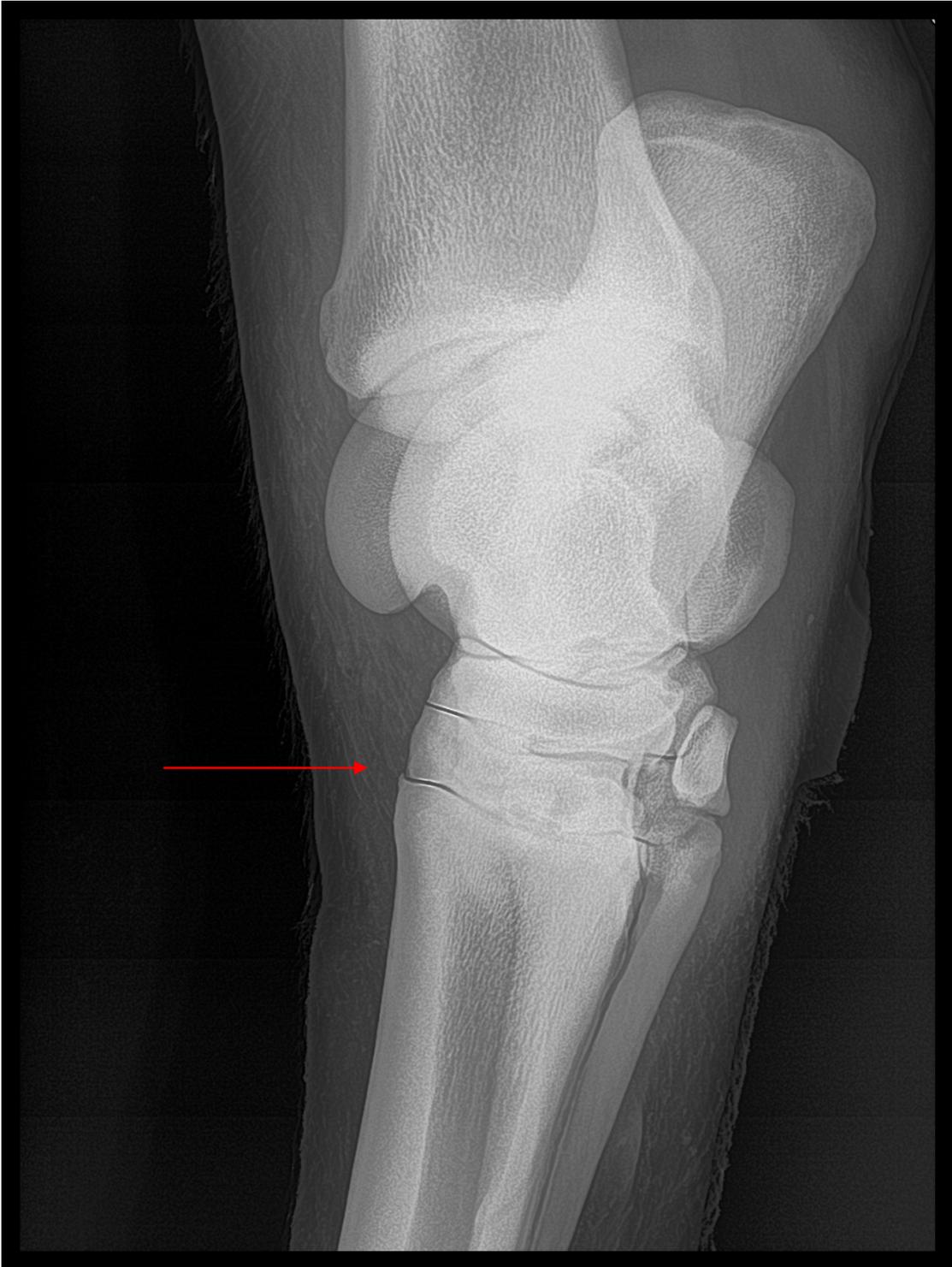


Figura 1: classificação radiográfica de grau 1

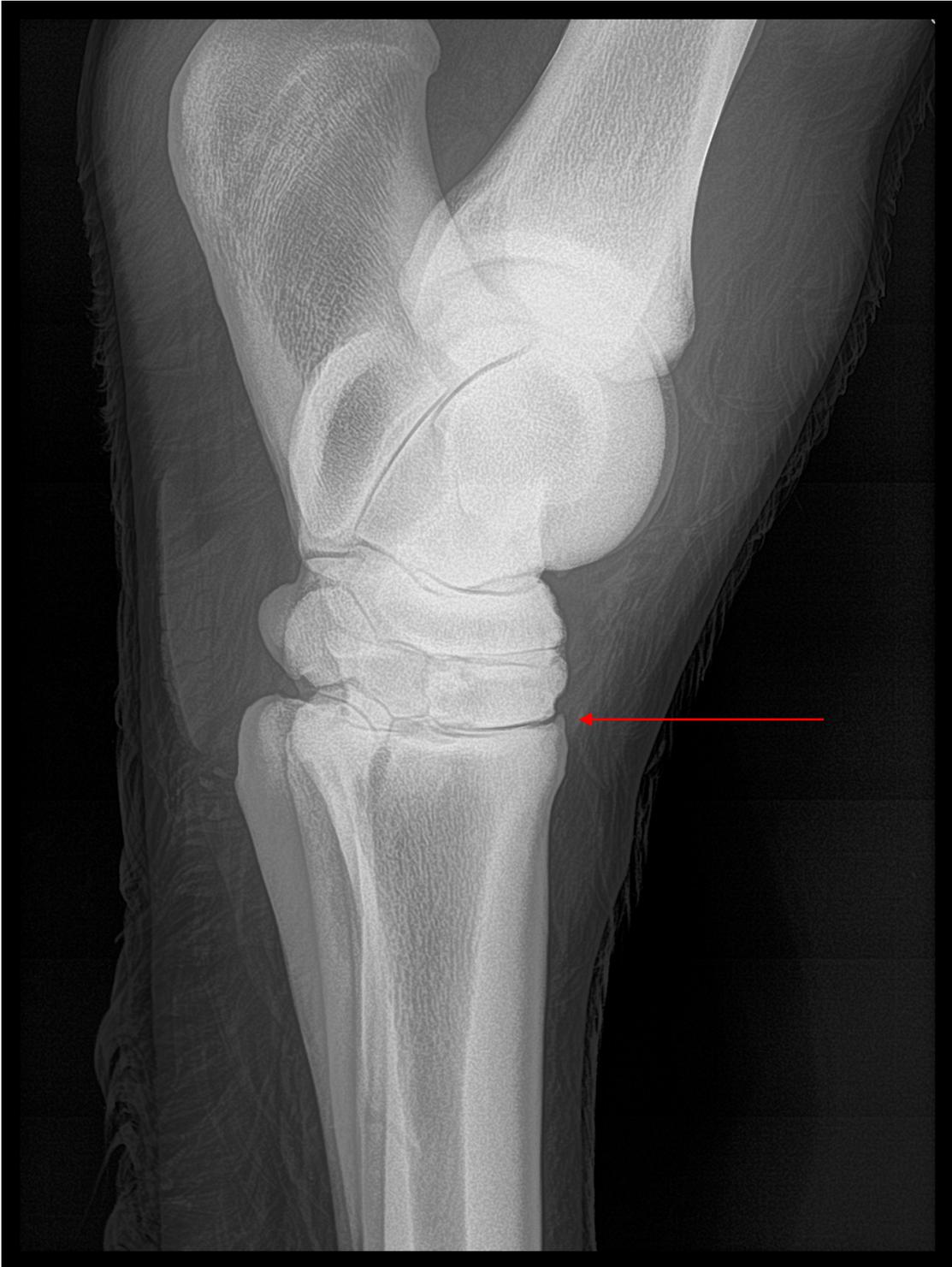


Figura 2: classificação radiográfica de grau 2

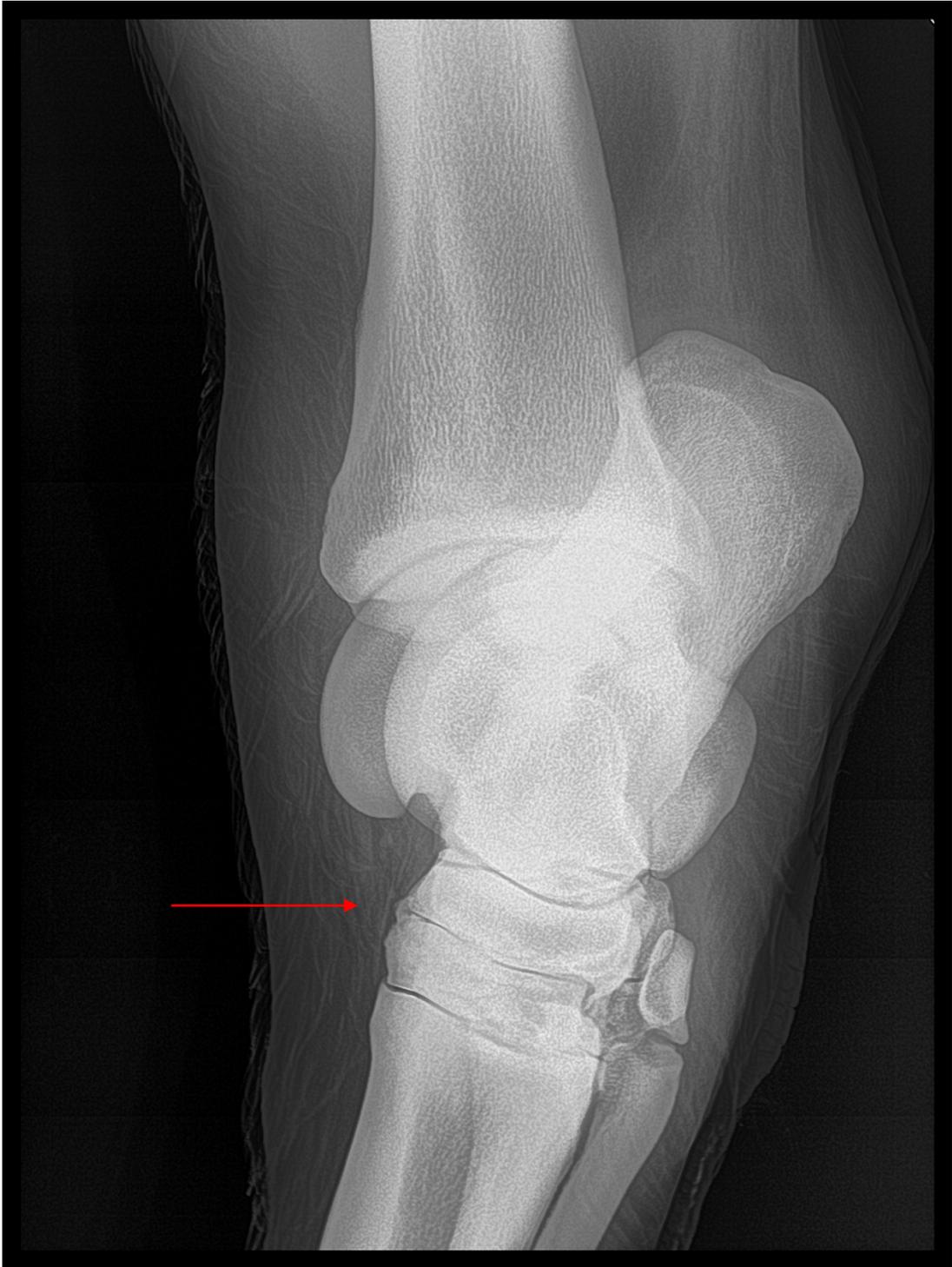


Figura 3: classificação radiográfica de grau 3

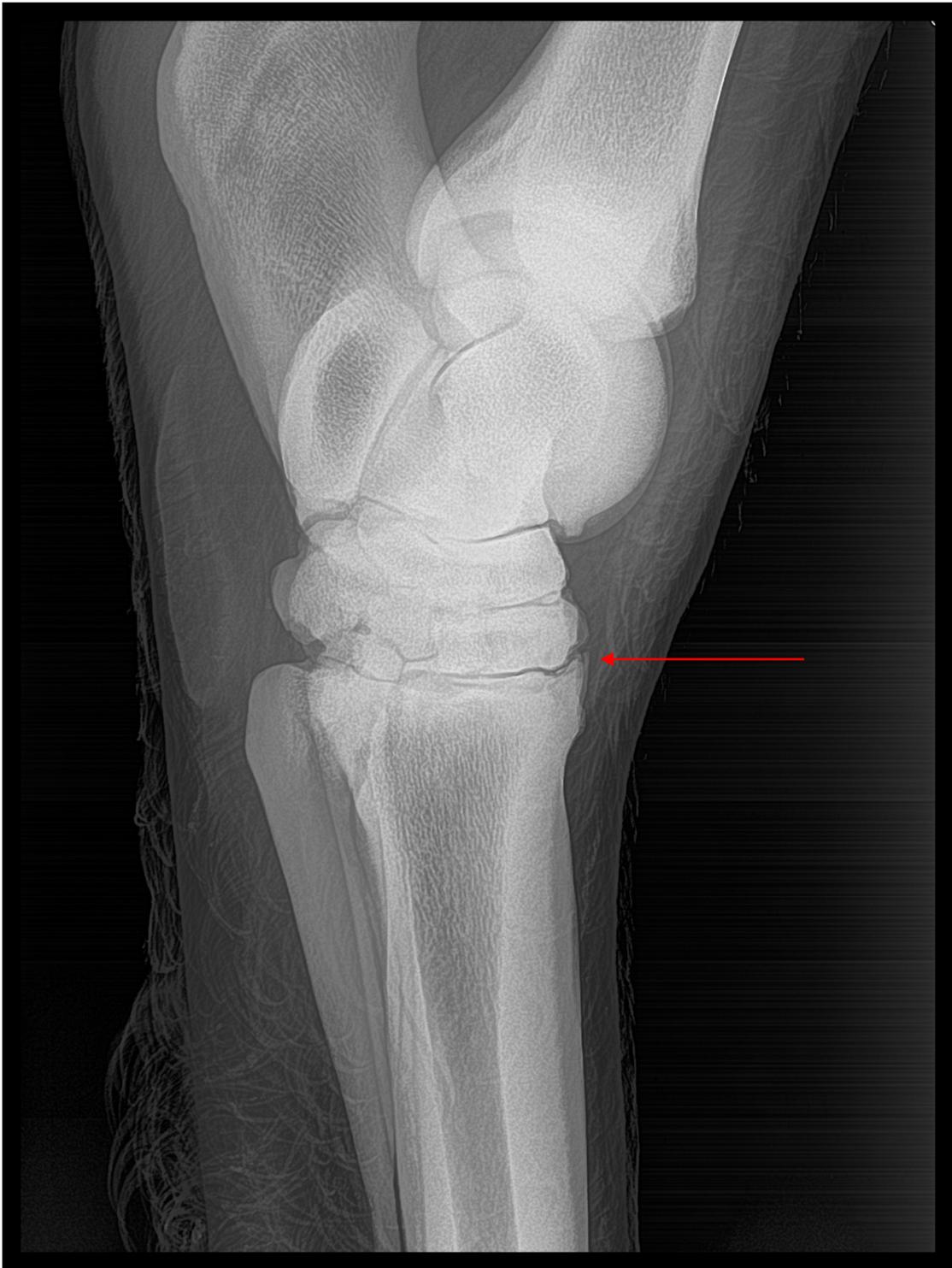


Figura 4: Classificação radiográfica de grau 4

Discussão

A prevalência de artropatia de tarso neste criatório, com 62,16% de achados radiológicos anormais (grau 2, 3 ou 4) em animais que nunca passaram por treinamento atlético, sugere que o manejo proposto a esses animais, o qual resulta em sobrepeso e/ou obesidade, pode estar envolvido no desenvolvimento da doença. Resultados similares aos de Heyden et al. (2013) que também observaram significativo aumento no risco de doença articular em potros aos 21 meses da raça Warmblood que foram suplementados com concentrado até um ano de idade e também em potros gerados de éguas que foram suplementadas com concentrado durante a gestação. Porém, no presente estudo, as éguas adultas gestantes (entre quatro e onze anos de idade) não foram suplementadas com concentrado, diferente do estudo de Heyden et al. (2013), e foram mantidas em sistema extensivo a campo. Contudo, estas éguas, mesmo em sistema a campo e sem suplementação apresentam média de escore de condição corporal 8, média de peso $557,29 \pm 13,66$ kg, gordura da base da cauda de $30,54 \pm 3,17$ mm e $ECC \geq 8$, compatíveis com a obesidade para éguas da raça Crioula, segundo Paz et al. (2013) e Marchiori et al. (2015).

Peugnet (2016) sugere que alterações metabólicas nas éguas no terço final de gestação podem causar alterações epigenômicas nos potros. Como 90% dos animais deste estudo foram gerados pelas éguas obesas ($ECC=8$) que nasceram e foram criadas na propriedade, esta é uma possibilidade a ser considerada na linhagem destes animais do presente estudo e que pode estar associada na