

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Medidas morfométricas e perfil energético de éguas da
raça Crioula no terço final da gestação.**

Millie de Oliveira Marchiori

Pelotas, 2014

Millie de Oliveira Marchiori

Medidas morfométricas e perfil energético de éguas da raça crioula no terço final da gestação.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências, na área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Co-Orientador: Dr. Carlos Eduardo Wayne Nogueira

Pelotas, 2014

Dados de catalogação na fonte:

(Gabriela Machado Lopes - CRB: 10/1842)

M315m Marchiori, Millie de Oliveira

Medidas morfométricas e perfil energético de éguas da raça crioula no terço final da gestação / Millie de Oliveira Marchiori ; Victor Fernando Buttow Roll, orientador ; Carlos Eduardo Wayne Nogueira, coorientador. — Pelotas, 2014. 87 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Morfometria. 2. Gestação. 3. Obesidade. 4. Raça Crioula. I. Roll, Victor Fernando Buttow, orient. II. Nogueira, Carlos Eduardo Wayne, coorient. III. Título. CDD : 636.1082

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Wayne Nogueira (Orientador)

Prof^a. Dra. Bruna da Rosa Curcio

Prof. Dr. Cássio Cassal Brauner

Prof^a. Dra. Sandra Fiala Rechsteiner

Prof. Dr. Charles Ferreira Martins (Suplente)

“Pedi, e dar-se-vos-á;

buscai, e achareis;

batei, e abrir-se-vos-á”,

assim diz o Senhor.

Mateus 7:7

A Lorena Amaral que tanto me
incentivou a seguir na área acadêmica

Ao Leonardo por abdicar de seu
tempo em prol do meu

A minha família por acreditar na
consistência de meus sonhos

Aos Cavalos minha maior paixão

DEDICO

Agradecimentos

À Deus, por ter colocado na minha vida pessoas essenciais para meu amadurecimento e crescimento pessoal e profissional, por ter me dado força para ultrapassar cada obstáculo que surgiu durante minha trajetória.

À minha família, por ter me dado força nos momentos em que pensei em desistir diante de alguma das inúmeras dificuldades impostas pela vida. Por me ensinarem diariamente, através de exemplos, a ser uma pessoa melhor, por acreditarem em mim e na consistência dos meus sonhos. Amo todos vocês, extensivo ao Tio Iberê.

Ao Leonardo, marido exemplar, paciente, carinhoso e sempre muito solícito. Capaz de abdicar de seu tempo e suas atribuições em função das minhas. Amor foste definitivamente essencial para que eu conseguisse atingir mais este objetivo.

Ao meu co-orientador, Carlos Eduardo Wayne Nogueira, por ter me oportunizado situações que me fizeram crescer profissionalmente. Muito obrigada pelos seus ensinamentos e conselhos, foram muitíssimo válidos.

Ao meu orientador Victor Fernando Büttow Roll, pela grande oportunidade de trabalho, por acreditar no meu potencial, pelo auxílio durante esse período de mestrado e, por acreditar nessa nova linha de trabalho.

À minha grande amiga Lorena Amaral, pelo apoio, carinho e demonstração de amizade, estando incondicionalmente ao meu lado e sempre acreditando no meu potencial. Muito muito obrigada, serei eternamente grata.

À Sabine pela parceria durante o mestrado e a amizade construída no decorrer desse período. Aos meus companheiros de trabalho durante a coleta de dados no campo, Leticia e Kauã, muito obrigada pela dedicação.

À Lorena Feijó, Josiane Feijó e Paulinha pelo auxílio e orientação na fase laboratorial desse estudo.

Aos Prof. Charles e Bruna pela disposição e dedicação em ajudar. Muito Obrigada.

À Aline Schuster estagiária fiel, sempre atenciosa e dedicada. As colegas Ilusca e Cláudia, sempre dispostas a ajudar, serei sempre grata.

Aos colegas da Clínica Albeitar, Carlos A. dos Santos, Cassiano A. Portela e Lorena Amaral, amigos que sempre me apoiaram e me incentivaram nessa trajetória.

Aos proprietários Fábio Ruivo, Pierre Almeida e Glauco Xavier, por acreditarem na seriedade do nosso trabalho e abrirem as portas de suas propriedades para que pudessemos realizar este estudo.

Resumo

MARCHIORI, Millie. **Medidas morfométricas e perfil energético de éguas da raça crioula no terço final da gestação**. 87f. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo foi descrever as medidas morfométricas e o perfil energético de éguas da raça Crioula no terço final da gestação. Foram realizadas 40 observações oriundas de 10 éguas da raça Crioula no terço final da gestação, com escore corporal normal. As avaliações morfométricas das éguas ocorreram no 8º, 9º, 10º e 11º mês de gestação. As variáveis analisadas foram: peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), circunferência do perímetro abdominal (PA), peso metabólico (PM), porcentagem de gordura corporal (GC), altura da crista do pescoço (AC), espessura de gordura subcutânea na base da cauda (EGBC) e retroperitoneal (EGRP). Além destas avaliações foram avaliados os níveis séricos de ácidos graxos não esterificados (NEFA) e triacilglicerídeos (TAG). Este estudo demonstrou que as éguas da raça Crioula apresentaram um incremento linear das variáveis morfométricas analisadas, aumentando também suas reservas energéticas no terço final da gestação. Dentre os locais de deposição de gordura analisados, a espessura de gordura subcutânea na base da cauda foi a que demonstrou maior incremento ($P < 0,01$). Através do perfil energético foi possível afirmar que os animais dessa raça, não apresentaram balanço energético negativo nos meses avaliados. No segundo artigo, foram realizadas 80 observações oriundas de 20 éguas Crioulas, com o intuito de avaliar o perfil energético e as características morfométricas durante o terço final da gestação. Os animais foram divididos em dois grupos conforme o escore corporal (BCS). No GrN estavam as éguas gestantes que apresentavam BCS 5 ou normal, no GrO estavam as éguas que possuíam BCS 9 ou obesas. O perfil energético foi analisado através das concentrações séricas de NEFA, TAG, Leptina e adiponectina. As avaliações morfométricas foram realizadas pelas mensurações do peso corporal, perímetro torácico, circunferência do perímetro abdominal, peso metabólico, porcentagem de gordura corporal, altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda e retroperitoneal. Os resultados das mensurações morfométricas nos permitem concluir que em ambos os grupos houve ganho de peso no último trimestre de gestação, porém os resultados foram mais expressivos nas éguas de escore corporal normal (GrN). As éguas do grupo controle (GrN) apresentaram maior ganho de peso no terço final de gestação, havendo um incremento significativo no perímetro torácico, peso metabólico, perímetro abdominal no 12º espaço intercostal e no acúmulo regional de gordura na base da cauda. Já os animais do GrO, apresentaram aumento somente no PA. No perfil energético pode-se perceber que as éguas em ambos os grupos não apresentaram balanço energético negativo em relação aos níveis de Triglicerídeos e NEFA. A Leptina foi a variável que melhor se correlacionou com o BCS ($P = 0.0001$), % GC ($P = 0.0001$), havendo no GrO um incremento nos níveis séricos de Leptina com o decorrer da gestação. Através dos métodos utilizados neste trabalho, foi possível a avaliação prática da morfometria das éguas da raça Crioula no terço final da gestação, possibilitando de forma objetiva, a identificação de indivíduos obesos.

Palavras-chave: gestação, morfometria, balanço energético, potro, metabolismo

Abstract

MARCHIORI, Millie. **Morphometric measurements and energy profile of Crioulas mares in the last third of gestation.** 87f. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The objective was to describe the morphometric measurements and energy profile of the Crioula breed mares in the last third of gestation. There were realized 40 observations derived from 10 Crioula breed mares that were performed at the end of gestation, with normal body condition. The morphometric evaluations of mares occurred on the 8th, 9th, 10th and 11th month of gestation. The variables analyzed were: body weight (PC), heart girth (PT), waist circumference (PA), metabolic weight (PM), percentage body fat (GC), height of the crest of the neck (AC), thickness subcutaneous fat on the base of the tail (EGBC) and retroperitoneal (EGRP). Beyond these assessments were evaluated serum levels of non-esterified fatty acids (NEFA) and triacylglycerides (TAG). This study demonstrated that the Crioula breed mares showed a linear increase of the morphometric variables, also increasing their energy reserves at the end of gestation. Among the sites analyzed fat deposition, the thickness of subcutaneous fat at the base of the tail was demonstrated the highest increase ($P < 0.01$). Through the energy profile, was possible to say that animals of this breed showed no negative energy balance in the evaluated months. In the second article, 80 observations derived from 20 Crioulas mares were performed in order to evaluate the energy profile and morphometric characteristics during the last third of gestation. The animals were divided into two groups according to body condition score (BCS). In GrN were pregnant mares, who had BCS 5 or normal, the GrO were mares that had BCS 9 or obese. The energy profile was analyzed by serum level NEFA, TAG, leptin and adiponectin. The morphometric evaluations were performed by measuring body weight, thoracic perimeter, waist circumference, metabolic weight, body fat percentage, height of the crest of the neck, fat thickness at the base of the tail and retroperitoneal. The results of morphometric measurements allow us to conclude that in both groups there was weight gain in the last trimester of pregnancy, but the results were more significant in normal body condition mares (GrN). The mares in the control group (GrN) had greater weight gain in the third trimester of gestation, with a significant increase in heart girth, metabolic weight, abdominal circumference in the 12th intercostal space and regional fat accumulation in the base of the tail. On other hand, the animals of the GRO showed an increase only in PA. In the energy profile can be seen that the mares in both groups showed no negative energy balance in relation to the levels of triglycerides and NEFA. Leptin was the variable that best correlated with BCS ($p < 0,0001$), % BF ($p < 0,0001$), happening in GrO an increase in leptin serum levels during the gestation. By the methods used in this study, it was possible the practical evaluation of morphometry of the Crioula breed mares in the last third of gestation, allowing an objective way to identify obese individuals.

Keywords: pregnant, morphometry, energy balance, foal, metabolism

Lista de Tabelas

Artigo 1 Medidas morfométricas e perfil energético de éguas crioulas no terço final da gestação.

Tabela 1	Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis peso corporal, perímetro torácico, peso metabólico e perímetro abdominal durante o 8 ^o ,9 ^o ,10 ^o e 11 ^o mês de gestação.....	56
Tabela 2	Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal durante os meses de gestação avaliados.....	56
Tabela 3	Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis metabólicas analisadas nos meses de gestação.....	57

Artigo 2 Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais.

Tabela 1	Valores médios (\pm erro padrão da média) dos grupos controle (GrN) e GrO nas variáveis peso corporal, perímetro torácico, peso metabólico e perímetro abdominal durante o 8 ^o ,9 ^o ,10 ^o e 11 ^o mês de gestação.....	70
Tabela 2	Valores médios (\pm erro padrão da média) dos grupos controle (GrN) e GrO das variáveis altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal durante os meses de gestação avaliados.....	71
Tabela 3	Média (\pm erro padrão) dos grupo controle (GrN) e GrO referente aos níveis séricos de Triacilglicerídeos, Ácidos Graxos Não Esterificados, Leptina e Adiponectina no decorrer dos meses de gestação.....	72

Lista de abreviaturas e siglas

ACTH – Hormônio Adenocorticotrófico
BCS - Pontuação do escore corporal
ELISA – Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
GH – Hormônio do Crescimento
GrN - Grupo de éguas com escore corporal normal
GrO - Grupo de éguas obesas
HDL – Lipoproteína de alta densidade
IL - Interleucina
LDL – Lipoproteína de baixa densidade
LH – Hormônio Luteinizante
MSH – Hormônio melanotrófico estimulante
NEFA - Ácidos graxos não esterificados
RNAm – Ácido desoxiribonucleico mensageiro
SAA - Amilóide A
SME - Síndrome metabólica equina
TAG - Triacilgliceróis
TNF- α - Fator de Necrose Tumoral α
TSH – Hormônio estimulante da tireóide
VLDL - Lipoproteínas de densidade muito baixa

Sumário

RESUMO.....	8
Abstract.....	9
Lista de Tabelas.....	10
Lista de Abreviaturas.....	11
1.INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Características da gestação	15
2.2. Ganho de peso na gestação.....	16
2.3. Métodos de avaliação morfométrica.....	18
2.4 Obesidade na Gestação.....	20
2.5 Perfil energético.....	23
2.5.1. Lipídios.....	24
2.5.2. Triglicerídios.....	25
2.5.3. Ácidos Graxos não-esterificados (NEFA).....	26
2.5.4.Leptina e Adiponectina.....	27
2.5.5. Balanço energético negativo: Lipólise.....	30
3. OBJETIVOS.....	33
4. PROJETO.....	34
5. RELATÓRIO DE CAMPO.....	47
Artigo 1.....	51
Artigo 2.....	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1. Introdução

A gestação é um período marcado por várias alterações metabólicas, especialmente devido à demanda energética necessária durante o terço final em função do crescimento fetal e início da lactação. Um desequilíbrio entre as reservas maternas e o suprimento nutricional do feto pode muitas vezes levar a um balanço energético negativo, situação descrita em algumas espécies, como os bovinos (PRESTES & LANDIN-ALVARENGA, 2006). Na espécie equina, existem poucos estudos avaliando o perfil energético de éguas gestantes (KASINGER, 2013).

A fase de desenvolvimento fetal é um momento de grande vulnerabilidade as influências ambientais, incluindo a nutrição materna, que pode levar a distúrbios metabólicos (NATHANIEL, 2006). Portanto, o monitoramento do padrão corporal de éguas gestantes é uma das formas de prevenir o aparecimento de alterações metabólicas no neonato.

A estimativa do ganho de peso corporal é uma prática de grande importância no manejo de equinos, de maneira que métodos alternativos ao uso da balança através de medidas corporais têm sido propostos. Todavia, existem controvérsias quanto à aplicação desses métodos em éguas gestantes a partir do terceiro trimestre de gestação (SERRA et al, 2012).

O aumento atual e alarmante da obesidade dos animais de companhia destacou a necessidade de um método simples para quantificar e monitorar alterações no teor de gordura corporal (GERMAN, 2006; SILLANCE et al., 2006; LAFLAMME, 1997ab). Segundo Argo et al., (2009) a obesidade já atinge cerca de 50% dos equídeos. Este fato pode ser uma consequência direta da domesticação e de novos métodos na criação de cavalos (SCHEIBE & STREICH, 2003).

O sistema de pontuação do escore corporal (BCS) usado neste estudo foi inicialmente concebido para marcar a cobertura de carne em animais de produção e posteriormente adaptado para medir a gordura em cavalos (HENNEKE et al., 1983; DUGDALE et al., 2012).

Para auxiliar na identificação do BCS e captar alterações mais sutis no padrão de gordura corporal, técnicas objetivas, como a ultrassonografia, devem ser utilizadas. A avaliação ultrassonográfica de pontos anatômicos é um método viável, além de ser uma técnica de mensuração extremamente confiável e de baixo custo (WESTERVELT et al., 1976; GENTRY et al., 2004, DUGDALE et al., 2011a). Segundo Carter et al., (2009), a mensuração da adiposidade da crista do pescoço também podem auxiliar na determinação do escore corporal, correlacionando inclusive alguns resultados a distúrbios metabólicos.

É importante ressaltar que no Brasil, somente no ano de 2013, foram registrados 27.753 animais novos na raça Crioula. A atividade envolve grandes investimentos, movimentando o mercado nacional e internacional (ABCCC, 2013). Assim sendo, pesquisas na área da gestação e perinatologia de eqüinos são necessárias para fornecer a criadores e proprietários maiores informações visando aprimorar o manejo gestacional das éguas dessa raça, a fim de minimizar perdas econômicas e obter potros saudáveis, aptos a desempenhar futuramente as atividades atléticas para as quais serão destinados.

O monitoramento dos parâmetros morfométricos de éguas gestantes e a avaliação do perfil bioquímico energético pode auxiliar no entendimento do comportamento metabólico desses animais. Dentre alguns marcadores metabólicos estão os Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA), os Triacilgliceróis (TAG), a Leptina e a Adiponectina.

O objetivo deste estudo foi descrever as medidas morfométricas e o perfil energético de éguas da raça Crioula no terço final de gestação.

2. Revisão de Literatura

2.1 Características da Gestação

O período gestacional em equinos para obtenção de um potro viável é de 320 a 360 dias (PANCHAL, 1995). Entretanto, fatores ambientais, maternos e fetais podem influenciar o tempo de gestação (MOREL et al., 2002).

A placenta é um órgão transitório formado por tecidos maternos e fetais, responsável pelas trocas metabólicas entre mãe e conceito, e pela secreção e produção de hormônios necessários para manutenção da gestação. A placenta da égua é classificada como epiteliocorial, difusa, microcotiledonária e adeciduada. A aderência placentária ocorre somente por volta dos dias 24 a 40. Este tipo de placentação não é invasiva e produz uma mínima resposta celular materna, sendo classificada como epiteliocorial uma vez que o epitélio uterino está em contato com a camada do córion, apresentando, seis camadas de tecido entre os capilares materno e fetal (PRESTES & LANDIN-ALVARENGA, 2006).

A unidade funcional da placenta são as vilosidades coriônicas. As vilosidades são pequenas projeções que se originam da superfície do córion e se aderem ao endométrio, formando a unidade materno-fetal. Em adição ao desenvolvimento de microcotilédones, as glândulas endometriais mantêm a funcionalidade durante a gestação e secretam proteínas dentro de espaços denominados aréola, adjacentes aos microcotilédones. Essa forma secundária de nutrição na égua prenha, sem dúvidas desempenha um importante papel no auxílio à demanda necessária pelo rápido crescimento fetal, especialmente durante os últimos dois meses de gestação (HAY, 1995; JANSSON & POWELL, 2006).

2.2 Ganho de Peso na Gestação

Para estabelecer um programa de alimentação de éguas de cria, é necessário levar em consideração a manutenção corporal da égua, o crescimento, desenvolvimento fetal e a produção de leite. Problemas na formulação da dieta de éguas gestantes podem causar problemas não só à égua, mas também no desenvolvimento fetal e neonatal (HUNTINGON, 2012).

Lawrence *et al.*, (1992) estudaram o ganho de peso e as mudanças na condição corporal de éguas prenhes e observaram aumento médio de 16% sobre o peso inicial. Porém somente 30% desse aumento ocorreu no último trimestre de gestação, sendo que a maior taxa de ganho de peso aconteceu no segundo trimestre de gestação. Estimativas de depósitos de gordura corporal (BCS e espessura de gordura subcutânea na garupa) também aumentam durante o segundo trimestre de gestação. Estas observações sugerem que os requisitos nutricionais durante a gestação não podem limitar-se ao último trimestre.

Tradicionalmente, os profissionais da indústria dividiam a gestação de uma égua em dois períodos nutricionais distintos: (1) desde o momento que a égua era diagnosticada prenhe até cerca de oito meses (primeiro e segundo trimestre), e (2) dos nove aos onze meses de gestação ou até o nascimento (final de gestação)(NRC, 1989). No entanto, este conceito mudou, as pesquisas realizadas nessa área demonstraram que certos nutrientes vitais devem ser aumentados antes do final da gestação (NCR, 2007). Os nutrientes ingeridos no decorrer dos meses de gestação devem ser os mesmo, porém as quantidades devem variar. Segundo HUNTINGON, (2012), as éguas devem ser divididas em: éguas com gestação precoce e não lactantes (0 a 4 meses de gestação), éguas no segundo terço da gestação (5 a 8 meses de gestação), éguas no final da prenhes (9 a 11 meses de gestação) e éguas lactantes (vazias ou com prenhes precoce).

O crescimento fetal é muito lento nos primeiros meses de gestação. Aos sete meses, um feto representa menos que 2% do peso corporal da égua, e apenas 10 a 15% do seu peso ao nascer (FRAPE *et al.*, 1998). A maior parte do crescimento fetal ocorre nos últimos meses de gestação e, portanto, suas necessidades nutricionais são significativamente maiores. Devido à curva de crescimento não-linear do feto, a égua prenha apresenta necessidades energéticas também não-lineares. Até o quarto mês de gestação, éguas gestantes têm requisitos de energia

semelhantes às éguas vazias, mas estes requisitos aumentam após o 5º mês de gestação (SAMUEL et al., 1974).

O ganho de peso observado no segundo trimestre de gestação, segundo Lawrence et al, (1992), não pode ser totalmente atribuído ao desenvolvimento da placenta e do feto. O aumento da condição corporal e espessura de gordura na garupa nesse período sugerem que as éguas aumentam também as suas reservas corporais de gordura, para mobilizá-las durante a lactação, ou seja, próximo aos 75 dias de parição.

Não há normalmente uma regra que defina a quantidade de alimento ingerido pelos animais a campo. As variações do escore corporal apresentam influência da raça, idade, metabolismo individual, além de fatores extrínsecos ao animal, como a época do ano, que tem ação direta sobre a qualidade do pasto. Quando éguas prenhas podem auto-regular o consumo de energia com forragem de boa qualidade, elas irão consumir o suficiente para armazenar gordura corporal a fim de utilizar essa reserva quando for necessário (HUNTINGTON, 2012). Da mesma forma, o fornecimento de ração, quando presente, deve ser apenas oferecido para que a égua mantenha um estado corporal moderado, para que ela tenha condições de armazenar gordura corporal durante a gestação a fim de utilizá-la durante a lactação.

A perda de peso ou o baixo escore corporal das éguas durante o período gestacional pode não significar que tenham potros mais leves e menores, porém terão uma diminuição na produção do colostro e do leite, diminuindo assim a imunidade passiva do potro e a taxa de crescimento (BANACH & EVANS, 1981 apud HUNTINGTON, 2012). Estas éguas também, segundo Henneke et al, (1984), poderão apresentar reduzida eficiência reprodutiva no pós-parto. Hines et al, (1987), relatou ainda que éguas magras apresentam um tempo de gestação mais prolongado.

Assim como nas éguas magras, a obesidade também pode diminuir a produção de leite da égua (BANACH & EVANS et al., 1981). O peso do potro ao nascimento, no entanto, parece ser pouco afetado pelo ganho de peso materno durante a gestação (WILSCHER & ALLEN., 2003).

2.3 Métodos de Avaliações Morfométricas

A avaliação da condição corporal de éguas gestantes é de grande importância no manejo diário. O monitoramento nutricional nessa fase pode evitar problemas clínicos e metabólicos na égua e no feto. Para avaliar a morfometria dos animais a campo, Henneke et al, (1983), Gentry et al, (2004), Carter et al, (2009) e Dugdale et al, (2011a), estabeleceram técnicas de medidas corporais sensíveis e práticas que auxiliam no monitoramento do incremento ou na diminuição de gordura corporal.

Henneke et al, em 1983, criaram um sistema de pontuação da condição do escore corporal (BCS). Este é um método extremamente prático de ser efetuado a campo. O escore corporal (BCS) é uma medida subjetiva originalmente descrita por Henneke et al, (1983) e modificada por Kohnke et al em 1992, o qual inclui uma escala de 9 pontos, sendo o BCS 1 (muito magro) e o BCS 9 (extremamente gordo). O BCS é obtido através da visualização e palpação de seis pontos anatômicos distintos (pescoço, cernelha, lombo, base da cauda, costelas e ombro). Para cada região é dada uma nota e através da média das seis pontuações chega-se ao resultado final (KOHNEKE et al., 1992; CARTER et al., 2009).

O BCS é um método de avaliação aceitável da adiposidade aparente em cavalos, correlacionando-se com a espessura de gordura subcutânea (HENNEKE et al, 1983;. GENTRY et al, 2004), a concentração de leptina, a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina (VICK et al, 2007).

Em um estudo realizado por Dugdale et al, (2012), foi comparado e avaliado o desempenho do sistema BCS comumente utilizado e a influência das diferenças em seu método de aplicação como um preditor do conteúdo de gordura corporal numa população mista de 77 cavalos adultos e pôneis. Segundo os autores, apesar da relação entre o BCS e a variável (teor de gordura corporal) não ser linear, houve uma associação linear quase perfeita entre o BCS e os tecidos moles totais do corpo, apoiando a continuação da aplicação deste sistema na avaliação da condição corporal total (DUGDALE et al, 2012).

Medidas corporais maternas também são usadas em humanos durante a gestação como método de acompanhamento do peso fetal, através da circunferência abdominal (LORENZO et al, 2012).

Segundo Dugdale et al, (2010), o BCS pode ser representativo do conteúdo de gordura corporal, no entanto estes autores sugerem que os animais obesos devem ser monitorados também através do perímetro abdominal e/ou massa corporal, pois estas medidas são auxiliares na predição do BCS no monitoramento do teor de gordura corporal. Isto se deve ao fato de que nos animais obesos, os pontos anatômicos essenciais para a classificação do BCS estão cobertos por gordura e a pontuação de cada uma das seis regiões corporais fica mais difícil (TEASDALE & JENNETT, 1974).

Para auxiliar na identificação do BCS e captar alterações mais discretas no padrão de gordura corporal, técnicas objetivas, como a mensuração do perímetro abdominal e a ultrassonografia, devem ser utilizadas. A avaliação ultrassonográfica de pontos anatômicos específicos é um método bastante viável, além de ser uma técnica de mensuração extremamente confiável e de baixo custo (WESTERVELT et al., 1976, GENTRY et al., 2004). Segundo Gentry et al, (2004), a espessura da gordura subcutânea na base da cauda, é a medida que mais se correlaciona com as alterações no padrão corporal. Dugdale et al, (2011a), aferiram dentre outras, a espessura da gordura retroperitoneal ventral e verificou uma forte associação entre essa medida e o aumento do peso corporal.

Além dessas medidas objetivas, Carter et al, em 2009, correlacionaram a altura da crista do pescoço a mudanças no padrão corporal e a distúrbios metabólicos. A forte correlação entre a espessura de gordura da crista medida ao nível da quarta vértebra cervical e de gordura total das carcaças foi registrado em alguns equinos (ZNAMIROWSKA et al., 2005). Segundo o autor a circunferência do pescoço ou o escore da crista podem fornecer estimativas indiretas de resistência a insulina e adiposidade corporal (ZNAMIROWSKA et al, 2005; CARTER et al, 2009; DUGDALE et al, 2010).

Além das medidas morfométricas citadas a cima, outros padrões de avaliação também podem ser realizados para fornecer ao criador um auxílio no monitoramento do escore corporal dos seus animais. Dentre estas estão a altura e comprimento do animal, perímetro torácico, o perímetro abdominal, o peso metabólico e o cálculo da porcentagem de gordura corporal (KASINGER, 2013).

O peso das éguas no terço final da gestação pode ser estimado utilizando-se a fita-peso padrão disponível comercialmente para espécie equina; o peso

metabólico pode ser aferido através das medidas de perímetro torácico (PT) e comprimento (B) aplicadas à fórmula $PT^2+B/11880$ descrita por HALL (1971).

A mensuração com fita métrica dos perímetros de circunferência torácica na região do esterno, após expiração, além da circunferência no 12º espaço intercostal (CARROLL & HUNTINGTON, 1988) também são métodos bastante simples de ser utilizados. Segundo Dugdale et al, (2010), a circunferência abdominal proporciona um índice potencialmente útil para monitorar as alterações no peso corporal. A porcentagem de gordura corporal pode ser determinada através da fórmula $Y= 8.64+ 4.70X$, onde X é a espessura de gordura subcutânea na garupa conforme descrito por Westervelt et al, (1976). Tais avaliações podem ser facilmente realizadas no monitoramento da condição corporal dos animais no campo.

2.4 Obesidade na Gestaçã

O crescente interesse na pesquisa da obesidade está centrado no reconhecimento de que tal condição desempenha um papel na patogênese de vários distúrbios metabólicos adversos em humanos e animais domésticos, incluindo cavalos. A importância da égua em relação a outras espécies domésticas no estudo da obesidade e de alguns distúrbios metabólicos é justificada devido sua condição monovular. Existe dessa forma uma semelhança significativa na foliculogênese e distúrbios metabólicos (por exemplo, Síndrome Metabólica Equina) entre os equinos e os seres humanos (GASTAL et al., 2011).