etiologia da doença encontrada. Robles et al. (2018) observaram que éguas Anglo-árabes e de Sela Francesa obesas durante a gestação aumentam o risco de produzirem potros com lesões articulares observadas aos 12 meses de vida destes, o que corrobora com os achados do presente estudo, em que as éguas em reprodução são observadas em escore corporal compatível com obesidade e seus potros, aos 12 meses, apresentam alta prevalência de lesões articulares (70%).

A alta prevalência de alterações radiográficas de tarso observada em nosso estudo na categoria de animais de dois a três anos de idade (62,50% com achados radiológicos anormais), corrobora com os achados de Gallio et al. (2014) e Amaral et al. (2017) em animais da raça Crioula de até 26 meses de idade, que encontraram a

mesma doença nas mesmas articulações em 79,2% e 100%, respectivamente, de animais estabulados e alimentados com carboidrato. Os mesmos autores associaram as dietas ricas em energia e carboidratos e a obesidade como fatores predisponentes de osteoartrose em animais jovens. No presente estudo, observamos escore de condição corporal 7 nesta categoria de animais, identificando sobrepeso, segundo Paz et al. (2013) e Marchiori et al. (2015), mas não obesidade. Nos animais de manejo intensivo de até 18 meses de idade com alimentação rica em carboidratos que Amaral et al. (2017) avaliaram, a média da gordura sub-cutânea da cauda foi de 10,5 mm, enquanto que, no presente estudo, na categoria de 2 a 3 anos de idade, a gordura do mesmo local teve medida de $16,5 \pm 2,39$ mm. Estes dados podem ser explicados pelo fato dos animais avaliados por Amaral et al. (2017) serem mantidos estabulados e sob um certo regime de exercícios para preparo de exposições morfológicas, enquanto que os animais do presente estudo eram mantidos a campo no momento do estudo e sem nenhum tipo de exercício forçado, o que levaria a um acúmulo maior de gordura sub-cutânea.

Nos animais de um ano de idade (12 meses) do presente estudo, foi observado 70% de alterações articulares nos ossos do tarso. Em um estudo com potros Lusitanos, Baccarin et al. (2011) observaram lesões articulares em 76,08% dos potros da mesma idade, porém, apenas 16,2% desses potros mantiveram as lesões quando atingiram 18 meses de vida. Os potros Lusitanos referidos não foram identificados quanto ao escore de condição corporal e, portanto, não devem ser considerados em sobrepeso como em nosso estudo. Os animais de 1 ano de idade do presente estudo não foram reexaminados posteriormente para diagnosticar a permanência ou resolução das lesões encontradas, porém, nos demais animais deste estudo, com 2 a 3 anos de idade, a prevalência da doença segue em índices parecidos (62,5%), o que sugere que as lesões tendem a permanecer nesses animais nos anos subsequentes de desenvolvimento.

Conclusão

62,16% de animais da raça Crioula em sobrepeso e/ou obesidade neste manejo nutricional extensivo a campo possuem osteoartrite de tarso, mesmo sem terem sido

submetidos a treinamento atlético. Tanto a obesidade nas éguas em reprodução, quanto o sobrepeso nos animais em desenvolvimento, podem ser fatores etiológicos importantes para o desenvolvimento desta doença na raça Crioula.

Referências Bibliográficas:

ABCCC – www.cavalocrioulo.org.br/institucional/história – acesso em 23/10/2018.

Abreu, H. C., De La Corte, F.D., Brass, K.E., Pompermayer, E., da Luz, T.R.R., Gasperi, D.. Claudicação em cavalos Crioulos atletas. *Ciencia Rural*. 2011. 41(12). p. 2114-2119.

Amaral, L. A., Marchiori, M., Moraes, B.S., Finger, I., dos Santos, R.S., Nogueira, C.E.W.N.. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2017. 37(2). p.115-120.

Azevedo, M. S. Avaliação da Performance Funcional dos Animais Premiados na Morfologia da Expointer. 2013, sem publicação.

Baccarin R.A.Y., Pereira M.A., Roncati N.V., Furtado P.V., Oliveira C.A. & Hagen S.C.F. Identificação dos níveis séricos do fator de crescimento tipo insulina 1 em potros com osteocondrose. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2011. 31(8):677-682.

Gallio M I, Azevedo M. S., Brass, K. E., De La Corte F. D. , Lopes, L. F. D.. Prevalência de alterações ósseas no tarso de potros Crioulos de até vinte e seis meses de idade *Ciencia Rural*. 2014. 44 (8).

Gentry, L.R., Donald L., Thompson, JR, Glen, T., Gentry, JR, Ronald, P. DEL VECCHIO, Keith, A., Dsvi, DEL Vecchio, P. M. The Relationship Between Body Condition Score and Ultrasonic Fat Measurements in Mares of High Versus Low Body Condition. *J Equine Vet Sci* , 24:198-203, 2004 .

Heyden, V.L., Lejeune, J-P., Caudron, I., Detilleux, J., Sandersen, C., Chavatte, P., Paris, J., Delière, B., Sertheyn, D. Association of breeding conditions with prevalence of osteochondrosis in foals *Veterinary Record*. 2013. 172. p.68.

Henneke, D.R., Potter, G.D., Krieder, J.L. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal*. 1983. 15. p.371-372.

Marchiori, M.O., Kasinger, S., Silva, K.R., Souza, L.S., Amaral, L.A., Nogueira, C.E.W.N, Roll, V.F.B.. Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2015, 67(3), p. 707-715.

McIlwraith, C. W.. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 24, n. 11, p. 475-479, 2004.

Pagan, J.D., R.J. Geor, S.E. Caddel, P.B. Pryor, and K.E. Hoekstra. 2001. The relationship between glycemic response and the incidence of OCD in Thoroughbred weanlings: A field study. In: *Proc. Amer. Assn Equine Practnr.*, 47:322-325.

Paz, C.F.R., Paganela, J.C., dos Santos, C.A., Nogueira, C.E.W., Faleiros, R.R.. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça Crioula *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2013. 65(6). p.1699-1705.

Peugnet, P., Robles, M., Wimmel, L., Tarrade, A., Chavatte-Palmer, P.. Management of the pregnant mare and long-term consequences on the offspring *Theriogenology*. 2016. 86(1). p.99-109.

Pimentel, A.M.H. O sexo no crescimento de potros da raça Crioula, dos nascimento aos três anos de idade. *Ciência Rural*. 2017. 47 (1).

Ralston S.L. Hyperglycemia/hyperinsulinemia after feeding a meal of grain to young horses With Osteochondritis Dissecans (OCD) Lesions. *Pferdheilkunde*. 1996. 12:320-322.

Robert C.; Valette, J-P.; Denoix, J.M. Correlation between routine radiographic findings and early racing career in French Trotters. *Equine Veterinary Journal*. 2006. 38(S36). P. 473-478.

Savage, McCarthy, Jeffcott, L.B. (1993). Effects of dietary energy and protein on induction of dyschondroplasia in foals. *Equine Vet. J. Suppl.* 16, 74–79.

4.0 ARTIGO 2

Caracterização metabólica e biométrica de éguas gestantes da raça Crioula em sobrepeso e a relação com a Doença Ortopédica do Desenvolvimento de seus potros ao desmame

Introdução

A raça Crioula tem a associação que mais registra potros no Brasil (ABCCC, 2018). A maior competição desta raça é a prova chamada “Freio de Ouro”, que alia desempenho morfológico e funcional (Pimentel et al., 2017). Neste cenário de pressão por resultados dentro da indústria do cavalo que movimenta muito dinheiro no país, preconiza-se a criação de animais com precocidade e maior desenvolvimento através da aplicação de um manejo nutricional muito intensivo. O objetivo é obter potros bonitos, com maior escore corporal e com desenvolvimento acelerado (Gallio et al., 2014; Amaral et al., 2017). Assim sendo, muitos criatórios da raça Crioula apresentam, atualmente, animais com sobrepeso ($ECC \geq 7$) (Paz et al., 2013; Marchiori et al., 2015) e esta condição corporal juntamente com o acúmulo de gordura foram correlacionados a lesões de tarso em até 100% de potros com 18 meses nesta mesma raça (Amaral et al., 2017). Lesões nas articulações distais de tarso também foram observadas em 40,80% de cavalos Crioulos adultos em treinamento funcional que apresentaram claudicação e representaram 76,47% das patologias do membro posterior (Abreu et al., 2011), demonstrando a gravidade e a prevalência que a doença acarreta nesses cavalos de esporte.

Lesões articulares e fiseais em animais jovens podem ser chamadas, segundo McIlwraith (2004), de Doença Ortopédica do Desenvolvimento (DOD) e são classificadas como osteoartrite juvenil e displasia fiseal, respectivamente. São caracterizadas por alterações musculoesqueléticas de potros em desenvolvimento e que podem estar associadas a alterações metabólicas que afetam a cartilagem durante o processo de proliferação, hipertrofia e diferenciação na ossificação endocondral de articulações e placas fisárias (Orth, 1999; Heyden et al., 2013). Essas características podem estar relacionadas à superalimentação e a obesidade durante o terço final de

gestação das éguas, levando a alterações metabólicas, tanto na égua gestante, quanto em seus potros, sendo deletério na produção destes animais jovens com expectativa atlética (George et. al., 2009; Heyden et. al., 2013; Dobbs et. al, 2012; Smith et. al., 2017; Peugnet et. al., 2016).

Devido ao sobrepeso e obesidade dessas éguas, os níveis basais altos de insulina causam diminuição na sensibilidade das células β pancreáticas, alterando o suprimento de glicose para o feto (Smith et al., 2017; Heyden et al., 2013; Peugnet et al., 2016; Dobbs et al., 2012). Este mecanismo pode afetar a dinâmica da insulina e da glicose nos potros nos primeiros meses de vida, alterando também a produção de IGF-1 (hormônio semelhante à insulina do tipo 1), o qual atua no metabolismo dos condrócitos, células componentes da cartilagem endocondral, e por isto é considerado um marcador para alterações articulares (Bohme et al., 1992; Orth, 1999; Lejeune et. al., 2007; Baccarin et al., 2011).

Aos seis meses de vida dos potros, a ossificação endocondral articular e fisária estão praticamente completas (Van Weeren, 2006). A partir disto, a hipótese dos presentes autores é de que a obesidade materna, concentração de IGF-1 e alterações nas articulações e placas fisárias de potros ao desmame podem estar associadas.