A obesidade é definida como um acúmulo de gordura excessivo, ao ponto que atinge a otimização das funções corporais. Essa condição vem aumentando em animais de companhia, como consequência da sobrecarga de glicídeos e gorduras na dieta, castração, sedentarismo e resistência à insulina (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Durante o inverno, em um ambiente natural, o apetite diminui e os animais entram num período de balanço energético negativo. Os animais maduros perdem massa e condição corporal, enquanto os animais jovens diminuem a taxa de crescimento. Na primavera/verão, quando as pastagens são abundantes e de ótima qualidade, os animais adultos recuperam massa corporal e reserva adiposa, enquanto os jovens demonstram crescimento compensatório. Em condições domésticas, o fornecimento de abrigo e forragem, juntamente com baixa atividade

física, combinam-se para diminuir as limitações naturais de inverno sobre o crescimento e deposição de gordura. Ao facilitar a manutenção de alimentos durante todo o ano, o balanço energético positivo, acaba gerando uma deposição de gordura acumulativa podendo culminar rapidamente no desenvolvimento da obesidade (DUGDALE et al, 2010).

Segundo Argo et al, (2009), a obesidade já atinge cerca de 50% dos equídeos. Este fato pode ser uma consequência direta da domesticação e de novos métodos na criação de cavalos.

A obesidade ou os depósitos de gordura regionais predis põem cavalos e pôneis ao desenvolvimento de doenças bastante graves nessa espécie, como o caso da laminite. Dados obtidos pelo National Animal Health Monitoring System apontam para que 4,5% da população de cavalos nos Estados Unidos são obesos ou apresentam excesso de peso (GEOR & HARRIS, 2009). No entanto, outro estudo prospectivo realizado com 300 cavalos revelou que 19% destes eram obesos (escore de condição corporal entre 7 a 9/9) com uma prevalência bastante superior (TATCHER, 2008). Na Escócia, dados envolvendo cavalos de lazer, revelaram que 32% de um total de 319 cavalos eram obesos (BCS 6, escala de 1 a 6) e que 35% tinham excesso de peso (BCS 5) (GEOR & HARRIS, 2009 apud LAMAS, 2010).

A obesidade já é considerada um estado inflamatório crônico (DANDONA et al., 2004). O tecido branco adiposo é composto de adipócitos, fibroblastos, células endoteliais e macrófagos (BERG & SCHERER, 2005). Estudos tem demonstrado que estes adipócitos e macrófagos secretam, além das adipocinas, uma variedade de citocinas pró-inflamatórias, como TNF- α , IL-6 e IL-1 em humanos e roedores (MOSCHEN, 2006). VICK et al, (2008), demonstraram que os adipócitos dos equinos também são capazes de produzir citocinas inflamatórias como TNF- α . Segundo Vick et al, (2007) e Adams et al, (2009), os cavalos obesos apresentam aumento dos níveis circulantes de citocinas inflamatórias.

No entanto, Suagee et al, (2011), investigaram a relação entre a adiposidade e proteínas inflamatórias, especialmente TNF- α , IL -6, IL- 1b, e SAA, em cavalos. As correlações não demonstraram uma relação previsível entre a adiposidade ou níveis séricos de insulina e as concentrações de citocinas inflamatórias. Outros fatores, no entanto, como a idade e o gênero, se correlacionam e se destacaram como um fator potencial de influência no estado inflamatório basal.

Em humanos , o tecido adiposo (TA), originário de diferentes depósitos mostra diferentes perfis de expressão gênica . Em cavalos , o risco de certas desordens metabólicas também pode ser influenciada pelo impacto de depósitos específicos. Em cavalos , esta relação não tem sido extensivamente estudada. Bruynsteen et al, (2013) estudaram a expressão do RNAm de genes relacionados com a inflamação, dentre eles leptina e adiponectina, e observaram sua estabilidade em oito diferentes depósitos de gordura coletados a partir da nuca , abdômen (mesentério , retroperitônio e peri- renal) e região subcutânea (base da cauda e lombo). A expressão do RNAm da leptina e adiponectina diferiram significativamente entre em depósitos ($P < 0,05$). Sugerindo que a localização do tecido adiposo está associado com diferentes expressões do RNAm de genes relacionados com a infamação.

Em equinos, há poucos dados sobre a influência das alterações geradas pela obesidade em éguas gestantes. Um dos primeiros estudos realizados com éguas gestantes obesas foi realizado por Kubiak et al, (1988). Segundo os autores, as éguas obesas não apresentavam diferença das éguas de escore corporal normal nas variáveis peso do potro ao nascer e tempo das fases do parto.

Um problemas frequentemente observado no manejo de éguas gestantes é o fornecimento de dietas ricas em energia durante a metade e o final do período gestacional. Muitas vezes tal procedimento pode desencadear um quadro de obesidade (PAGAN et al., 2005). A obesidade em reprodutoras deve ser evitado para reduzir problemas como Síndrome Metabólica Equina, resistência à insulina, e / ou laminite (GEOR E HARRIS, 2009), reduzindo o potencial de deformidades angulares nos membros dos neonatos. Tem sido especulado, que o aumento de deformidades angulares em potros oriundos de éguas obesas pode estar relacionado ao acúmulo excessivo de gordura interna levando à compressão do movimento do potro no útero, mas esta é uma hipótese ainda não está comprovada. A alteração hormonal relacionada à obesidade como resistência à insulina pode ser a explicação mais relevante.

O monitoramento nutricional de éguas gestantes, através do BCS, e de medidas objetivas como a mensuração ultrassonográfica e a altura da crista do pescoço, são algumas formas de identificar animais obesos, que possam apresentar distúrbios metabólicos como resistência a insulina, hiperleptinemia, dentre outras alterações que predisponham a modificações no metabolismo fetal, aumentando

também o risco de laminite (CARTER et al., 2009). No entanto, tais métodos ainda são pouco utilizados na avaliação da condição corporal dos animais à campo.

2.5 Perfil energético

Durante a gestação ocorre aumento da necessidade de energia , uma vez que o feto é totalmente dependente dos substratos energéticos obtidos a partir das reservas maternas. Dessa maneira, ocorrem alterações metabólicas na gestação com a finalidade suprir nutricionalmente o feto em desenvolvimento, fornecer condições de manter um estoque de energia para o início da vida neonatal e armazenar energia para o começo da lactação ou eventual período de restrição alimentar durante a lactação (PRESTES & LANDIN-ALVARENGA, 2006).

Aoki & Ishiim, (2011), realizaram um estudo do perfil bioquímico de éguas gestantes analisando ácidos graxos não esterificados (NEFA), triglicerídios (TAG) e colesterol total como marcadores metabólicos do perfil energético e não encontraram alterações nos níveis de NEFA e TAG no período pré-parto. Kearns et al, (2006), avaliaram as concentrações plasmáticas de adiponectina e leptina em 23 éguas maduras (idade: 10 ± 3 anos) para testar a hipótese de que adipocitocinas são proporcionais à adiposidade em cavalos. A espessura de gordura da garupa foi medida usando a ultrassonografia e o percentual de gordura corporal (% de gordura), calculada utilizando uma fórmula publicada para a estimativa da gordura em cavalos. Segundo o autor, os dados sugerem que a leptina é proporcional enquanto a adiponectina é inversamente proporcional à adiposidade em cavalos. O aumento da leptina pode ocorrer devido a um quadro de resistência à leptina , ou pode também ser devido a um efeito vascular .

Hotta et al, (2001), afirmaram que a expressão do RNAm da adiponectina diminui com o aumento da adiposidade. A expressão do gene da adiponectina é inibida pelo aumento da insulina , TNF- α e concentração de dexametasona em adipócitos(FASSHAUER et al.,2002). Hotamisligil et al.,(1993) e Matsuzawa, (2006) observaram que em indivíduos obesos ocorre um aumento do TNF- α , o qual suprime a produção e/ou liberação de adiponectina pelos adipócitos, justificando dessa forma a correlação negativa da adiponectina com o aumento da adipocidade em humanos.

2.5.1 Lipídios

Os lipídios constituem um grupo de compostos que apresentam como característica comum a insolubilidade em água. Entre as principais funções estão o armazenamento de energia, a constituição da estrutura das membranas biológicas, o transporte de elétrons, fornecer moléculas precursoras dos hormônios esteroidais e das prostaglandinas, manter o calor corporal e servir de suporte e proteção das vísceras (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Os animais devido a sua capacidade limitada de armazenamento de glicogênio no fígado e no músculo esquelético, metabolizam o excesso de glicose no organismo via glicólise até acetil CoA, a partir do qual se sintetizam ácidos graxos e posteriormente triglicerídios, os quais serão armazenados nas células adiposas. A biossíntese de ácidos graxos se realiza principalmente no fígado, no tecido adiposo e na glândula mamária ativa, mediante um sistema multienzimático presente no citoplasma das células animais, conhecido como complexo ácido graxo sintetase (complexo AGS) (GONZÁLES & SILVA, 2006).

No final da gestação, ocorre um decréscimo dos níveis sanguíneos maternos de glicose e o metabolismo da égua passa a utilizar lactato e gordura, poupando glicose para o feto. Os mecanismos que provocam alterações do metabolismo de carboidratos e lipídios em fêmeas gestantes ainda não estão totalmente identificados, mas podem estar associados à ação de progesterona e lactógenos placentários (PRESTES & LANDIN-ALVARENGA, 2006).

Watson et al, (1993), observaram alterações plasmáticas significativas em éguas gestantes. Segundo ele, as concentrações de triglicerídeos e de VLDL (lipoproteínas de densidade muito baixa) em éguas pônei durante o último trimestre da gestação são muito semelhantes àsquelas encontradas em pôneis com hiperlipidemia. Estas alterações são consistentes com a mobilização de ácidos graxos não esterificados (NEFA) do tecido adiposo e o aumento da síntese hepática de triglicerídeos e a secreção de VLDL. Isto pode explicar porque a hiperlipidemia é mais prevalente em pôneis no final da gestação e refletir a sensibilidade de éguas grávidas para distúrbios no balanço energético. Deve-se, portanto ter atenção na nutrição de pôneis gestantes e na presença de outros fatores de risco, como estresse e obesidade, que modificam a absorção de insulina (JEFFCOTT et al,

1986) e o metabolismo de lípidos (WATSON et al, 1990b) podendo predispor a hiperlipidemia.

2.5.2 Triglicerídios

Os triglicerídios são lipídios constituídos de três ácidos graxos e um glicerol unidos em ligação éster. Nos animais vertebrados, células especializadas chamadas adipócitos, ou células gordurosas, armazenam grandes quantidades de triglicerídios, formando depósitos de gordura no tecido adiposo (NELSON & COX, 2006), com a função principal de servir como reserva de energia. A gordura animal armazena-se nos adipócitos, embaixo da pele, na cavidade abdominal e na glândula mamária e serve também como isolante contra o frio, além de proteger as vísceras contra movimentos fortes (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Nenhum dos lipídeos encontrados no plasma pode circular livremente pela corrente sanguínea devido a sua insolubilidade em meio aquoso, e para seu transporte têm de estar unidos a lipoproteínas plasmáticas específicas. As lipoproteínas plasmáticas são proteínas associadas a lipídeos que servem para transportar pelo sangue triglicerídeos e, em menor quantidade, fosfolipídeos e colesterol. As lipoproteínas diferem entre si conforme a proporção de lipídeos que contêm, quanto maior for o conteúdo de lipídeos, menor é a densidade da lipoproteína (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Os quilomícrons apresentam o maior conteúdo de lipídeos, estando encarregados basicamente de transportar triglicerídeos do intestino delgado até o fígado. As VLDL transportam triglicerídeos do fígado para os tecidos periféricos. As HDL (lipoproteínas de alta densidade) transportam fosfolipídeos e ésteres de colesterol desde os tecidos periféricos até o fígado para sua excreção (GONZÁLES & SILVA, 2006).

A lipoproteína-lipase, enzima presente no endotélio dos capilares e na membrana das células adiposas, hidrolisa os triglicerídeos presentes nas lipoproteínas circulantes em ácidos graxos e glicerol. O glicerol permanece no sangue e volta para o fígado, onde é metabolizado, enquanto os ácidos graxos entram nas células mediante um transporte passivo facilitado. Dentro das células adiposas, os ácidos graxos são reesterificados para serem armazenados como

triglicerídeos na célula mamária e, nas demais células, são oxidados para obtenção de energia (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Nas pôneis gestantes no último trimestre gestação, as concentrações de triglicerídeos são elevadas, devido ao aumento das concentrações de lipoproteínas de alta densidade (HDL) e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), respectivamente. Depois do parto, as concentrações de triglicerídeos e VLDL diminuem, devido ao aumento da atividade da lipoproteína-lipase que hidrolisa os triglicerídeos das lipoproteínas, para que estes cheguem nas células mamárias participando da composição do leite (WATSON, et al., 1993).

Hiperlipidemias são definidas pela presença de concentrações elevadas de lípidos no sangue e, normalmente, estão associados com períodos de balanço energético negativo e stress fisiológicos. Este aumento na circulação de lípidos representa uma resposta fisiológica normal que serve para mobilizar as reservas de energia presentes nos depósitos de gordura do corpo, mas, em certas circunstâncias, pode tornar-se uma resposta exagerada e inadequada. O aumento das concentrações de lípidos circulantes ocorre normalmente na forma de triglicerídeos e o aumento na concentração de triglicerídeos séricos pode conduzir a complicações secundárias, como anorexia. O aumento da concentração de triglicerídeos pode interferir com numerosas funções fisiológicas normais, particularmente no que diz respeito à redução da sensibilidade à insulina. Esta interferência pode resultar na exacerbação da hiperlipidemia e afetar a capacidade do corpo para limitar a mobilização de gordura, levando à piora do acúmulo de lípidos e complicações graves, incluindo lipiodiose hepática e renal e até a morte (MCKENZIE et al., 2011).

A hipertrigliceridemia está presente quando as concentrações séricas de triglicerídeos excedem o intervalo normal (100 mg/dL), mas não está associado com a manifestação da doença clínica (MCKENZIE et al., 2011).

2.5.3 Ácidos graxos não esterificados (NEFA)

Os ácidos graxos livres ou ácidos graxos não esterificados (NEFA) podem ser de origem exógena provenientes da digestão e absorção de gorduras, ou endógena provenientes da lipólise dos triglicerídios armazenados no tecido adiposo. O aumento dos níveis de NEFA no plasma é indicador da mobilização de depósitos

graxos e, portanto, de déficit energético. São melhores indicadores do que glicose e corpos cetônicos (GONZÁLES & SILVA, 2006).

González (2000) cita NEFA como um dos principais metabólitos relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas em momentos de déficit energético, sendo um dos indicadores mais usados para aferir esse balanço. Os níveis normais em equinos são de 2,9 a 11,8 mg / dl (KANEKO, 1997) ou 0,00–0,46 mmol/l (DUGDALE et al., 2011).

Altas concentrações sanguíneas de NEFA são também associadas a hiperlipidemia e resistência a insulina em éguas no final da gestação (FOWDEN et al., 1984), assim como ao aumento na incidência de doenças no periparto em outras espécies, como retenção das membranas fetais e imunossupressão (DYK et al., 1995).

Nos equinos, pode ocorrer aumento do VLDL como consequência da inanição, que pode se acentuar em animais obesos ou em condições de estresse (gestação e lactação). Diferente de outros animais em que no jejum ocorre aumento nos níveis de ácidos graxos livres, no cavalo o fígado tem grande capacidade de formar VLDL com os lipídeos mobilizados, provocando hiperlipoproteinemia com pouco aumento de colesterol e NEFA. Sendo provável que até a própria utilização da VLDL esteja anormal (GONZÁLES & SILVA, 2006).

2.5.4 Leptina e Adiponectina

A leptina é uma proteína de 167 aminoácidos com um peso molecular de 16 kDa. Embora seja sintetizada principalmente pelo tecido adiposo, outros órgãos também podem produzi-la. Em humanos e ratos observa-se secreção de leptina a partir da placenta, estômago e glândula mamária (RICCI, 2012).

A leptina é caracterizada como o hormônio da saciedade (CAVINDER et al, 2007) e produzida em proporção a quantidade de gordura armazenada sendo dessa forma necessário informar ao sistema nervoso central (SNC) o estado de energia excessiva do corpo de modo a suprimir a ingestão de alimentos e permitir o gasto de energia (RICCI, 2012). Como um hormônio da saciedade, as concentrações de leptina podem mudar em resposta a ingestão de calorias e podem suprimir o apetite, aumentar a taxa metabólica, regular o ganho de peso e a deposição de gordura (CAMPFIELD et al, 1995; ZHANG et al., 1994). Estudos em humanos demonstram

uma correlação positiva entre a síntese e a liberação de leptina e o índice de massa corporal ou percentual de gordura corporal (SMITH et al., 2002).

As concentrações de leptina circulantes estão correlacionadas com a condição corporal também em equinos, aqueles animais que apresentam maior quantidade de gordura armazenada apresentam maiores níveis de leptina. A influência da gordura corporal sobre a maior concentração de leptina dá apoio para o fato de que a leptina é um indicador do grau de gordura corporal (CAVINDER et al., 2007).

Em estudos com roedores, a obesidade tem sido associada com um estado de resistência à leptina, caracterizada por uma falha na detecção do aumento de leptina na circulação (SCARPACE E ZHANG, 2009). A resistência a leptina tem sido considerada como uma causa potencial de obesidade, principalmente devido à incapacidade da leptina de alcançar os seus locais de destino no cérebro e / ou a redução dos receptores de leptina intracelulares (OB-Rb) na cascata de sinalização (RICCI et al, 2012).

A leptina também desempenha um papel importante na reprodução, ou seja, ela age sobre as células do hipotálamo estimulando a liberação de gonadotrofinas, tendo assim uma influência reprodutiva em potencial (CANVIDER et al., 2007). Estudos realizados em ratos descobriram que a leptina pode alterar a frequência de pulsos de LH (Hormônio Luteinizante). Baixos níveis de leptina podem influenciar negativamente a regulação neuroendócrina do sistema reprodutivo, em contrapartida níveis elevados de leptina podem influenciar negativamente a função ovariana normal e / ou desenvolvimento embrionário e a viabilidade fetal (SMITH et al., 2002).

A alta produção de leptina pode ser uma tentativa de compensar a diminuição da sensibilidade à leptina podendo dessa forma explicar as grandes variações plasmáticas de leptina entre os pôneis obesos com escore de condição corporal semelhante. Mais pesquisas são necessárias para esclarecer se a redução da sensibilidade à leptina precede a obesidade em eqüinos ou vice-versa (WEYENBERG et al., 2013).

Vick et al, (2006), encontraram altos níveis de leptina e insulina em animais obesos, juntamente com baixos níveis de tiroxina, sensibilidade à insulina e alterações do ciclo estral, tais como aumento do intervalo entre ovulações e períodos mais longos de diestro, com níveis circulantes de progesterona elevados.

Filho et al, (2009), avaliaram a correlação entre a circunferência abdominal materna, medida antes da 12^a semana de gestação, e os níveis séricos de leptina em mulheres gestantes e comparou os níveis médios de leptina entre gestantes com e sem obesidade abdominal, diagnosticada no início da gestação. A circunferência abdominal medida antes da 12^a semana de gestação foi um método válido e simples para se prever os níveis séricos de leptina durante todo o período gestacional. Gestantes com obesidade abdominal diagnosticadas antes da 12^a semana apresentaram níveis médios de leptina sérica, durante a gravidez, superiores àquelas sem obesidade abdominal.

Knight et al, (2009), compararam os níveis de adipocinas e medidas de adiposidade materna, fetal e neonatal entre mulheres gestantes obesas e com peso corporal dentro da normalidade. Adiponectina, leptina e resistina foram medidos no soro materno com 28 semanas e no sangue do cordão umbilical. As pacientes obesas tinham menor ganho de peso (4,4 versus 19,9 kg, $p=0,0005$) e níveis mais altos de leptina nas 28 semanas de gestação (33,7 versus 20,1 ng / ml, $p=0,008$). Além disso, nas 28 semanas os níveis de leptina se correlacionaram diretamente com o IMC ($r 0,73$) e mensurações antropométricas maternas ao longo da gravidez. Os níveis de adiponectina no sangue do cordão umbilical foram inversamente correlacionados com peso ao nascimento ($r 0,54$). A obesidade associou-se a maiores níveis de leptina no início do terceiro trimestre da gestação. A adiponectina no cordão foi inversamente correlacionada com peso ao nascer. Segundo Luo et al, (2013), o impacto maternal dos níveis de adiponectinas e leptina no feto, podem predispor a obesidade e resistência a insulina durante a vida neonatal.

Quando a égua está gestando uma resistência à insulina fisiológica ocorre para fornecer suporte nutricional para o feto e placenta. No entanto, indivíduos com uma resistência à insulina preexistente, a condição é exacerbada, levando a um agravamento da hiperinsulinemia sistêmica, aumentando os riscos de desenvolver laminite e abortos (MORRESEY et al., 2012). Segundo Frank et al, (2009), níveis de leptina sérica acima de 7,3 ng/mL podem ser usados como preditivo de laminite.

Em um trabalho realizado por Wray et al, (2013), as concentrações plasmáticas do fator de necrose tumoral- α (TNF- α), amilóide A sérica, haptoglobina, insulina, adiponectina, triglicerídeos, fibrinogênio, interleucina-1, interleucina-4 e interferon- γ foram mensurados em dois grupos de animais. Um grupo que apresentava laminite prévia e um grupo sem laminite. Houve efeito significativo da

estação, sexo e peso corporal em uma série de mediadores pró-inflamatórios ou marcadores de inflamação. O único marcador influenciado pelo status de laminite foi adiponectina, e as concentrações deste marcador anti-inflamatório foram menores nos animais previamente laminíticos quando comparados ao controle.

A adiponectina é uma adipocina com 247 aminoácidos sintetizados e segregados exclusivamente pelo tecido adiposo. É estável no plasma em altas concentrações. Investigações realizadas no tecido adiposo humano demonstraram que o tecido adiposo visceral (mais do que o tecido adiposo subcutâneo), está envolvido na secreção de adipocitoquinas, mas o mecanismo pelo qual a adiponectina no plasma está diminuído na obesidade ainda não está completamente elucidado. No entanto, foi levantada a hipótese de que o aumento dos níveis de TNF- α ou produtos secretados pelo tecido adiposo visceral em humanos obesos pode ser responsável pela inibição da síntese ou secreção de adiponectina (MATSUZAWA, 2006; RICCI et al, 2012).

Baixos níveis de adiponectina em seres humanos têm sido relacionados a várias doenças, tais como resistência a insulina. Concentrações plasmáticas de adiponectina $<4,0$ Ig / mL tem sido relacionadas com obesidade abdominal, hipertrigliceridemia, baixa concentração de HDL, hipertensão, e elevada taxa de glicose em jejum. No entanto, altos níveis de adiponectina em humanos saudáveis foi associado com efeitos anti-inflamatórios e anti-diabético (MATSUZAWA; 2006), sendo a adiponectina um forte preditor de síndrome metabólica (TRUJILLO E SHERER, 2005; RICCI et al; 2012).

2.5.5 Balanço Energético Negativo: Lipólise

Um dos aspectos mais importantes da nutrição durante a gestação é garantir que a égua mantenha-se fora do balanço energético negativo e prevenir perdas significativas na condição corporal. Segundo Evans et al, (1989), quando o aumento no ganho de peso durante gestação é inferior a 10% , éguas irão utilizar as reservas corporais para suprir a necessidade do crescimento fetal e placentário. O aumento da demanda energética materna para suprir o crescimento fetal e produção de leite pode levar a um balanço energético negativo (NAYLOR, 1980). Embora o catabolismo das reservas corporais não represente um problema para éguas que apresentam uma condição corporal acima de seis durante a gestação, a

conseqüência para éguas que possuem um escore corporal menor podem ser mais graves (LAWRENCE et al., 1992).

A restrição energética durante a lactação pode levar a perda de peso em éguas e reduzir a eficiência reprodutiva, mas isso não vai necessariamente levar à redução do crescimento dos potros. O impacto de um balanço energético negativo e perda de peso pode depender das reservas de gordura armazenados pelas éguas durante o período gestacional (HUNTINGTON, 2012).

Os adipócitos são reconhecidos como elementos participantes da regulação do balanço energético, o qual é sensível a fatores hormonais e endocrinológicos (MCKENZIE et al., 2011).

Os depósitos de triglicerídeos no tecido adiposo estão sofrendo contínua hidrólise (lipólise) e reesterificação (lipogênese). A utilização de reservas corporais ocasiona a mobilização de lipídeos, estimulada principalmente pela adrenalina e glucagon, os quais são secretados quando diminuem os níveis de glicose no sangue. Além destes, outros hormônios também tem ação lipolítica, como o ACTH, TSH, MSH, GH e vasopressina. Tais hormônios requerem a ação permissiva dos hormônios tireoidianos e dos glicocorticoides para obter um melhor efeito (GONZÁLES & SILVA, 2006).

Segundo Nelson & Cox, (2006), os adipócitos contém lipases, enzimas que catalizam a hidrólise de triglicerídios armazenados, liberando ácidos graxos para serem transportados a locais onde são necessários como combustíveis. Quando ocorre lipólise, os triglicerídios armazenados no tecido adiposo sofrem hidrólise por ação da lipase hormônio sensível e produzem três ácidos graxos livres e glicerol. Quando a taxa de lipólise supera a de lipogênese os ácidos graxos saem da célula adiposa e vão via sanguínea para os tecidos periféricos para servir de energia. O glicerol é utilizado pelo fígado na gliconeogênese.

A insulina, antagoniza o efeito dos hormônios lipolíticos, inibindo a ação da lipase e estimulando a lipogênese por estimular enzimas da esterificação dos ácidos graxos e aumentar os níveis de glicose na célula adiposa. Dessa maneira, quando ocorre um situação de jejum ou déficit energético, os níveis de insulina diminuem, aumentando a taxa de hidrólise dos triglicerídios e liberando ácidos graxos não-esterificados do tecido adiposo (DEVLIN et al, 2007).

Nos casos de hiperlipidemia, uma explicação plausível para a associação dessa doença com a gestação e lactação provém da hipótese de que a

hiperlipidemia surge a partir da mobilização de ácidos graxos do tecido adiposo, em resposta a um balanço energético negativo (NAYLOR et al, 1980). Assim, as crescentes exigências colocadas no fornecimento maternal de energia para o crescimento fetal e produção de leite poderiam induzir a lipólise adiposa levando a um maior fluxo de ácidos graxos não esterificados (NEFA) para o fígado, aumentando a síntese hepática de triglicerídeos e a superprodução de VLDL (JEFFCOTT E CAMPO, 1985a). Além disso, esta resposta pode ser exacerbada no final da gestação pelo desenvolvimento da insensibilidade periférica a ação da insulina (FOWDEN et al, 1984).

Se um balanço energético negativo se desenvolve, vários sinais interagem para manter a normoglicemia. Primeiro, a taxa metabólica diminui para diminuir o consumo de glicose. Em segundo lugar, aumenta a secreção de glucagon, e diminui a secreção de insulina. Começa a gliconeogênese, glicogenólise e lipólise periférica.

A fim de preservar o fornecimento limitado de glicose, existe uma mudança no sentido da utilização de ácidos graxos como fonte de energia primária. A liberação de leptina, pelo tecido adiposo, resulta numa maior liberação de energia dos depósitos de gordura. Uma vez que equinos têm reservas limitadas de glicogênio, a manutenção das concentrações de glicose no sangue são fortemente dependentes da gliconeogênese e do catabolismo de proteínas, que nessa situação aumenta para fornecer aminoácidos como precursores na síntese de glicose (MCKENZI et al., 2011).

3. Objetivos

Objetivo geral

Avaliar as características biométricas e o perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação.

Objetivos específicos

- Descrever as medidas morfométricas de éguas da raça Crioula, de escore corporal normal, no terço final da gestação.
- Descrever o perfil energético de éguas Crioulas, de escore corporal normal, no terço final de gestação, quanto às concentrações de triglicérides e NEFA.
- Descrever as medidas morfométricas e o perfil energético de éguas Crioulas obesas no terço final da gestação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**INFLUÊNCIA DA OBESIDADE SOBRE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DA
ÉGUA E MORFOMÉTRICAS DO POTRO**

Equipe:

Sabine Kasinger - Colaboradora
Lorena Alvariza Amaral - Colaboradora
Cláudia Haetinger - Colaboradora
Natane M. Saraiva - Colaboradora
Vitória Müller – Colaboradora
Ilusca Finger – Colaboradora
Aline Bachiery Gallo Schuster – Colaboradora
Luan Kickhofel – Colaborador
Aníbal Torres – Colaborador
Rodrigo Santos - Colaborador
Carlos Eduardo Wayne Nogueira - Co-orientador
Victor Fernando Büttow Roll - Orientador (coordenador)

Millie de Oliveira Marchiori

Pelotas, 14 de junho de 2012

1. Caracterização do problema

A obesidade é considerada um estado inflamatório discreto e crônico. Em um estudo de avaliação do escore corporal de equinos, conduzido por Thatcher et al, 2008, dos 300 animais avaliados, 19% eram obesos (BCS 8 ou 9) e 32% estavam acima do peso (BCS 6,5 a 7,5). Este mesmo autor afirma que a obesidade é um problema crescente em equinos.