O objetivo deste trabalho foi de caracterizar medidas biométricas e metabólicas das éguas Crioulas em sobrepeso no terço final de gestação e relacionar com alterações articulares e fisárias em seus potros até o período de desmame.

Materiais e Métodos

Animais e desenho experimental

Foi realizado um estudo descritivo de Coorte, prospectivo e observacional, de animais expostos ao sobrepeso, à campo em uma mesma propriedade. Foram utilizadas 28 éguas gestantes da raça Crioula com idade média 6,5 (4-9) anos e seus respectivos potros, do nascimento aos seis meses de vida, pertencentes a uma propriedade particular situada no sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, na cidade do Capão do Leão, sob coordenadas geográficas S 31,7313° e O 52,5652°. O experimento foi realizado de junho de 2015 a junho de 2016.

As éguas gestantes e seus potros eram mantidas em potreiro de 50 hectares de campo com pastagem natural de campo nativo melhorado com azevém (*Lolium multiflorum*), sem suplementação de concentrado na dieta, durante o período de experimento. Todas as éguas foram avaliadas quanto ao escore de condição corporal (ECC) por um mesmo observador, segundo a escala proposta por Henneke et al. (1983) e classificadas como animais em sobrepeso (ECC \geq 7).

Avaliação gestacional

As éguas foram avaliadas durante o terço final do período gestacional, aos 240, 270 e 300 dias de gestação. O tempo gestacional de cada égua foi definido no momento do parto. Estas éguas conceberam entre outubro de 2014 e dezembro de 2014. Possuíam altura média de 1,388 \pm 0,005 metros e comprimento médio de 1,775 \pm 0,012 metros, mensurados aos 240 dias de gestação por meio de hipômetro e trena, respectivamente. Aos 240, 270 e 300 dias de gestação foram realizadas avaliações de peso (kg) através de balança e medida da gordura subcutânea da base da cauda (mm), segundo técnica descrita por Gentry et al. (2004), com auxílio de ultrassom Mindray® 2200 e transdutor linear 5-10 MHz. Também nesses três momentos foram realizadas análises dos níveis sanguíneos de glicose (mg/dL), insulina basal (μ UI/ml), leptina (ng/ml), triglicerídeos (mg/dL), colesterol HDL (mg/dL) e colesterol total (mg/dL). Claudicações não foram evidenciadas durante o período do experimento.

Avaliação dos Potros

Os potros não foram diferenciados nos resultados em machos e fêmeas. Em até 12 horas após o nascimento e nos meses, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 de vida foram realizadas avaliações biométricas, clínica e metabólicas dos potros, como: altura (cm), por hipômetro; peso (kg), por balança; análise dos níveis sanguíneos de triglicerídeos (mg/dL), colesterol HDL (mg/dL) e colesterol total (mg/dL); e avaliação clínica musculoesquelética, segundo escala da AAEP (2004), para observar possíveis sinais de claudicação, realizada por uma única pessoa treinada. Foram efetuadas, nos meses 2, 4 e 6 de vida dos potros, análises dos níveis sanguíneos de glicose (mg/dL), insulina basal (μ UI/ml), tiroxina total (T4) (μ g/dL) e leptina (ng/ml). Nos meses 2, 3, 4, 5 e 6 de

vida dos potros foi realizada análise dos níveis sanguíneos de IGF-1 (hormônio semelhante à insulina do tipo 1) (ng/ml). Foi determinado o percentual (%) do peso dos potros ao nascer (kg) em relação ao peso das éguas (kg) no último mês de gestação em fórmula de divisão simples $\text{peso potros/peso éguas} \times 100$, segundo Smith et al. (2016).

Análises laboratoriais bioquímicas e endócrinas

Para as análises laboratoriais de éguas e potros foram coletadas amostras de 15 ml de sangue, através de punção externa da veia jugular, utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer® com e sem anticoagulante, e foram processadas no laboratório de bioquímica do Departamento de Clínicas Veterinárias da UFPel. Posteriormente as amostras foram centrifugadas a 800g durante 10 minutos para a separação do soro e plasma e a fração sobrenadante armazenados a -20°C. Para as análises de IGF-1 as amostras de soros foram armazenadas a -70°C.

Para as análises foram utilizados os seguintes kits: Leptina (LEP) ® – Uscn life science Inc – EUA) para leptina (ng/ml); kit comercial (Labtest®, Brasil) pela técnica colorimétrica para glicose (mg/dL); kit comercial (Labtest®, Brasil) pela técnica de espectrofotometria para triglicérides (mg/dL), colesterol total (mg/dL), colesterol HDL (mg/dL). As concentrações séricas (plasmáticas) de insulina ($\mu\text{UI} /\text{mL}$) e tiroxina total ($\mu\text{g}/\text{dL}$) foram determinadas através da técnica de quimioluminescência pelo kit Acces 2 Beckman Coulter®. Para a análise de IGF-1 (ng/ml) foi utilizado o kit CSB-EL 011 HO-Horse Insulin-Like Growth Factor 1 – Cusabio da Lab Research Brasil por teste de ELISA. O intervalo de variação das análises foi de 5% e os coeficientes de ensaio não ultrapassaram 10%.

Exame radiográfico

Aos seis meses de idade dos potros, que compreendeu ao período de desmame, foram realizadas as avaliações radiográficas das articulações do tarso de ambos membros pélvicos para caracterização de possíveis alterações nas articulações distais desta; e das articulações metacarpo-falangeanas de ambos membros torácicos para caracterização de possíveis alterações na linha fisária distal do metacarpo. As

seguintes projeções foram utilizadas, segundo Butler et al. (1996): dorso-plantar, latero-medial, dorso 45° latero-plantar medial oblíqua e dorso 45° medio-plantar lateral oblíqua. O aparelho utilizado foi um DR RX EcoRay®. As lesões foram classificadas, segundo Robert et al. (2005), conforme descrito na tabela 1 e classificadas conforme a presença de lesão em pelo menos um dos membros e o grau desta.

Tabela 1: Classificação das lesões radiográficas, segundo Robert et al. (2005)

| Grau | Descrição |
|-------------|-----------------------------------------|
| 1 | Sem ou pouco significado radiológico |
| 2 | Leves achados anormais radiológicos |
| 3 | Moderados achados anormais radiológicos |
| 4 | Graves achados anormais radiológicos |

Avaliação clínica de locomotor

Foi realizada a avaliação clínica do sistema musculoesquelético das éguas e dos potros deste experimento para diagnóstico de possível claudicação, com os animais a passo e em linha reta, pelo método de classificação descrito por AAEP (2004), em todos os momentos de abordagem destes.

Correlações

Os achados entre: o peso das éguas no terço final da gestação com o peso dos potros do nascimento até os seis meses de vida; o tempo de gestação das éguas com o peso e a altura dos potros ao nascer; a insulina das éguas no terço final da gestação com a insulina e o IGF-1 dos potros do 2º ao 6º mês de vida; o peso e a gordura da base da cauda das éguas no terço final da gestação com a leptina das mesmas no mesmo período, foram correlacionados.

Análise estatística

A estatística descritiva e a correlação por teste de Pearson foram utilizadas pelo programa comercial Statistix 10®. A verificação de normalidade dos dados foi realizada por teste de Shapiro-Wilk e os dados considerados não normais foram transformados. Todos os dados estão apresentados como média \pm erro padrão. As correlações entre

os dados das éguas e potros foi realizado por teste de Pearson® e a diferença estatística foi determinada por teste de Fisher.

Resultados

Avaliação gestacional

A média do tempo de gestação das 28 éguas foi de 332,78±2,18 dias. O resultado das medidas avaliadas aos 240, 270 e 300 dias de gestação estão descritas na figura 2, abaixo (letras diferentes nos resultados indicam $p < 0,05$ entre os momentos).

Tabela 2: Resultados das éguas aos 240, 270 e 300 dias de gestação

| Resultado/Momento | 240 dias | 270 dias | 300 dias |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Peso (Kg) | 501.80±6.4 ^a | 511.76±8,0 ^b | 533,23±8,2 ^c |
| Gordura da Cauda (mm) | 19.2±1.35 ^a | 22.6±1.08 ^{bc} | 24.7±0.91 ^c |
| Glicose (mg/dL) | 86,5±1,61 | 86,6±1,45 | 88,6±1,3 |
| Insulina (µUI/ml) | 11.7±2.1 ^{ab} | 9.8±1.1 ^a | 13.7±1.6 ^b |
| Leptina (ng/ml) | 1,63±0,049 ^a | 1,65±0,044 ^a | 1,53±0,035 ^b |
| Colesterol HDL (mg/dL) | 55,31±1,51 | 56,49±1,14 | 56,87±1,29 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 71,51±3,62 | 72,46±4,40 | 72,45±4,30 |
| Triglicerídeos (mg/dL) | 24,88±1,81 | 27,34±2,27 | 28,41±2,27 |

(letras diferentes entre os momentos significam $p < 0,05$)

Avaliação dos potros

Nenhum potro apresentou claudicação durante o período do experimento. Na figura 3 e 4 abaixo, estão as medidas realizadas nos potros, do nascimento aos 6 meses de idade (letras diferentes nos resultados indicam $P < 0,05$ entre os momentos). As medidas de IGF-1 (ng/ml) no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º mês de vida foram 290,27±79,72^a; 180,77±66,22^{ab}; 151,79±46,64^b; 110,81±33,13^c e 89,59±14,00^{cd} e estão representadas no gráfico da figura 1 (letras diferentes entre os momentos significam $P < 0,05$).