A deposição excessiva de gordura corporal em eqüídeos é um importante fator de risco no desenvolvimento de doenças como a hiperlipidemia, laminite, síndrome de Cushing's, podendo levar a comprometimento respiratório, algumas lesões intestinais estrangulativas, diminuição do desempenho atlético (KEARNS et al., 2002), bem como queda de fertilidade (HENNEKE et al., 1983). Além disso, a obesidade induzida pela resistência a insulina tem sido associada com uma diminuição na resposta ao tratamento de algumas condições clínicas mais recorrentes, incluindo laminite (PASSE et al., 1998), cólica (HUDSON et al., 2001) e osteocondrose (RALSTON, 1996). Do ponto de vista farmacológico, o teor de gordura anormal, mas não quantificáveis no corpo, prejudica seriamente a precisão e a eficácia de drogas e regimes anestésicos.

A fase de desenvolvimento fetal é um momento de grande vulnerabilidade as influencias ambientais, incluindo a nutrição materna, que pode alterar o desenvolvimento na dinâmica de controle da glicose e insulina no feto (NATHANIEL, 2006). O manejo inadequado da alimentação materna durante a gestação pode predispor o feto a distúrbios metabólicos, incluindo resistência à insulina (ARMITAGE, 2004; FORD, 2007). Em outras espécies, a subalimentação durante a gestação resultou em alterações na função pancreáticas e intolerância a glicose (FORD, 2007). Em mulheres, as dietas com elevado teor glicemico resultou em maior ganho de peso materno e sobrepeso fetal (CLAPP, 2002).

A composição da dieta materna pode influenciar o desenvolvimento fetoplacentário, alterando as trocas sanguíneas de nutrientes materno-fetais. Especificamente, a glicose, que é transmitida para os tecidos fetoplacentários, podendo ser alterados pelo aumento concentrações de glicose materna

(ALDORETTA, 1999; BELL , 1999). Alimentação de animais prenhes com alta concentração de amido podem impactar o desenvolvimento dos órgãos e sistemas que controlam o metabolismo energético em cavalos. Esta programação metabólica pode ser um fator que contribui para a prevalência de distúrbios metabólicos em cavalos, tais como obesidade, laminite e o desenvolvimento doenças ortopédicas (GEORGE et al, 2009).

Existem claras evidências de que o tamanho materno, e, portanto, o tamanho do útero, afeta profundamente o peso ao nascer do o potro como foi demonstrado por Walton e Hammond (1938) (WILSHER E ALLEN, 2002).

A proposta do projeto se baseia na hipótese de que as éguas em condição de obesidade no terço final de gestação possuam um perfil metabólico alterado, vindo a ocasionar algumas restrições nas trocas materno-fetais e/ou uma redução na capacidade de expansão uterina vindo a influenciar no tamanho e peso do potro, bem como podendo ocasionar problemas de aprumos devido a diminuição do espaço intrauterino. Além disso acreditamos que a obesidade altere a liberação de alguns hormônios reprodutivos que podem ter influência nos resultados obtidos no primeiro cio. Não está claro o papel da obesidade no perfil morfométrico do potro e nem a sua influência sobre as taxas de fertilidade no cio do potro. Dados observacionais empíricos e de campo revelam que éguas obesas produzem potros mais leves e menores, além de possuírem uma involução uterina mais lenta comparado com éguas de escore corporal considerados dentro da normalidade. Com a execução do projeto, pretendemos demonstrar a uma relação direta entre todos os fatores avaliados, permitindo o entendimento da influência dos distúrbios causados pela obesidade sobre o potro e a fertilidade no primeiro cio.

3. Objetivos e Metas

Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é avaliar a relação existente entre os fatores envolvidos na obesidade e terço final da gestação, visando entender a influência desses fatores sobre peso e altura do potro ao nascimento, bem como perfil energético do mesmo.

Além disso, o estudo pretende correlacionar obesidade com desempenho reprodutivo no primeiro cio pós-parto.

Objetivos específicos:

- Avaliar o escore corporal das éguas da Raça Crioula no terço final de gestação através de medições visuais subjetivas, medições de gordura subcutânea na base da cola, garupa e retroperitoneal, altura da crista do pescoço na medida 0.50, peso, comprimento e altura do animal.
- Analisar o perfil energético das éguas obesas e das éguas com escore corporal dentro da normalidade, que estiverem no terço final de gestação através da análise de NEFA, triglicerídios e colesterol total, glicose, insulina, cortisol, T3 e T4.
- Mensurar altura, peso e observar possíveis distúrbios ortopédicos nos potros recém-nascidos.
- Observar o perfil energético dos potros após o nascimento, avaliando NEFA, triacilgliceróis, colesterol total, glicose, insulina, T3 e T4, cortisol.
- Verificar o desempenho reprodutivo das éguas Obesas no primeiro cio após o parto.

Metas:

Como resultados obtidos pretendemos minimizar as perdas econômicas nos rebanhos eqüinos através do monitoramento contínuo e minucioso do peso da égua, gestação, potro e desempenho reprodutivo.

Otimizar a utilização dos meios de diagnóstico aplicados aqui como forma precisa de identificação precoce dos fatores de risco envolvidos na sanidade e desempenho da égua, bem como nos aspectos morfométricos dos potros.

Fornecer aos criadores de eqüinos um repertório para o reconhecimento precoce de éguas problemáticas antes e durante a gestação, como no momento do parto.

Proporcionar aos alunos de graduação inseridos no projeto um contato com a área de pesquisa, assim como um treinamento de práticas a campo e técnicas de laboratório.

Consolidar o Grupo de Pesquisa em Clínica Médica de Eqüinos (ClinEq) nas áreas de pesquisa, treinamento de recursos humanos e na prestação de serviços.

Aprofundar os estudos referentes à linha de pesquisa interagindo os aspectos zootécnicos, clínicos e reprodutivos de éguas e potros de uma raça crescente, dominante e característica da região.

4. Metodologia e Estratégia de ação

Serão avaliadas 40 éguas da raça Crioula e seus respectivos potros, provenientes de uma propriedade no município de Pelotas-RS, durante a temporada reprodutiva de 2012/2013. Todos os animais serão submetidos a um mesmo sistema de criação e manejo sanitário.

Da contenção:

Nas ocasiões em que se fizer necessária a contenção dos animais, como nas coletas sanguíneas e aferições de medidas, serão realizados procedimentos de contenção mínimos, segundo por Speirs (1999), que seguem descritos detalhadamente no tópico aspectos éticos.

Das éguas:

As éguas serão divididas em grupos de acordo com a data prevista de parto, sendo as mensurações corporais e as coletas sanguíneas realizadas apenas 2 vezes em um intervalo mínimo de 20 dias. Serão utilizados animais no terço final de gestação (9^o, 10^o e 11^o mês de gestação). Os procedimentos serão realizados após a alimentação no turno da manhã, usando como método de contenção a colocação de buçal. Serão realizados os seguintes procedimentos:

- Medida com fita métrica dos perímetros de circunferência torácica após expiração na região do esterno, segundo (Carroll & Huntington, 1988).
- Estimativa visual da condição corporal usando a escala parâmetros de 1 a 9, descrita por Henneke (1983).

- Medida da distância longitudinal da escápula até a tuberosidade isquiática, será realizada com fita métrica segundo a descrição de Carroll & Huntington (1988). A altura (distância do chão até a cernelha) será obtida através do uso de hipômetro. O peso no pós-parto será obtido através de balança de piso. Para animais que eventualmente não puderem ser conduzidos até a balança, será usada fita peso na circunferência esternal para espécie eqüina. Mensuração ultrassonográfica da gordura subcutânea na região da base da cauda, garupa e retroperitoneal (Gentry et al, 2004).

- Avaliação reprodutiva será realizada pelo método de palpação transretal, realizada por um veterinário especializado. O procedimento utiliza como métodos de contenção um bucal e um local adequado para proteger o veterinário. Este método de exame é utilizado como rotina reprodutiva na propriedade, uma vez que é observado o desenvolvimento folicular das éguas para posterior inseminação.

- Coleta de 15 ml de sangue, após antissepsia prévia, através de punção externa da veia jugular utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer®.

As amostras sanguíneas coletadas serão centrifugadas 3.200 rpm durante 10 minutos para separação de soro. O soro separado será armazenado congelado à -20°C para posterior avaliação de triglicerídios, colesterol utilizando o método de colesterol esterase oxidase (Colesterol Liquiform – Labtest Diagnóstica S.A.), NEFA através dos métodos enzimáticos (HR Series NEFA-HR (2) / ACS-ACDO method/Wako), Glicose pelo método de colorimetria utilizando kits enzimáticos (Labtest Diagnóstica S.A., Brasil). Todas as análises serão realizadas através do método de colorimetria descrito por Allain *et al.*, (1974), Fossati &Prencipe, (1982) e Elphick, (1968). Para avaliação de insulina será utilizado radioimunoensaio (KIP254, BioSource Europe®, Nlivells, Belgium), bem como para aferição do cortisol, T3 e T4 onde será empregado o *kit* comercial de radioimunoensaio em fase sólida (Coat-a-count - Diagnostic Prod. Corp.) e *kit* comercial de radioimunoensaio Izotop (Institute of Isotopes Co., Ltd., Budapest).

Dos produtos:

As características observadas nos potros após o parto será: peso (através de balança) e altura (através de hipômetro). Estes procedimentos constituem-se manejo

de rotina na propriedade para avaliação dos produtos. Será coletado sangue no dia do nascimento a fim de avaliar o perfil energético do potro conforme as análises bioquímicas acima descritas.

- A coleta de 15 ml de sangue, após antissepsia prévia, através de punção externa da veia jugular utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer®.
- Contenção é realizada com o auxílio de um funcionário especializado, segurando delicadamente o animal em posição estacional, apenas mantendo um braço sob o peito e outro na base da cola, procedimento de rotina.

Para análise estatística será utilizada regressão linear múltipla para estimar a influência da obesidade, e do perfil energético da égua no terço final de gestação sobre as variáveis quantitativas dos potros ao nascimento, bem como os índices reprodutivos no primeiro cio pós-parto. Também será utilizada análise de correlação de Pearson para estimar a força de associação entre variáveis quantitativas. Se necessário as médias dos grupos formados pelas éguas serão comparadas pelo teste de T. Todos os testes estatísticos terão um nível de significância de 5%.

5. Resultados e Impactos esperados

Indicadores de Progresso ao final de cada 6 meses de projeto:

No final do segundo semestre (agosto-dezembro de 2012) espera-se ter realizado o treinamento da equipe envolvida. Ao término do segundo semestre (janeiro- maio de 2013) espera-se ter concluído a coleta dos dados e amostras sanguíneas de 40 éguas no terço final de gestação e de seus respectivos produtos no pós-parto, para posterior análise laboratorial das amostras coletadas. Ao final do terceiro semestre (maio-setembro de 2013) espera-se ter finalizada a análise estatística dos dados e a redação da dissertação. Em fevereiro de 2014 defesa da dissertação.

Indicadores de resultados ao final do projeto:

- Produzir uma dissertação de Mestrado.
- Publicar um ou mais artigos em revista de circulação nacional ou internacional, classificadas como “A” no “*Sistema de Classificação de Periódicos, Anais e Revistas*” da CAPES.
- Divulgar os resultados em congressos da área de zootecnia e veterinária em âmbito nacional, regional e local, tais como Congressos de Iniciação Científica e Encontros de Pós-graduação.
- Treinar alunos de Graduação e Pós Graduação (Mestrandos e Residentes) na coleta de dados e amostras, bem como na pesquisa de material didático referente ao trabalho.

Repercussão e/ou impactos dos resultados:

Através dos resultados pretendemos demonstrar aos criadores de eqüinos a importância do manejo nutricional adequado e equilibrado dentro da propriedade, gerando éguas saudáveis e mais férteis, produzindo conseqüentemente potros de maior tamanho, de melhor conformação e futuramente mais competitivos. Queremos demonstrar a importância de se monitorar a gestação das éguas para a observação de possíveis problemas que possam vir a comprometer o potro, podendo se estabelecer formas de minimizá-los. Também é importante orientar aos criadores que se tenha um acompanhamento do parto e exame detalhado do potro imediatamente pós-parto, evitando que o exame clínico destes seja conduzido apenas no dia seguinte. Pretendemos oferecer aos criadores este protocolo de avaliação, considerando todos os fatores (égua, gestação, parto e potro), a fim de permitir a eles reconhecer precocemente os fatores de risco para a viabilidade fetal e neonatal. Durante o cumprimento da metodologia desse trabalho poderemos interagir e difundir a tecnologia para o meio agropecuário, buscando uma interação entre o campo e o meio acadêmico através da participação de alunos da graduação, pós-graduação e professores frente a realização do trabalho.

7. Aspectos Éticos

O projeto utiliza animais como modelo experimental. Os animais utilizados serão provenientes de um criatório com manejo intensivo, orientado por um profissional da área de veterinária. As éguas já estão habituadas com os procedimentos que serão realizados.

Coleta sanguínea:

A coleta de amostras sanguíneas será realizada através de punção externa da veia jugular, com os devidos procedimentos de antissepsia e uso de material estéril para coleta de sangue Vacutainer®. Os animais da propriedade estão habituados a coleta de sangue para exames de rotina referentes ao manejo sanitário da propriedade, sendo necessário método mínimo de contenção, conforme segue descrito abaixo.

Aferições e aspectos morfológicos:

Os procedimentos relativos aos aspectos morfológicos, medições de peso, altura, perímetro torácico e abdominal e aferição ultrassonográfica de gordura subcutânea na base da cola, serão realizadas com métodos de contenção mínimos, descritos por Speirs (1999).