Tabela 3: Resultados dos potros ao nascimento, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de vida

| Medida/Momento | Nascimento | 1 mês | 2 meses | 3 meses | 4 meses | 5 meses | 6 meses |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Peso (Kg) | 41,41±1,35 | 80,62±2,68 | 109,09±4,11 | 131,61±5,13 | 160,95±5,75 | 183,60±8,6 | 206,08±11,83 |
| Altura (m) | 0,94±0,14 | 1,04±0,08 | 1,09±0,10 | 1,14±0,10 | 1,18±0,16 | 1,18±0,13 | 1,22±0,16 |
| Colesterol HDL (mg/dL) | 62,68±1,93 | 66,68±1,77 | 65,17±1,92 | 64,36±1,33 | 66,33±1,51 | 62,69±1,92 | 65,80±1,82 |
| Colesterol Total (mg/dL) | 126,96±4,92 ^{ab} | 121,48±4,25 ^{ab} | 125,13±4,68 ^{ab} | 131,47±4,14 ^a | 123,84±5,53 ^{ab} | 119,30±5,56 ^{ab} | 124±4,57 ^b |
| Triglicerídeos (mg/dL) | 50,92 ^a ±6,22 ^a | 39,62±2,17 ^{ab} | 40,37±3,45 ^{ab} | 42,73±2,97 ^b | 37,95±3,15 ^{ab} | 37,53±3,50 ^{ab} | 37,66±2,53 ^{ab} |

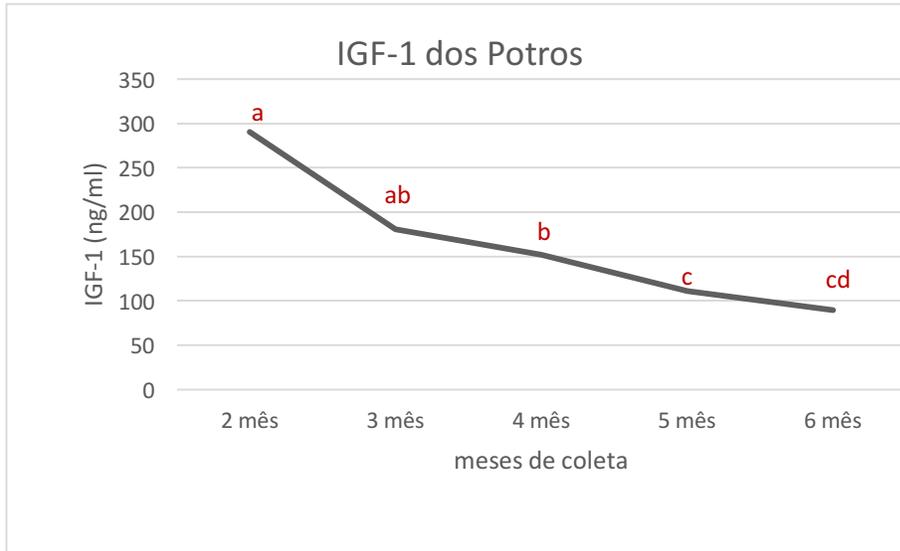
(letras diferentes entre os momentos significam P<0,05)

Tabela 4: Resultados dos potros aos 2, 4 e 6 meses de vida

| Medida/Momento | 2 mês | 4 mês | 6 mês |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Glicose (mg/dL) | 122,65 ^a ±4,05 | 110,85 ^{ab} ±3,49 | 105,46 ^b ±3,42 |
| Insulina (µUI/ml) | 9,87±1,82 | 9,13±1,94 | 9,39±2,54 |
| T4 Total (µg/dL) | 3,2±0,32 | 2,64±0,41 | 2,44±0,42 |
| Leptina (ng/ml) | 1,60±0,02 | 1,59±0,021 | 1,54±0,019 |

(letras diferentes entre os momentos significam P<0,05)

Figura 1: Valores de IGF-1 (ng/ml) dos potros no 2º, 3º, 4º, 5º e 6º mês de vida



(letras diferentes entre os momentos significam $P < 0,05$)

Avaliação radiográfica

Os resultados dos exames radiográficos realizados quando do desmame dos potros, ao redor dos 6 meses de idade estão descritos na tabela 5, segundo a classificação de Robert et. al (2005):

Tabela 5: Lesões radiográficas encontradas nos potros ao desmame, de acordo com a classificação de Robert et. al (2005).

| Grau de Lesão | Fisite distal de metacarpo | Osteoartrite distal de tarso |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Grau 1 | 50% (14/28) | 7,14% (2/28) |
| Grau 2 | 39,28% (11/28) | 50% (14/28) |
| Grau 3 | 0% (0/28) | 21,42% (6/28) |
| Grau 4 | 10,71% (3/28) | 21,42% (6/28) |
| Total de Lesões | 50% (14/28) | 92,85% (26/28) |

Os potros nasceram com peso 7,76% relativo do peso das éguas no último mês de gestação (peso dos potros ao nascer com média $41,41 \pm 1,35$ kg e peso das éguas no 10º mês de gestação com média $533,23 \pm 8,2$ kg). Os diferentes meses de

nascimento dos potros não influenciaram no peso, altura e nas lesões radiográficas observadas.

A correlação do peso das éguas no 10º mês de gestação com o peso dos potros ao nascer teve $R=0,45$ e $p=0,003$. O tempo de gestação das éguas em correlação com o peso e a altura dos potros ao nascer teve $R=0,40$ e $p=0,03$.

Não ocorreu correlação ($p>0,05$) dos níveis de insulina das éguas no 8º, 9º e 10º meses de gestação com os níveis de insulina e IGF-1 dos potros do 2º ao 6º mês de vida.

O peso e gordura da base da cauda das éguas não teve correlação ($p>0,05$) com os níveis de leptina destas no 8º, 9º e 10º meses de gestação.

Discussão

Os níveis de IGF-1 encontrados nos potros neste estudo, do 2º ao 6º mês de vida, foram de 290 a 89 ng/ml, e apresentaram uma prevalência de 92,85% e 50% de lesões nas articulações distais de tarso e físite da linha epifisária distal de metacarpo, respectivamente. São valores semelhantes aos níveis de IGF-1 encontrados por Baccarin et al. (2011) em potros Lusitanos com DOD, 159 a 114 ng/ml, enquanto que, os potros hígdos, apresentaram valores de IGF-1 de 343 a 219 ng/ml no mesmo período de idade (2º ao 6º mês de vida). Lejeune et al. (2007) observaram que, potros Ardenners com lesões articulares radiológicas, possuíam níveis inferiores de IGF-1 ($p<0,05$) do que os animais hígdos. Na raça PSL e PSI, valores de IGF-1 abaixo de 200 ng/ml nos primeiros 6 meses de vida foram relacionados a doença articular observada aos 18 meses e 5 meses desses potros, respectivamente (Baccarin et al., 2011; Bryden, et al., 2013), semelhante ao que encontramos em nosso estudo.

A físite observada em 50% dos potros aos seis meses de idade de nosso estudo, demonstra que alterações sistêmicas estão envolvidas neste processo. O IGF-1, observado nesses animais, em níveis abaixo das referências para outras raças (Fortier, et al., 2005; Baccarin et al., 2011) podem estar envolvidos na proliferação deficiente de condrócitos. Esse fato é importante porque a linha fisária da porção distal do osso

metacarpiano calcifica entre 6 e 8 meses de idade dos potros (Butter et al., 2000) e neste processo, assim como nas articulações, os condrócitos proliferam, sofrem hipertrofia e morrem. Com isso, a matrix extracelular é invadida por vasos sanguíneos, osteoblastos, osteoclastos e células da medula óssea para formar a cartilagem calcificada (Bramlage, 2011). Estes eventos são regulados por fatores sistêmicos como o IGF-1, insulina e hormônios da tireóide.

A curva decrescente dos níveis de IGF-1 ($p < 0,05$) dos potros (2 a 6 meses) do presente estudo é semelhante à dos demais estudos avaliando potros de 0 a 7 meses de vida em outras raças (Fortier et al., 2005; Baccarin et al., 2011). Este período de 0 a 7 meses de idade é definido como o período de transição da imaturidade sexual para a completa competência reprodutiva (Gregory, 2012) e, portanto, potros de 6 meses de idade são considerados pré-púberes nas raças PSI (Puro Sangue Inglês) e PSL (Puro Sangue Lusitano) e apresentam níveis fisiológicos de IGF-1 decrescentes durante este período (Fortier et al., 2005; Baccarin et al., 2011). Ao iniciar a puberdade, aos 8,3 (PSI) e 7,5 meses (PSL), níveis circulantes de IGF-1 começam a se elevar fisiologicamente e, lesões articulares observadas no período anterior tendem a desaparecer e cicatrizar por completo (Van Weeren et al., 2006; Baccarin et al., 2011). O IGF-1 atua na diferenciação e hipertrofia dos condrócitos quando do processo de ossificação endocondral e epifisária (Orth, 1999) e também no reparo de lesões ocorridas nos primeiros meses de vida (Fortier et al., 2000). Níveis baixos de IGF-1 durante a fase de desenvolvimento dos potros estão associados à diminuição de densidade e massa óssea, atrofia musculoesquelética e osteoartrites (Lejeune et al., 2007; Fortier et al., 2005; Bryden et al., 2013). Corroborando com Baccarin et al. (2011), onde foi observado que, 76,08% dos potros lusitanos que apresentaram osteocondrose com apenas um mês de idade, apenas 16,2% mantiveram esta alteração na avaliação radiológica aos 18 meses, existindo correlação das lesões encontradas com baixos níveis de IGF-1 ($P < 0,05$). Robles et al. (2018) também descreveram osteocondrose transitória em potros de Sela Francesa, com melhora dos 6 para os 18 meses, tanto no grupo de potros que nasceram de éguas “obesas”, quanto no grupo que nasceram de éguas “não obesas”. Como o IGF-1 está envolvido também no reparo cartilagíneo em cavalos com osteoartrite (Fortier et al., 2000; Frisbie et al., 2002), acredita-se que níveis

baixos deste hormônio tenham relação com a não cicatrização das lesões articulares durante o período da puberdade (a partir dos 7-8 meses de vida). Nos trabalhos realizados anteriormente na raça Crioula por Gallio et al. (2014) e Amaral et al. (2017) com potros de até 26 meses de idade e suplementados, foram observadas lesões nas articulações de tarso em 79,2% e 100%, respectivamente, o que sugere que as lesões encontradas no presente estudo (92,85% dos potros de 6 meses de idade) podem não desaparecer quando da maturidade desses animais, mantendo as lesões na fase adulta.

Em pesquisa semelhante ao nosso estudo, Heyden et al. (2013) relacionaram potros com lesões osteoarticulares a suplementação nutricional de suas mães durante o período gestacional, porém os potros foram avaliados aos 21 meses de idade. As éguas gestantes do presente estudo não foram suplementadas com concentrado, porém, apresentaram escore de condição corporal em sobrepeso. Bramlage (2011) observou que a alimentação em gramíneas no período de crescimento com conteúdo rico em carboidrato solúvel causa ganho de peso em potros e é associada ao aumento no crescimento, degeneração e calcificação da cartilagem da linha fisária sem que esta esteja preparada para o processo de ossificação, predispondo à fisite. Van Eps & Pollit (2006) e Johnson et al. (2013) relacionaram a ingestão de grandes quantidades de fructana presente em gramíneas com a obesidade, aumento dos níveis de insulina e problemas metabólicos em equinos.

No presente estudo, o aumento no ganho de peso e da gordura da base da cauda das éguas no terço final de gestação ($P < 0,05$), assim como o aumento dos níveis basais de insulina ($P < 0,05$), dos 270 para os 300 dias de gestação, coincidem com o período de maior crescimento do campo nativo melhorado com azevém (*Lolium multiflorum*). Como hipótese, devemos considerar que neste tipo de pastagem cultivada, a fructana pode estar presente, e, sendo um carboidrato não-estrutural rapidamente fermentável composto de açúcares simples, favorecem o pâncreas à grande liberação de Insulina na corrente sanguínea dos equinos (Johnson et al., 2013).

Os hormônios da tireóide e a insulina estão envolvidos no processo de proliferação e hipertrofia dos condrócitos durante a ossificação endocondral articular e

fisária. A insulina retira os hormônios tireoideanos da circulação e, com isso, potros com hiperinsulinemia possuem falhas neste processo, causando a antecipação da invasão dos vasos sanguíneos na cartilagem e provocando alterações na ossificação endocondral (Bohme et al., 1992; Orth, 1999; Lejeune et al., 2007; Baccarin et al., 2011). Não foi observado hiperinsulinemia, nem hiperglicemia nas éguas e potros do presente estudo, porém existiu aumento ($P < 0,05$) nos níveis de insulina das éguas dos 270 aos 300 dias de gestação. Já os potros do presente estudo mantiveram os níveis de insulina no 2º, 4º e 6º meses de idade ($P > 0,05$). A diminuição da glicemia destes potros observada do 2º para o 6º mês de vida ($p < 0,05$) pode ser explicada pela diminuição na ingestão de leite materno, e conseqüentemente da lactose, por substituição ao pasto (Bryden et al., 2013). Os níveis de T4 total nos potros também não demonstraram diferença no 2º, 4º e 6º meses de vida ($P > 0,05$) e estiveram dentro dos valores fisiológicos. Robles et al. (2018) também não encontraram diferença nos níveis de T4 total em potros PSI desmamados com e sem osteocondrose, não relacionando os níveis de T4 total com a doença.

Pesquisas anteriores, em PSI e em éguas de Sela Francesa observaram aumento nos níveis de insulina ($P < 0,05$) no terço final de gestação em éguas obesas, associados a baixos níveis de insulina de seus potros em amamentação, os quais desenvolveram osteoartrite (Bryden et al., 2013; Robles et al., 2018). Contrário a isto, em nosso estudo esta correlação dos níveis de insulina das éguas com os níveis de insulina dos potros não existiu ($p > 0,05$). O mecanismo da insulina não está bem esclarecido quanto à influência fetal e conseqüentemente na vida do potro nos primeiros meses de vida, mas Bryden et al. (2013) e Robles et al. (2018) observaram que a insulina foi relacionada ao aparecimento de lesões osteoarticulares nos animais jovens. O aumento da glicemia durante o final da gestação causa aumento na resistência à insulina no metabolismo da égua gestante e pode influenciar no metabolismo fetal (George et al., 2009; Dobbs et al., 2012, Peugnet et al., 2016; Smith et al., 2017; Robles et al., 2018), porém, este mecanismo não pôde ser observado em nosso estudo, já que os níveis glicêmicos se mantiveram no terço final de gestação das éguas. Embora não tenha se observado valores acima dos fisiológicos para insulina no presente estudo, tanto para as éguas, quanto para os potros, se observou aumento nos

níveis desta ($p < 0,05$) quando da proximidade do parto, corroborando com o que Bryden et al. (2013) observaram em éguas PSI no mesmo período de gestação. Os valores de insulina encontrados nas éguas do presente estudo (11.7 ± 2.1 ; 9.8 ± 1.1 ; 13.7 ± 1.6 $\mu\text{UI/ml}$ no terço final de gestação) são acima dos encontrados por Paz et al. (2013) em éguas obesas da raça Crioula, com valores médios para insulina basal de $2,55$ $\mu\text{UI/ml}$; e por Smith et al. (2017) em éguas PSI obesas também no terço final de gestação com valores entre $3,8$ e $4,47$ $\mu\text{UI/ml}$.

Não ocorreu hiperleptinemia em nenhuma das éguas Crioulas do presente estudo, em contrapartida, ocorreu diminuição dos níveis de leptina ($P < 0,05$) do 9º para o 10º mês de gestação. Entretanto, Marchiori et al. (2015) também avaliando éguas Crioulas, encontraram correlação da condição corporal com os níveis de leptina e aumento ($P < 0,05$) nos níveis desta leptina na proximidade do parto no grupo de éguas “obesas”, com diminuição nos níveis nas éguas do grupo “não obesas” no mesmo período. Animais com maior quantidade de gordura corporal apresentam maiores índices de leptina (Cavinder et al., 2007). Porém, não se relacionou os valores de leptina do presente estudo com o peso e com a gordura da base da cauda, corroborando com os achados de Smith et al. (2017) e Abo El-Maaty et al. (2017) em éguas PSI também obesas. A curva decrescente de leptina encontrada por Marchiori et al. (2015) nas éguas Crioulas do grupo “não obesas” no final da gestação é semelhante à curva encontrada no presente estudo em éguas com sobrepeso.

O tempo de gestação das éguas deste estudo foi de $332,78 \pm 2,18$ dias. George et al. (2009), encontraram 346 ± 2 dias de gestação em éguas PSI superalimentadas no terço final de gestação com carboidrato e em éguas da raça Crioula, Winter et al. (2007) encontraram tempo médio de gestação de $335,6 \pm 10,5$ dias. Éguas bem nutridas geralmente possuem menor tempo de gestação do que éguas com limitações nutritivas ou que estejam em ambiente não tão favorável à nutrição durante o período de aleitamento (Satué et al., 2011). Quando a égua possui bom escore corporal, significa que terá uma boa condição nutritiva quando do parto e por isto o potro nasce um pouco antes do período esperado. Em condições nutritivas desfavoráveis por longo período, foi associado aumento do tempo de gestação em 4 a 10 dias para que o feto cresça

mais e com isso se adequa melhor ao ambiente desfavorável (Satué et al., 2011). Em nosso estudo observamos éguas em sobrepeso, e este tempo de gestação inferior á dados na literatura, tanto na raça Crioula, quanto em outras raças (Winter et al., 2007; George et al., 2009), pode ser explicado por este ambiente alimentar favorável .

A correlação positiva do tempo de gestação com o peso dos potros ao nascer é contrária ao que observou Aiex (2008) observando éguas PSI em que potros mais leves foram observados quando o tempo de gestação foi maior.