Contenção:

Aproximando-se pelo lado esquerdo do equino, primeiramente, um braço é colocado ao redor do pescoço para assegurar o controle e impedir o afastamento do animal. Em seguida uma corda guia é passada ao redor do pescoço e então colocado o buçal. Durante a realização dos procedimentos, um ajudante

permanecerá com a mão direita na região superior da garupa esquerda do equino em avaliação, para impedir que o animal balance seus posteriores ou prepare-se para coicear em direção ao avaliador. O momento em que as éguas estiverem reunidas pela manhã para receber alimentação de rotina será aproveitado para realização desses procedimentos, evitando-se dessa maneira manipulações em outros horários e estresse para os animais (SPEIRS,1999).

A contenção do potro é realizada com o auxílio de um funcionário especializado, segurando delicadamente o animal em posição estacional, apenas mantendo um braço sob o peito e outro na base da cola, procedimento de rotina na propriedade para higienização do umbigo.

8. Referências Bibliográficas

ALLAIN, C. C.; POON, L. S; CHEN, C. S. G.; RICHMOND, W. FU. P C. **Enzymatic determination of total serum cholesterol**, Clinical Chemistry 1974; v 20, n. 4:470-475.

ALLEN, W. R.; WILSHER, S., TURNBULL, C, STEWART, F., OUSEY, J. , ROSSDALE, P. D. AND FOWDEN, A. L. **Influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse. I. Development in utero**. Reproduction (2002) **123**, 445–453.

ALLEN WR, WILSHER S, STEWART F, OUSEY J & FOWDEN A. **The influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse: II Endocrinology of pregnancy**. Journal of Endocrinology (2002b)**172**, 237–246.

ARMITAGE JA, KHAN IY, TAYLOR PD, NATHANIELSZ PW, POSTON L. **Developmental programming of the metabolic syndrome by maternal nutritional imbalance: How strong is the evidence from experimental models in mammals?** J Physiol 2004;561:355–77.

ALDORETTA PW, HAY JR WW. **Effect of glucose supply on ovine uteroplacental glucose metabolism**. Am J Physiol 1999;277:R947–58.

BELL AW, HAY JR WW, EHRHARDT RA. **Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth.** J Reprod Fertil Suppl 1999;54:401–10.

CARROLL, C.L.; HUNTINGTON, P.J. **Body condition scoring and weight estimation of horses.** Equine Vet J 1988;20:41-5.

CLAPP 3RD JF. **Maternal carbohydrate intake and pregnancy outcome.** Proc Nutr Soc 2002;61:45–50.

ELPHICK, M. C. **Modified colorimetric ultramicro method for estimating NEFA in serum.** Journal of Clinical Pathology 1968; v. 21; n. 5: 567-570.

FORD SP, HESS BW, SCHWOPE MM, NIJLAND MJ, GILBERT JS, VONNAHME KA, MEANS WJ, HAN H, NATHANIELSZ PW. **Maternal undernutrition during early gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring.** J Anim Sci 2007.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. **Serum triglycerides determined calorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide.** Clinical Chemistry 1982; v. 28; n. 10:2077-2080.

GEORGE, L.A, STANIAR, W.B, TREIBER, K.H, HARRIS, P.A, GEOR, R.J.. **Insulin sensitivity and glucose dynamics during pre-weaning foal development and in response to maternal diet composition.** Domestic Animal Endocrinology 37 (2009) 23–29

GENTRY, L.R; PHD, DONALD L. THOMPSON, JR, PHD, GLEN T. GENTRY, JR, MS, RONALD P. DEL VECCHIO, PHD, KEITH A. DAVIS, AND PAMELA M. DEL VECCHIO. **The Relationship Between Body Condition Score and Ultrasonic Fat Measurements in Mares of High Versus Low Body Condition.** J Equine Vet Sci 2004;24:198-203.

HADY, P.J., DOMECCO, J.J., KANEENE, J.E., 1994. **Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle.** Journal of Dairy Science 77, 1543–1547.

HENNEKE, D., POTTER, G., KREIDER, J., YEATES, B., 1983. **Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares.** Equine Veterinary Journal 15, 371–372.

HUDSON, J.M.N.D., COHEN, P.J., GIBBS, P.G., THOMPSON, J.A., 2001. **Feeding practices associated with colic in horses.** Journal of the American Veterinary Medicine Association 219, 1419–1425.

KEARNS, C.F., MCKEEVER, C.H., KUMAGAI, K., ABE, T., 2002. **Fat free mass is related to one mile race performance in elite standardbred horses.** The Veterinary Journal 163, 260–266.

NATHANIELSZ PW. **Animal models that elucidate basic principles of the developmental origins of adult diseases.** Ilar J 2006;47:73–82.

PASS, M.A., POLLIT, S., POLLIT, C.C., 1998. **Decreased glucose metabolism causes separation of hoof lamellae in vitro: a trigger for laminitis?** Equine Veterinary Journal 26, 133–138.

RALSTON, S.L., 1996. **Hyperglycaemia/hyperinsulinaemia after feeding a grain meal to young horses with osteochondritis dissecans (OCD) lesions.** Pferdeheilkunde 12, 320–322.

SPEIRS, V.C. **Exame clínico de eqüinos.** Porto Alegre: Artmed, 1999

THATCHER¹, C.D; R. S. PLEASANT¹, R. J. GEOR², F. ELVINGER¹, K. A. NEGRIN³, J. FRANKLIN⁴, L. GAY² AND S. R. WERRE⁵. **Prevalence of obesity in mature horses: an equine body condition study.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. ^a 2008 AAVN. Journal compilation ^a 2008 Blackwell Publishing Ltd

WALTON A AND HAMMOND J (1938) **The maternal effects on growth and conformation in Shire horse-Shetland pony crosses** Proceedings of the Royal Society B125 311–335

5. Relatório de campo

1. Local e animais

Os dois trabalhos que compõem essa dissertação foram desenvolvidos a partir de amostras coletadas de éguas híbridas da raça Crioula no terço final de gestação. Todos os animais são provenientes de um criatório localizado no município de Pelotas-RS, submetidos a um mesmo manejo sanitário.

Foi proposto inicialmente estudar a influência da obesidade sobre as características reprodutivas da égua e morfométricas do potro na raça Crioula. No entanto, a propriedade que nos emprestou os animais passou por uma mudança no quadro de funcionários o que dificultou a sequência de avaliações dos neonatos. Optamos então por descrever as medidas biométricas e o perfil energético das éguas Crioulas no terço final da gestação, comparando a morfometria e o perfil energético de éguas com escore corporal normal e obesas.

2. Coleta das amostras e estudos desenvolvidos

Durante o período de mestrado foram desenvolvidos dois estudos a partir dos dados obtidos das amostras coletadas. Foram eles:

2.1. Medidas morfométricas e perfil energético de éguas crioulas no terço final da gestação.

Participaram deste estudo foram realizadas 40 observações oriundas de 10 éguas gestantes. Neste trabalho foram avaliados os dados morfométricos e o perfil energético das éguas Crioulas no terço final da gestação, com escore corporal dentro da normalidade. As variáveis analisadas foram mês de gestação, peso corporal, peso metabólico, perímetro torácico, perímetro abdominal, altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, espessura de

gordura retroperitoneal e porcentagem de gordura corporal. Para avaliar o perfil energético foram mensurados os níveis séricos de triglicerídeos e ácidos graxos não esterificados. As análises morfométricas podem ser implementada na rotina da propriedade com o intuito de monitorar o escore corporal dos animais.

Este estudo objetiva descrever as variáveis analisadas numa população de 10 éguas gestantes da raça Crioula, com escore corporal dentro da normalidade, submetidas a um manejo nutricional em campo nativo melhorado com azevém (*Lolium multiflorum*). Com os resultados obtidos podemos avaliar o comportamento biométrico desses animais no terço final da gestação.

2.2. Avaliação comparativa do padrão morfométrico e do perfil energético de éguas Crioulas gestantes com diferentes escores corporais.

Foram incluídas neste estudo 80 observações oriundas de 20 éguas da raça Crioula no terço final da gestação. Neste trabalho as éguas foram distribuídas conforme os meses de gestação e depois foram separadas em dois grupos de acordo com o escore corporal. No GrN (n=10) éguas de BCS dentro da normalidade e no GrO (n=10) éguas consideradas obesas. As variáveis avaliadas foram o peso corporal, altura, comprimento, peso metabólico, perímetro torácico, perímetro abdominal, altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, espessura de gordura retroperitoneal e porcentagem de gordura corporal. Além das medidas biométricas foi analisado o perfil energético desses animais, dentre as análises realizadas estão: Triglicerídeos, Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA), Leptina e Adiponectina.

Para análise do perfil energético, foi realizada a coleta de 15ml de sangue de casa indivíduo avaliado, através de punção externa da veia jugular utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer®. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas 3.200g durante 10 minutos para separação de soro, o qual foi armazenado congelado à -20°C. A análise laboratorial foi realizada no laboratório de bioquímica da UFPel, onde foram avaliadas através de kits comerciais as concentrações de triglicerídeos (Triglicerides- Labtest Diagnóstica S.A), NEFA (Enzychrom Free Fatty Acid Assay Kit- Bioassay Systems), Leptina (Enzyme – Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Kit for Leptina (LEP) – Uscn) e Adiponectina (Enzyme – Linked Immunosorbent Assay, Human Adiponectin ELISA Kit – EMD Millipore Corporation).

Neste artigo, além dos dados morfométricos e do perfil energético das éguas gestantes, seria também realizado análise do perfil morfométrico e energético dos neonatos oriundos de éguas de BCS normais e obesas, para que fosse realizada análise de correlação entre as variáveis. No entanto, como não houve condições financeiras de induzir obesidade nas éguas do hospital veterinário da UFPEL, precisamos recorrer a uma propriedade particular, a qual apresentou um problema no quadro de funcionários que prejudicou a coleta dos nossos dados.

ARTIGO 1 - Manuscrito formatado conforme normas de submissão da revista CIÊNCIA RURAL, ISSN 1678-4596 *versão online*.

Artigo 1

Medidas morfométricas e perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação.

Morphometric measurements and energy profile of mares in the final third of gestation.

MARCHIORI, M.O; KASINGER, S; SILVA, K; SOARES, L; NOGUEIRA, C.E.W; ROLL, V.F.B

Resumo

O objetivo do trabalho foi estabelecer o padrão morfométrico de éguas Crioulas no terço final da gestação. Para o levantamento de dados foram realizadas 40 observações em 10 éguas da raça Crioula no terço final da gestação, com escore corporal (BCS) 5 ou normal. As avaliações morfométricas das éguas foram realizadas no 8º, 9º, 10º e 11º mês de gestação. As variáveis corporais analisadas foram: peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), circunferência do perímetro abdominal (PA), peso metabólico (PM), porcentagem de gordura corporal (GC), altura da crista do pescoço (AC), espessura de gordura subcutânea na base da cauda (EGBC) e espessura de gordura retroperitoneal (EGRP). Além destas avaliações foram mensurados os níveis séricos de ácidos graxos não esterificados (NEFA) e triglicerídeos (TAG). Os resultados demonstraram um incremento nas variáveis peso corporal ($p < 0,05$), perímetro torácico ($p < 0,05$), peso metabólico ($p < 0,01$) e perímetro abdominal ($p < 0,05$). Dentre as mensurações que aferiram gordura corporal somente a EGBC demonstrou incremento do 8º para o 11º mês de gestação ($p < 0,01$). Os níveis séricos de TAG não variaram durante os meses avaliados, no entanto, pode-se perceber que o NEFA demonstrou uma tendência decrescente do 8º para o 9º ($p < 0,01$) e 10º ($p < 0,05$) mês de gestação, mantendo, porém os níveis dentro do padrão fisiológico. Dessa forma, pode-se afirmar que as éguas Crioulas gestantes, de BCS normal, ganharam peso no terço final da gestação, acumulando reservas de gordura e não apresentando uma situação de balanço energético negativo.

Palavras-Chave: Gestação, morfometria, balanço energético, potro, metabolismo

Abstract

The objective was to establish the pattern of morphometric Crioula mares in the final third of gestation. For the survey, there were realized 40 observations derived from 10 mares of Crioula breed at the end of gestation, with body condition score (BCS) 5 or normal. The morphometric assessments were performed in the 8th, 9th, 10th and 11th month of gestation. The body variables analyzed were: body weight (PC), heart girth (PC), waist circumference (PA), metabolic weight (PM), percentage body fat (GC), height of the crest of the neck (AC), thickness subcutaneous fat on the base of the tail (EGBC) and retroperitoneal (EGRP). Moreover these evaluations, have been measured serum levels of non-esterified fatty acids (NEFA) and triglyceride (TAG). The results showed an increase in body weight variables ($p < 0.05$), heart girth ($p < 0.05$), metabolic weight ($p < 0.01$) and waist circumference ($p < 0.05$). Among the measurements that assessed body fat only EGBC demonstrated increased in the 8th to the 11th month of gestation ($p < 0.01$). TAG serum levels did not change during the evaluated months, although, it can be noticed that the NEFA showed a decreasing trend from

the 8th to the 9th ($p < 0.01$) and 10th ($p < 0.05$) month of pregnancy, keeping , however, the levels within the physiological pattern. Thus, it can be stated that the pregnant Crioulas mares with normal BCS, gained weight in the last third of gestation, accumulating fat reserves and not presenting a situation of negative energy balance.

Keywords: pregnant, morphometry, energy balance, foal, metabolism

Introdução

A avaliação da condição corporal de éguas gestantes é de grande importância no manejo diário. O monitoramento nutricional nessa fase pode evitar problemas clínicos e metabólicos na égua e no feto. Medidas corporais maternas são utilizadas em humanos durante a gestação como método de acompanhamento do peso fetal, através da circunferência abdominal (LORENZO et al, 2012).

Nos equinos existem poucos dados morfométricos sobre a gestação. A influência das medidas maternas do perímetro torácico, altura e peso foram correlacionadas com peso e altura do neonato, conforme descreve RECALDE et al. (2012) em estudo realizado com éguas gestantes na raça Quarto de Milha.

No entanto, não existe uma descrição na raça Crioula sobre o padrão morfométrico das éguas gestantes. Esse fato se torna importante, porque nos últimos anos vem acontecendo uma modificação intensa na forma de criação e nutrição dos animais dessa raça. 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 (LAWRENCE et al, 1992).