A correlação positiva do peso das éguas no 10º mês de gestação com o peso dos potros ao nascer ($p < 0,05$), corrobora com Aiex (2008) e Smith et al. (2017) que observaram potros mais pesados nascendo de éguas da raça PSI com maior escore corporal e maior peso, respectivamente, porém, Ousey et al. (2010), não observaram esta relação. Em outras espécies mamíferas o aumento no peso ao nascer foi associado a obesidade, osteoartrites e alterações metabólicas (Long et al., 2010), o que pôde ser observado no presente estudo em uma população de éguas em sobrepeso produzindo 92,85% de potros com alterações articulares aos seis meses de vida.

Na raça PSI foi determinado que os potros nascem com peso acima de 10% de suas mães (Smith, 2016), porém, no presente estudo, os potros nasceram com peso ao redor de 7,76% do peso das éguas no 10º mês de gestação (peso dos potros ao nascer com média $41,41 \pm 1,35$ kg e peso das éguas no 10º mês de gestação com média $533,23 \pm 8,2$ kg e). Na raça Crioula este dado ainda não estava determinado.

Conclusão

Éguas em sobrepeso, à campo e sem suplementação na dieta, apresentaram aumento nos níveis basais de insulina quando da proximidade do parto e produziram 92,85% de potros com osteoartrite distal de tarso aos seis meses de idade. Os níveis de IGF-1 dos potros avaliados são compatíveis aos níveis observados em potros apresentando DOD em outras raças.

Referências Bibliográficas:

AAEP – <https://aaep.org/horsehealth/lameness-exams-evaluating-lame-horse>

ABCCC – www.cavalocrioulo.org.br/institucional/história – acesso em 23/10/2018.

Abo El-Maaty A.M., Mohamed A.H., Abu-Aita N.A., Morgan H.M. Markers for Predicting Overweight or Obesity of Broodmares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2017, 56, p. 9-18.

Abreu, H. C., De La Corte, F.D., Brass, K.E., Pompermayer, E., da Luz, T.R.R., Gasperi, D.. Claudicação em cavalos Crioulos atletas. *Ciencia Rural*. 2011. 41(12). p.2114-2119.

Aiex, L.F. Birth Weight and growth of New Zeland Thoroughbred foals. Thesis of Master of Veterinary Studies. Massey University, NZ. 2008

Amaral, L. A., Marchiori, M., Moraes, B.S., Finger, I., dos Santos, R.S., Nogueira, C.E.W.N.. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2017. 37(2). p.115-120.

Arfuso, F., Giudice, E., Di Pietro, S., Quartuccio, M., Giannetto, C., Piccione, G.. The Dynamics of Serum Lipid and Lipoprotein Profiles in Growing Foals. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2016. 40. p.1 – 5.

Armengou L., Jose-Cunilleras E., Ríos J., Cesarini C., Viu J., and Monreal L.. Metabolic and Endocrine Profiles in Sick Neonatal Foals Are Related to Survival. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2013. 27. p.567–575.

Baccarin, R.Y.A., Pereira, M.A., Roncati, N.V., Furtado, P.V., Oliveira, C.A., Hagen, S.C.F. Identificação dos níveis séricos do fator de crescimento tipo insulina 1 em potros com osteocondrose. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2011, v. 31, n. 8, p. 677-682.

Böhme, K., Conscience-Egli, M., Tschan T, Winterhalter KH, Bruckner P. Induction of proliferation or hypertrophy of chondrocytes in serum-free culture: the role of insulin-like growth factor-I, insulin, or thyroxine. *The Journal of Cell Biology*. 1992. 116(4). P. 1035-1042.

Bryden, W.L., Foote, C.E., Cawdell-Smith, A.J., Anderson, S.T. Insulin dynamics during equine pregnancy – Possible relationship to osteochondrosis in foals. 2013. <https://www.agrifutures.com.au>

Butler, J.A.; Colles, C.M.; Dyson, S.J.; Kold, S.E.; Poulos, K.W.. Clinical Radiology of the Horse. 1996. 3ª edição.

Cavinder, Clay A, Martha M. Vogelsang, Pete G. Gibbs, David W. Forrest, David G. Schmitz. Endocrine Profile Comparisons of Fat Versus Moderately Conditioned Mares Following Parturition. Journal of Equine Veterinary Science. 2007. 27(2). P. 72-79.

Dobbs TN, Foote CE, Cawdell-Smith AJ, Anderson DL, Boston RC, Bryden WL. Glucose and insulin dynamics in mares and their foals. Australasian equine Science symposium. Gold Coast, QLD, Australia 2012. p. 56.

Fortier, L.A, Balkman, C.E, Sandell, L.J, Nixon, A.J.. Insulin-like growth factor-I gene expression patterns during spontaneous repair of acute articular cartilage injury. Journal of orthopaedic research. 2001. 19(4). P. 720-728.

Fortier, L. A., Kornatowski, M. A., Mohammed, H. O., Jordan, M. T., O'Cain, L. C., Stevens, W. B.. Age-related changes in serum insulin-like growth factor-I, insulin-like growth factor-I binding protein-3 and articular cartilage structure in Thoroughbred horses. Equine Veterinary Journal. 2005. 37. P. 37-42.

Frisbie, D.D., Ghivizzani, S.C., Robbins, P.D., Evans, C.H., McIlwraith, C.W.. Treatment of experimental equine osteoarthritis by in vivo delivery of the equine interleukin-1 receptor antagonist gene. Gene Therapy. 2002. 9(1). p.12-20.

Gallio, M., Azevedo, M.S., Brass, K.E., De La Corte, F.D., Lopes, L.F.D.. Prevalência de alterações ósseas no tarso de potros Crioulos de até vinte e seis meses de idade. Ciencia Rural. 2014. 44(8). p.1442-1447.

Gentry, L.R., Thompson, D.L., Gentry, G.T. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. Journal of Equine Veterinary Science. 2004. 24. p.198-203.

George, L.A., Staniar, W.B., Treiber, K.H., Harris, P.A., George, R.J.. Insulin sensitivity and glucose dynamics during pre-weaning foal development and in response to maternal diet composition. *Domestic Animal Endocrinology*. 2009. 37(1). p.23-29.

Gregory, J. Avaliação do desenvolvimento testicular em equinos da raça Crioula no período da peri-puberdade. Dissertação de mestrado. UFRGS. 2012.

Heyden, V.L., Lejeune, J-P., Caudron, I., Detilleux, J., Sandersen, C., Chavatte, P., Paris, J., Delière, B., Serteyn, D. Association of breeding conditions with prevalence of osteochondrosis in foals *Veterinary Record*. 2013. 172. p.68.

Henneke, D.R., Potter, G.D., Krieder, J.L. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal*. 1983. 15. p.371-372.

Johnson, R.J., Rivard, C., Lanaspá, M.A.. Fructokinase, Fructans, Intestinal Permeability, and Metabolic Syndrome: An Equine Connection? *Journal of equine veterinary science*. 2013. 33(2). P.120-126.

Lejeune J., Franck, T., Gangl, M., Scheider, N., Michaux, C., Deby-Dupont, G., Serteyn, D.. Plasma concentration of insulin-like growth factor 1 (IGF-1) in growing Ardenner horses suffering from juvenile digital degenerative osteoarthropathy. *Veterinary Research Communication* 2007. 31. P.185-195.

Long, N.M., George, L.A., Uthlaut, A.B., Smith, D.T., Nijland, M.J., Nathanielsz, P.W. and Ford, S.P. (2010) Maternal obesity and increased nutrient intake before and during gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in adult offspring. *J. Anim. Sci.* 88, 3546-3553.

Maranhão, R. P. A.; Palhares, M. S.; Melo, U. P.; Resende, H.H.C.; Ferreira, C. Utilização de um escore na avaliação radiográfica das lesões osteoartíticas em eqüídeos de tração em Belo Horizonte. In: Congresso do Colégio Brasileiro de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, 7. 2006.

Marchiori, M.O., Kasinger, S., Silva, K.R., Souza, L.S., Amaral, L.A., Nogueira, C.E.W., Roll, V.F.B.. Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas

Crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2015, 67(3), p. 707-715.

McIlwraith, C.W.. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2004. 24(11). P.475 - 479.

Orth M.W.. The regulation of growth plate cartilage turnover. *Journal of Animal Science*. 1999. 77(2). p.183-189.

Ousey, J.C., Fowden, A.L., Wilsher, S. and Allen, W.R. (2010) The effects of maternal health and body condition on the endocrine responses of neonatal foals. *Equine Vet. J.* 40, 673-679.

Paz, C.F.R., Paganella, J.C., dos Santos, C.A., Nogueira, C.E.W., Faleiros, R.R.. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça Crioula *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2013. 65(6). p.1699-1705.

Peugnet, P., Robles, M., Wimel, L., Tarrade, A., Chavatte-Palmer, P.. Management of the pregnant mare and long-term consequences on the offspring *Theriogenology*. 2016. 86(1). p.99-109.

Pimentel, A.M.H. O sexo no crescimento de potros da raça Crioula, dos nascimento aos três anos de idade. *Ciência Rural*. 2017. 47 (1).

Robles, M., Nouveau, E., Gautier, C., Mendoza, L., Dubois, C., Dahirel, M.. Maternal obesity increases insulin resistance, low-grade inflammation and osteochondrosis lesions in foals and yearlings until 18 months of age. *PLoS ONE*. 2018. 13(1). e0190309.