Portanto, o monitoramento do padrão corporal de éguas gestantes é uma das formas de prevenir o aparecimento de alterações metabólicas maternas e neonatais (NATHANIEL, 2006).

Para avaliar a morfometria dos animais a campo, HENNEKE et al. (1983), GENTRY et al. (2004), CARTER et al. (2009) e DUGDALE et al. (2011), estabeleceram técnicas de medidas corporais sensíveis e práticas que se correlacionam com o percentual total de gordura. Para auxiliar na identificação do score corporal (BCS), medida subjetiva descrita por HENNEKE et al. (1983), e captar alterações sutis no padrão de gordura corporal, técnicas objetivas, como a ultrassonografia, devem ser utilizadas (GENTRY et al, 2004).

Além do monitoramento dos parâmetros morfométrico de éguas gestantes, a avaliação do perfil bioquímico energético pode auxiliar no entendimento do padrão metabólico desses animais. Dentre alguns marcadores metabólicos os Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA) e os Triacilgliceróis (TAG), foram utilizados.

O objetivo deste estudo foi estabelecer o padrão morfométrico e o perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação.

Metodologia

Para a realização do estudo foram utilizadas 40 observação oriundas de 10 éguas híbridas, da raça Crioula no terço final de gestação (8º, 9º, 10º e 11º mês). As éguas possuíam idades que variavam de 8 – 14 anos, com comprimento e altura corporal médio de 1.71cm e 1.41cm, respectivamente. Todos os animais eram oriundos de uma mesma propriedade no município de Pelotas-RS, estando submetidos a um mesmo manejo sanitário e nutricional em campo nativo melhorado com pastagens cultivadas com azevém (*Lolium multiflorum*). A coleta dos dados morfométricos ocorreu durante os meses de setembro a dezembro de 2012, quinzenalmente no período matinal.

Dentro de cada período gestacional, foram realizadas avaliações do escore corporal (BCS) e aferições objetivas de parâmetros morfométricos. Além destas medidas, foram mensurados alguns marcadores metabólicos através da análise sorológica. Todos os animais avaliados apresentaram BCS de 5 (escala de 1 a 9 pontos), sendo dessa forma considerados animais com um escore corporal normal ou moderado, os animais que estavam em ambas as extremidades, magros (BCS 1) ou gordos/obesos (BCS 9), foram excluídos deste estudo.

O escore corporal foi avaliado subjetivamente por um mesmo observador treinado através do sistema originalmente descrito por HENNEKE et al. (1983) modificado por KOHNKE et al. (1992) que inclui uma escala de 9 pontos, sendo o BCS 1 (muito magro) e o BCS 9 (extremamente gordo). O sistema BCS, segundo KOHNKE et al. (1992) consiste na análise tátil e visual de seis regiões anatômicas do corpo (pescoço, cernelha, lombo, base da cauda, costelas, ombro). Para cada região foi definida uma nota e através da média das seis pontuações chegou-se ao resultado final.

A aferição da altura dos animais foi realizada através do auxílio de um hipômetro, o qual mede em centímetros a distância existente entre o chão e a cernelha. O comprimento foi a medida da distância longitudinal da escápula até a tuberosidade isquiática, cuja medida foi

realizada com o auxílio de uma fita métrica segundo a descrição de CARROLL & HUNTINGTON (1988).

O peso das éguas no terço final da gestação foi estimado através da fita-peso padrão (Zolla®), disponível comercialmente para espécie equina; o peso metabólico foi aferido através das medidas de perímetro torácico (PT) e comprimento (C) aplicadas à fórmula $PT^2+C/11880$ descrita por HALL (1971).

A medida do perímetro torácico foi obtida com fita métrica, no qual a fita contorna o tórax passando pelo limite posterior da cernelha, após expiração. Além da circunferência torácica, foi realizada a mensuração da circunferência abdominal no 12º espaço intercostal, contornando o abdômen (CARROLL & HUNTINGTON, 1988).

A gordura subcutânea foi medida através de um aparelho ultrassonográfico da marca SIUI, com frequência variando entre 5.0 a 7.5MHz e sonda linear. Foram realizadas as medidas na região da base da cauda, especificamente 7,62cm cranial a base da cauda e 5 cm lateral, com a sonda posicionada transversalmente a linha média (GENTRY et al, 2004). Além desta medida, foi avaliada também, a gordura ventro-abdominal retroperitoneal na porção imediatamente caudal ao apêndice xifóide, lateral a linha média, com a sonda numa posição paralela a linha média ventral, conforme descrito por DUGDALE et al. (2011).

A porcentagem de gordura corporal foi determinada através da fórmula $Y= 8,64 + 4,70X$, onde X é a espessura de gordura subcutânea na base da cauda, medida com o auxílio de um aparelho ultrassonográfico, conforme descrito por WESTERVELT et al. (1976).

As estimativas de depósito de gordura na região da crista do pescoço foram obtidas através da identificação do ligamento nugal, o qual serviu como limite ventral da medida. A altura da crista do pescoço foi medida na porção média do comprimento total do pescoço (medida aferida da base da orelha até a porção mais alta da cernelha), estando este em posição relaxada a um ângulo de aproximadamente de 45°. Estabelecida a porção média, o ligamento nugal é localizado com o auxílio de um aparelho ultrassonográfico, com frequência variando de 5 a 7.5 MHZ, e uma fita métrica é posicionada dorsalmente ao ligamento nugal até a porção final do pescoço, que pode ser palpada ou visualmente identificada (CARTER et al, 2009).

Além das medidas biométricas foi avaliado o perfil energético desses animais, através das análises de Triacilglicerídeos (TAG) e Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA).

Para as análises laboratoriais foram coletados amostras de 15 ml de sangue, através de punção da veia jugular utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer®. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3.200g durante 10 minutos para separação do soro, o qual foi

armazenado congelado à -20°C . A análise laboratorial foi realizada no laboratório de bioquímica da UFPEL, através de kits comerciais. Para mensurar as concentrações de triacilglicerídeos (Triglicerídeos- Labtest Diagnóstica S.A) e NEFA (Enzychrom Free Fatty Acid Assay Kit- Bioassay Systems) foi utilizado o método de colorimetria utilizando Kits bioquímicos específicos. Na análise estatística dos dados foi utilizado o programa STATISTIX® (2003). O teste *Shapiro-Wilk* foi realizado a fim de verificar se as variáveis estavam dentro da normalidade. Para nosso estudo foi utilizado uma significância estatística com $P < 0.05$.

Foi realizada a estatística descritiva de todas as variáveis conforme a distribuição nos meses de gestação. A fim de verificar a diferença entre as médias das variáveis analisadas entre os meses de gestação foi realizado a *Análise de Variância* para testes paramétricos ANOVA, utilizando o *teste de Tukey* para a comparação entre as médias amostrais. Para a comparação entre as médias amostrais de dados não-paramétricos foi realizado o *Teste de kruskal-wallis*. A análise de regressão linear foi utilizada para verificar o grau de dependência das variáveis espessura de gordura subcutânea na base da cauda e espessura de gordura retroperitoneal com os meses de gestação.

A *Correlação de Pearson* foi realizada a fim de estimar o grau de associação das variáveis morfométricas com os meses de gestação. Para avaliar a força de interação entre NEFA e TAG com o mês de gestação e as variáveis morfométricas foi utilizado o *Coefficiente de Correlação de Spearman*, prova não-paramétrica.

Resultados

Os resultados das avaliações morfométricas obtidas neste estudo demonstraram incremento de 33,5Kg ($p < 0,05$) entre o 8º e o 11º mês de gestação na variável peso corporal. As variáveis perímetro torácico ($p < 0,05$), circunferência do perímetro abdominal ($p < 0,05$) e peso metabólico ($p < 0,01$), também aumentaram nos meses de gestação avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis peso corporal, perímetro torácico, peso metabólico e perímetro abdominal durante o 8º, 9º, 10º e 11º mês de gestação.

M.G	N	PC (Kg)	PT (m)	PM	PA (m)
8	10	436.50 \pm 7.23a	1.75 \pm 0.01a	0.438 \pm 0.007a	2.06 \pm 0.02a
9	10	463.22 \pm 6.49b	1.79 \pm 0.008b	0.461 \pm 0.007b	2.17 \pm 0.02b
10	10	468.75 \pm 1.25b	1.81 \pm 0.00b	0.462 \pm 0.005b	2.22 \pm 0.05b
11	10	470.00 \pm 8.51b	1.83 \pm 0.01b	0.466 \pm 0.01b	2.24 \pm 0.03b

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

M.G: Mês de Gestação, N: Número de éguas, PC: Peso Corporal, PT: Perímetro Torácico, PM: Peso Metabólico, PA: Perímetro Abdominal.

A altura da crista do pescoço, a espessura de gordura retroperitoneal e a porcentagem de gordura corporal apesar de apresentarem um incremento nos meses avaliados, não tiveram diferença, no entanto, a variável espessura de gordura subcutânea na base da cauda demonstrou um aumento ($p < 0,01$) de 0,54 cm do 8º ao 11º mês de gestação (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal durante os meses de gestação avaliados.

M.G	N	AC (cm)	EGBC (cm)	GC (%)	EGRP (cm)
8	10	4.25 \pm 0.28 a	0.68 \pm 0.19a	11.83 \pm 0.89 a	0.81 \pm 0.07 a
9	10	5.0 \pm 0.25 a	0.824 \pm 0.10ab	12.51 \pm 0.48 a	0.85 \pm 0.08 a
10	10	4.87 \pm 0.71 a	0.89 \pm 0.18ab	12.86 \pm 0.88 a	0.95 \pm 0.01 a
11	10	5.5 \pm 0.53 a	1.22 \pm 0.13b	13.46 \pm 0.48 a	1.38 \pm 0.03 a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

MG: Mês de Gestação, N: Número de éguas, AC: Altura da crista do pescoço, EGBC: Espessura de gordura subcutânea na base da cauda, GC: Porcentagem de gordura corporal, EGRP: Espessura de gordura retroperitoneal.

Na avaliação do perfil energético pode-se perceber que as variações observadas nos níveis séricos de Triglicerídeos no decorrer dos meses de gestação não apresentaram diferença. Os níveis séricos de Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA) apresentaram uma diminuição do 8º para o 9º ($p < 0,01$) e 10º ($p < 0,05$) mês de gestação (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios (\pm erro padrão da média) das variáveis metabólicas analisadas nos meses de gestação.

M.G	N	TAG (mg/dl)	NEFA (mmol/l)
8	10	38.59 \pm 6.25a	0.36 \pm 0.05a
9	10	23.78 \pm 2.65a	0.07 \pm 0.02b
10	10	23.56 \pm 5.83a	0.09 \pm 0.07b
11	10	42.29 \pm 1.76a	0.14 \pm 0.14ab

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

M.G: Mês de Gestação, N: Número de éguas, TAG: Triglicerídeos, NEFA: Ácidos Graxos Não Esterificados.

Na análise de correlação de Pearson a variável que melhor se correlacionou com o mês de gestação foi o perímetro abdominal ($r=0,66$; $p=0,02$). Quando o peso corporal foi avaliado, houve associação com o peso metabólico ($r=0,78$; $p < 0,0001$) e o perímetro abdominal ($r=0,62$; $p=0,002$). A porcentagem de gordura corporal se correlacionou com a altura da crista do pescoço ($r=0,59$; $p=0,004$), espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=1,00$; $p < 0,0001$) e espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,42$; $p=0,05$). Na análise de correlação de *Spearman*, os níveis séricos de NEFA correlacionaram-se negativa com o mês de gestação ($r=0,492$; $p=0,02$) peso corporal ($r=0,559$; $p=0,008$) e o peso metabólico ($r=0,567$; $p=0,007$).

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo, no que se refere as variáveis peso corporal, perímetro torácico e peso metabólico são semelhantes aos resultados encontrados por LAWRENCE et al. (1992), em éguas gestantes da raça Quarto de Milha. WAGNER & TYLER (2011), que compararam os métodos de pesagem através da fita de peso corporal para equinos e o peso metabólico (PM), mensurado através da fórmula descrita por HALL (1971) e modificada por CARROLL & HUNTINGTON (1988), constataram que a fórmula foi a melhor opção para predizer o peso corporal em equinos. Em nosso estudo, percebemos que não houve diferença, nos meses de gestação avaliados entre o peso corporal, medido através da fita de pesagem corporal para equinos e o peso metabólico, havendo uma forte correlação entre as duas variáveis ($r = 0,78$; $p < 0,0001$).

A mensuração do perímetro abdominal aferido no 12º espaço intercostal obteve um incremento ($p < 0,01$) de 18cm entre o 8º e o 11º mês de gestação. O padrão observado nessa variável pode ser justificado pelo fato de que durante o último trimestre de gestação, devido

ao desenvolvimento e ganho de peso fetal, o abdômen é a região anatômica que mais apresenta alteração morfológica, aumentando de tamanho, o que está descrito por MEYER & AHLWEDE (1978), que demonstraram que 50% do ganho de peso fetal ocorrem no último trimestre de gestação.

Segundo ZNAMIROWSKA (2005) e DUGDALE et al. (2010), a espessura de gordura na crista do pescoço é um bom indicador do total de gordura na carcaça. No entanto, em nosso estudo o acúmulo de gordura na crista do pescoço no decorrer dos meses de gestação não apresentou diferença, o que pode ser justificado pelo fato de termos observado apenas animais que apresentavam BCS 5 ou normais, possuindo dessa forma menor acúmulo de gordura regional.

A variável espessura de gordura subcutânea na base da cauda, revelou um incremento ($p < 0,01$) do 8º ao 11º mês de gestação. Estes dados vem de encontro com os observados por LAWRENCE et al. (1992), que perceberam em éguas gestantes um pico máximo na espessura de gordura subcutânea na base da cauda aproximadamente aos 225 dias de gestação. DUGDALE et al. (2011), sugerem que éguas de escore corporal normal acumulam uma maior quantidade de reserva energética no terço final de gestação, para posteriormente ser gasta durante o período de lactação, conforme proposto por LAWRENCE et al. (1992).

A espessura de gordura retroperitoneal observada em nosso estudo não apresentou diferença no decorrer dos meses de gestação. O incremento das reservas corporais durante o último terço da gestação observada em nosso estudo, vem de encontro com os resultados obtidos por POWELL et al. (1989), o qual sugere que éguas com escore corporal normal e com livre acesso a forragem teriam um aumento nas reservas de gordura em meados da gestação para então mobiliza-las no final da gestação.