Rossdale, P.D. (1976) A clinician's view of prematurity and dysmaturity in thoroughbred foals. *Proc. Royal Soc. Med.* 69, 631.

Satué, K.; Felipe, M.; Mota, J.; Muñoz, A.. Factors influencing gestational length in mares: A review. *Livestock Science*. 2011. 136. p. 287-294.

Smith, S., Marr, C., Dunnett, C., Menzies-Gow, N.. The effect of mare obesity and endocrine function on foal birthweight in Thoroughbreds. *Equine Veterinary Journal*. 2017. 49. P.461-466.

Van Eps, A.W., Pollitt, C.C.. Equine laminitis induced with oligofructose. *Equine Veterinary Journal*. 2006. 38(3). p.203-208.

Van Weeren, P.R.. Etiology, Diagnosis, and Treatment of OC(D). *Clinical Techniques in Equine Practice*. 2006. 5 (4). p. 248-258.

Whitney, M., *Clinical Veterinary Advisor*. Triglyceride. 2012. p.966.

Winter, G.H.Z., Rubin, M.I.B., De La Corte, F.D., Silva, C.A.M.. Gestational Length and First Postpartum Ovulation of Criollo Mares on a Stud Farm in Southern Brazil. *Journal of Equine Veterinary Science*. 2007. 27 (12). p. 531-534.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de criação proposto com animais a campo em pastagem com gramínea azevém oferece uma condição de escore corporal de sobrepeso e/ou obesidade para éguas em reprodução. Esta condição nutricional propõe osteoartrite das articulações do tarso desses potros e essas lesões se mantêm nos animais quando adultos e não permitem que estes possam competir em condições plenas em provas funcionais. Entretanto, percebeu-se que éguas mais pesadas produzem potros mais pesados e mais altos, o que pode ser uma vantagem em um sistema que prioriza animais mais precoces com boa expectativa para exposições morfológicas na raça Crioula. O sobrepeso, além de favorecer esta condição, parece prejudicar a secreção de IGF-1 nesses animais, importante no reparo e proteção cartilágnea das articulações em desenvolvimento. Síndrome metabólica ou parâmetros similares não foram observados nas éguas nestas condições nem em seus potros neste experimento. Fica evidenciado que, tanto o manejo nutricional intensivo com animais estabulados, quanto o extensivo com animais a campo, estão envolvidos na caracterização desta doença na

raça Crioula quando o sobrepeso esta envolvido. Alterações metabólicas nas éguas prenhas em sobrepeso que influenciam o metabolismo da insulina, podem gerar alterações epigenômicas no desenvolvimento fetal, causando algumas patologias, entre elas as ortopédicas, que irão acarretar em diversos prejuízos na descendência dessas éguas Crioulas quando se tiver expectativa na produção de animais atletas.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCCC – www.cavalocrioulo.org.br/institucional/história – acesso em 23/10/2018.

Abreu, H. C., De La Corte, F.D., Brass, K.E., Pompermayer, E., da Luz, T.R.R., Gasperi, D.. Claudicação em cavalos Crioulos atletas. *Ciencia Rural*. 2011. 41(12). p.2114-2119.

Affonso, A. & Correa, S. Cavalo Crioulo: uma historia de raça. Editora Sagra-DC Luzzatto. Porto Alegre. 1992. p. 11-13.

Amaral, L. A., Marchiori, M., Moraes, B.S., Finger, I., dos Santos, R.S., Nogueira, C.E.W.. Relação entre adiposidade, perfil energético, proteínas inflamatórias e lesões osteoarticulares em equinos jovens sobre diferentes sistemas de criação. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2017. 37(2). p.115-120.

Azevedo, M. S. Avaliação da Performance Funcional dos Animais Premiados na Morfologia da Expointer. 2013, sem publicação.

Baccarin, R.Y.A., Pereira, M.A., Roncati, N.V., Furtado, P.V., Oliveira, C.A., Hagen, S.C.F. Identificação dos níveis séricos do fator de crescimento tipo insulina 1 em potros com osteocondrose. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2011, v. 31, n. 8, p. 677-682.

Barker, D.J.P.. The developmental origins of adult disease. *European Journal of Epidemiology*. 2003. 18. p. 733-736.

Bryden, W.L., Foote, C.E., Cawdell-Smith, A.J., Anderson, S.T. Insulin dynamics during equine pregnancy – Possible relationship to osteochondrosis in foals. 2013. <https://www.agrifutures.com.au>

Dobbs TN, Foote CE, Cawdell-Smith AJ, Anderson DL, Boston RC, Bryden WL. Glucose and insulin dynamics in mares and their foals. *Australasian equine Science symposium*. Gold Coast, QLD, Australia 2012. p. 56.

Gallio, M., Azevedo, M.S., Brass, K.E., De La Corte, F.D., Lopes, L.F.D.. Prevalência de alterações ósseas no tarso de potros Crioulos de até vinte e seis meses de idade. *Ciencia Rural*. 2014. 44(8). p.1442-1447.

George, L.A., Staniar, W.B., Treiber, K.H., Harris, P.A., George, R.J.. Insulin sensitivity and glucose dynamics during pre-weaning foal development and in response to maternal diet composition. *Domestic Animal Endocrinology*. 2009. 37(1). p.23-29.

Gordon, J.I., Turnbaugh, P.J., Ley, R.E., Mahowald, M.A., Magrini, V, Mardis, E.R.. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. 2007. *Nature*. 444. p. 1027-1031.

Heyden, V.L., Lejeune, J-P., Caudron, I., Detilleux, J., Sandersen, C., Chavatte, P., Paris, J., Deliège, B., Serteyn, D. Association of breeding conditions with prevalence of osteochondrosis in foals *Veterinary Record*. 2013. 172. p.68.

Hoffman, R. M. "Carbohydrate metabolism in horses. "International Veterinary Information Service. Eds. Ralston, SL & Hintz, HF, Ithaca, New York, USA. 2003.

Inbar-Feigenberg, M., Choufani, S., Butcher, D.T., Roifman, M., e Weksberg, R.. Basic concepts of epigenetics. *Fertility and Sterility*. 2013. 99 (3). p. 607-615.

Johnson, R.J., Rivard, C., Lanaspá, M.A.. Fructokinase, Fructans, Intestinal Permeability, and Metabolic Syndrome: An Equine Connection? *Journal of equine veterinary science*. 2013. 33(2). P.120-126.

Kasinger, S. Morfometrias da égua e do neonato relacionadas a características de placenta e metabolismo energético no terço final de gestação / Sabine Kasinger; orientador Victor Fernando Büttow Roll; co- orientador Carlos Eduardo Wayne Nogueira - Dissertação de Mestrado do Programa de Zootecnia. Faculdade de Agronomia Elizeu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. 2013.

Lejeune J., Franck, T., Gangl, M., Scheider, N., Michaux, C., Deby-Dupont, G., Serteyn, D.. Plasma concentration of insulin-like growth factor 1 (IGF-1) in growing Ardenner horses suffering from juvenile digital degenerative osteoarthropathy. *Veterinary Research Communication* 2007. 31. P.185-195.

Paz, C.F.R., Paganella, J.C., dos Santos, C.A., Nogueira, C.E.W., Faleiros, R.R.. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça Crioula *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2013. 65(6). p.1699-1705.

Peugnet, P., Robles, M., Wimel, L., Tarrade, A., Chavatte-Palmer, P.. Management of the pregnant mare and long-term consequences on the offspring Theriogenology. 2016. 86(1). p.99-109.

Pimentel, A.M.H. O sexo no crescimento de potros da raça Crioula, dos nascimento aos três anos de idade. Ciência Rural. 2017. 47 (1).

Marchiori, M.O., Kasinger, S., Silva, K.R., Souza, L.S., Amaral, L.A., Nogueira, C.E.W.N, Roll, V.F.B.. Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2015, 67(3), p. 707-715.

McCann, JS and Hoveland, CS. Equine grazing preferences among winter annual grasses and clovers adapted to the southeastern United States. Equine Veterinary Science. 1991. 11: 275–277.

Mcllwraith, C.W.. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. Journal of Equine Veterinary Science. 2004. 24(11). P.475 - 479.

Pons, D. O Cavalo Crioulo. Livraria e Editora Agropecuária. 1993. p. 15-17.

Rogalski, M. Effect of carbohydrates and lignin on preferences for and intakes of pasture plants by mares. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. 1984. 27: 183–193.

Smith, S., Marr, C., Dunnett, C., Menzies-Gow, N.. The effect of mare obesity and endocrine function on foal birthweight in Thoroughbreds. *Equine Veterinary Journal*. 2017. 49. P.461-466.

Teixeira, T.F.S., Collado, M. C, Ferreira, C.L.L.F., Bressan, J, Peluzio, M.C.. Potential mechanisms for the emerging link between obesity and increased intestinal permeability. *Nutrition Research*. 2012. 32. p. 637-647.

Van Eps, A.W., Pollitt, C.C.. Equine laminitis induced with oligofructose. *Equine Veterinary Journal* 2006. 38(3). p.203-208.

Watts, K.A. *Clinical Techniques in Equine Practice*. 2004. 3 (1). p. 88-95.