Apesar das variáveis altura da crista do pescoço e espessura de gordura retroperitoneal não apresentarem diferença estatística entre os meses de gestação, ambas correlacionaram-se com a porcentagem de gordura corporal, concordando com os resultados observados por DUGDALE et al. (2011).

As variações nas concentrações de triglicerídeos nos meses de gestação avaliados não apresentaram significância estatística, mantendo-se dentro do padrão de referência (4-44 mg/dL). Este resultado concorda com AOKI & ISHIIM (2011) que não observaram alterações nas concentrações de triglicerídios em éguas de tração nas duas semanas que antecederam o parto.

Os níveis de NEFA tiveram uma diminuição entre o 8º, 9º e 10º mês de gestação. Havendo uma discreta ($p > 0,05$) elevação nos níveis de NEFA no último mês de gestação. No

entanto, todos os valores encontrados mantiveram-se dentro dos valores fisiológicos, que estão entre 0,00 a 0,46 mmol/l, segundo DUGDALE et al. (2011). Este dado está de acordo com resultados encontrados por WATSON et al. (1993) e AOKI & ISHIIM (2011), que igualmente não encontraram alterações significativas nas concentrações de NEFA no pré-parto de pôneis e éguas de tração (Heavy Draft Horse). Segundo EISSEN et al. (2000), NEFA é o indicador mais apropriado para a mobilização de gordura.

Conclusão

Este estudo demonstrou que as éguas da raça Crioula apresentaram um incremento linear das variáveis morfométricas analisadas, aumentando também suas reservas energéticas. Dentre os locais de deposição de gordura analisados, a espessura de gordura subcutânea na base da cauda foi a que demonstrou maior incremento. Através do perfil energético foi possível afirmar que os animais dessa raça, não mobilizaram gordura nos meses avaliados.

Referências Bibliográficas

- AOKI, T.; ISHIIM, M. Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy Draft Horse), **Journal of Equine Veterinary Science**. V32:3, p.170-176, 2011.
- CARROLL, C.L.; HUNTINGTON, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, p. 41-45, 1988.
- CARTER, R.A., GEOR, R.J., STANIAR, W.B., CUBITT, T.A. & HARRIS, P.A. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. **The Veterinary Journal**; 179, p. 204–210, 2009.
- DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. **Equine Veterinary Journal** 42, 600–610, 2010.
- DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of season and body composition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares. **The Veterinary Journal** 109, 379–387, 2011.
- DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Assessment of body fat in the pony: I. Relationships between the anatomical definition of adipose tissue, body composition and body condition. **Equine Veterinary Journal** 43, 552–561, 2011a.
- EISSEN, J.J.; KANIS, E. & KEMP, B. Sows factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, v. 64, p.147-16, 2000.

JEFFCOTT, L.B.; FIELD, J. R. Current concepts of hyperlipaemia in horses and ponies. **Vet Re**, v. 116(17), p.461–466, 1985.

GENTRY, L.R; PHD, DONALD L. THOMPSON, JR, PHD, GLEN T. GENTRY, JR, MS, RONALD P. DEL VECCHIO, PHD, KEITH A. DAVIS, AND PAMELA M. DEL VECCHIO. 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.

HALL, L. W. Wrights. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 7th edn. Baillière Tindall. London.1971, p 176.

HENNEKE, D.R., POTTER, G.D., KRIEDER, J.L & YEATES, B.F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal** 15, 371–372, 1983.

KOHNKE, J. **Feeding and Nutrition: The Making of a Champion**. Birubi Pacific, Pymble, Australia, 1992, p. 163–166.

LAWRENCE L. M.; DI PIETRO, J.; PARRETT D.; MOSER, L.; POWELL, D. Changes in boby weight and condition of gestating mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 12, p.355-358, 1992.

LORENZO GIOVANNI, LORENZO MONASTA, MATTEO CECCARELLO, VERA CECOTTI, GIUSEPPINA D’OTTAVIO. Third trimester abdominal circumference, estimated fetal weight and uterine artery doppler for the identification of newborns small and large for gestational age. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**.166:2, p.133-8, 2012.

MEYER, H.; AHLWEDE, L. The intra-uterine growth and body composition of foals and the nutrient requeriments of pregnant mares. **Animal Research and Development**, v. 6, p. 86- 111,1978.

NATHANIELSZ PW. Animal models that elucidate basic principles of the developmental origins of adult diseases. **Ilar J**, 47:73–82, 2006.

PAZ, C.F.R.; J.C. PAGANELA, C.A. DOS SANTOS, C.E.W. NOGUEIRA, R.R. FALEIROS. Relação entre obesidade, insulina plasmática e posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 65:6, p.1699-1705, 2013.

POWELL D, LAWRENCE L, PARRETT D, DIPIETRO J: Body Composition Changes in Broodmares. **Proceedings 1 lth Equine Nutr Physiol Symp**, Stillwater . p 91-94.

RECALDE, E. C. S., SILVA, J. C. Q., FERNANDES, C. B. Influência de variáveis maternas, placentárias e do sexo de potros da raça quarto de milha sobre seu peso e altura ao nascimento, 2012. Disponível em: <http://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=2484&numeroEdicao=19>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

SERRA, S. F.; AURNHEIMER, R. C. M.; LISBOA, P. A. V. Correlação entre fita de pesagem corporal e balança na determinação do peso de eqüinos para dosificação de fármacos, 2012. Disponível em: <http://www.giancouthinho.com.br/arquivos/Correla%C3%A7%C3%A3o%20entre%20fita%20de%20pesagem%20e%20peso%20corporal.pdf>. Acesso em: 28 de julho de 2013.

WAGNER, E. L.; TYLER, P. J. A comparison of weight Estimation Methods in Adult Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.31, p. 706-710, 2011.

WATSON, T.D.; BURNS, L.; LOVE S. et al. Plasma lipids, lipoproteins and post-heparin lipases in ponies with hyperlipaemia. **Equine Vet J**, v. 24(5), p. 341–6, 1992.

WESTERVELT, R.G., STOUFFER, J.R., HINTZ, H.F & SCHRYVER, H.F. Estimating fatness in horses and ponies. **Journal of Animal Science** 43, 781–785, 1976.

ZNAMIROWSKA, A. Prediction of horse carcass composition using linear measurements. **Meat Sci.** 69, 567-560, 2005.

ARTIGO 2 – Manuscrito formatado conforme normas da revista *Acta Scientiae Veterinariae*.

Artigo 2

Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas Crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais.

Comparative measurements of the morphometric pattern and energy profile of mares Creole in the final third of gestation, with different body condition scores.

MARCHIORI, M.O; KASINGER, S; SILVA, K; SOARES, L; NOGUEIRA, C.E.W; ROLL, V.F.B

RESUMO

A expansão da raça Crioula no território nacional aliado aos altos investimentos financeiros nos animais dessa raça modificou demasiadamente todo o processo de criação. Alterações no manejo nutricional começaram a ocorrer, com a implementação de uma dieta rica em energia desde a fase de reprodução até a fase de treinamento e preparação final dos animais para competições. O objetivo deste estudo foi comparar e descrever (ou avaliar) de medidas morfométricas e perfil energético de éguas da raça Crioula no terço final da gestação. Foram utilizadas oitenta observações oriundas de vinte éguas gestantes, separadas em 2 grupos conforme o escore corporal (BCS). O GrN (n=10) grupo de éguas com BCS 5 ou moderado e GrO (n=10) grupo de éguas obesas ou BCS 9, analisados conforme o mês de gestação em que se encontravam (8º, 9º, 10º e 11º). Os resultados das mensurações morfométricas nos permitem concluir que no GrN houve incremento nas variáveis peso corporal ($p<0,05$), perímetro torácico ($p<0,05$), peso metabólico ($p<0,01$) e perímetro abdominal ($p<0,05$), demonstrando também aumento na espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($p<0,01$) nos meses de gestação avaliados. No GrO apenas o perímetro abdominal demonstrou incremento ($p<0,01$) entre o 8º e o 11º mês de gestação. No grupo de éguas obesas houve também um incremento ($p<0,01$) nos níveis séricos de Leptina com o decorrer da gestação, diferentemente do observado no GrN. Quando os dois grupos foram comparados as variáveis peso corporal, perímetro torácico, peso metabólico, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal apresentaram diferença ($p<0,05$) em todos os meses avaliados. Os níveis séricos de triglicérides não variaram durante os meses avaliados em ambos os grupos. No entanto, pode-se perceber que os níveis séricos de ácidos graxos não esterificados demonstraram no GrN uma tendência decrescente do 8º para o 9º ($p<0,01$) e 10º ($p<0,05$) mês de gestação, mantendo, porém os níveis dentro do padrão fisiológico. Na correlação de Pearson a variável que melhor se correlacionou com o mês de gestação foi o perímetro abdominal ($r=0,54$; $p<0,0001$). O BCS associou-se com o peso corporal ($r=0,691$; $p<0,0001$), perímetro torácico ($r=0,705$; $p<0,0001$), peso metabólico ($r=0,678$; $p<0,0001$), porcentagem de gordura corporal ($r=0,701$; $p<0,0001$), espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=0,701$; $p<0,0001$), espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,627$; $p<0,0001$), níveis séricos de leptina ($r=0,426$; $p<0,0001$) e adiponectina ($r=0,217$; $p<0,05$). A Leptina foi a variável metabólica que melhor se correlacionou com a porcentagem de gordura corporal ($r=0,418$; $p<0,0001$) e espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=0,418$; $p<0,0001$) e espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,313$; $p<0,0001$). Dessa forma pode-se afirmar que a gordura corporal aumentou progressivamente nas éguas do GrN, diferentemente do observado no GrO. Dessa forma, através dos métodos utilizados neste trabalho, torna-se possível a

avaliação prática da morfometria das éguas da raça Crioula no terço final da gestação, possibilitando de forma objetiva, a identificação de indivíduos obesos.

Palavras-Chave: morfometria, gestação, raça Crioula, obesidade

ABSTRACT

The expansion of Crioula breed in the country coupled with high investments in animals of this breed has changed the entire process of creation. Changes in nutritional management began to occur with the implementation of a diet rich in energy, from the stage of reproduction until the training phase and the final preparation of the animals for competition. The aim of this study was to compare and describe morphometric measures and energy profile of the Crioula mares breed at the end of gestation. Eighty observations resulting from twenty pregnant mares were separated into 2 groups according to body condition score (BCS). The GrN (n = 10) group of mares with BCS 5 or moderate and GrO (n = 10) group of obese mares or BCS 9 were analyzed according to the month of pregnancy in which they found (8th, 9th, 10th and 11th). The results of morphometric measurements allow us to conclude that in GRN there was an increase variables like body weight ($p < 0,05$), heart girth ($p < 0,05$), metabolic weight ($p < 0,01$) and waist circumference ($p < 0,05$), also demonstrating increased fat thickness at the base of the tail ($p < 0,01$) in the months evaluated. In GrO only waist circumference showed increased ($p < 0,01$) between the 8th and 11th month of gestation. In the group of obese mares there was also an increase ($p < 0,01$) of leptin serum levels in the course of gestation, differently of what was observed in the GrN. When both groups were compared, the variables body weight, heart girth, metabolic weight, fat thickness at the base of the tail, percentage of body fat and thickness of retroperitoneal fat showed differences ($p < 0,05$) in all months evaluated. Serum triglyceride levels did not change during the months evaluated in both groups. However, it can be seen that the serum levels of non-esterified fatty acids in GrN demonstrated a decreasing trend from the 8th to the 9th ($p < 0,01$) and 10th ($p < 0,05$) month of pregnancy, maintaining, although, levels within the physiological pattern. Pearson correlation considered the variable that best correlated with month of pregnancy was waist circumference ($r = 0,54$, $p < 0,0001$). The BCS was associated with body weight ($r = 0,691$, $p < 0,0001$), chest circumference ($r = 0,705$, $p < 0,0001$), metabolic weight ($r = 0,678$, $p < 0,0001$), percentage body fat ($r = 0,701$, $p < 0,0001$), fat thickness at the base of the tail ($r = 0,701$, $p < 0,0001$), retroperitoneal ($r = 0,627$, $p < 0,0001$), serum leptin levels ($r = 0,426$, $p < 0,0001$) and adiponectin ($r = 0,217$, $p < 0,05$). Spearman correlation showed that leptin was the metabolic variable that best correlated with the the percentage of body fat ($r = 0,418$, $p < 0,0001$) and fat thickness at the base of the tail ($r = 0,418$, $p < 0,0001$) and thickness retroperitoneal fat ($r = 0,313$, $p < 0,0001$). Thus, it can be stated that the body fat increased progressively in mares GrN, different from that observed in GrO. Therefore, by the methods used in this study, it became possible the morphometry practical evaluation of the Crioula breed mares in the last third of gestation, allowing an objective way to identify obese individuals.

Key words: morphometry, pregnancy, Crioulo breed, obesity

Introdução

A indústria do cavalo Crioulo vem crescendo rapidamente em todo território nacional, somente no ano de 2013, foram registrados 27.753 novos animais na raça. A atividade envolve grandes investimentos, movimentando o mercado nacional e internacional (ABCCC, 2013).

Com a finalidade de produzir animais cada vez mais competitivos morfologicamente, foram introduzidas alterações na dieta e no manejo de criação. 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. Tais modificações no manejo também foram observadas e descritas por SCHEIBE & STREICH, (2003), em outras raças. Segundo o autor, a domesticação dos cavalos, aliada ao confinamento e ao excesso de fornecimento de alimentos ricos em energia, é o responsável pelo aumento no índice de obesidade em equinos.

Na raça Crioula não há estudos sobre a morfometria e o perfil energético durante a gestação, período marcado por diversas alterações metabólicas. Dessa forma, torna-se importante estudar o padrão biométrico e alguns marcadores do perfil energético, a fim de entender como tais alterações no manejo de criação estão influenciando o metabolismo das éguas dessa raça no terço final da gestação.

Em equinos, existem poucos dados sobre a influência das alterações geradas pela obesidade durante a gestação. Um dos primeiros estudos com éguas gestantes foi realizado por KUBIAK et al, (1988). Segundo o autor, éguas obesas não apresentavam diferença das éguas de escore corporal normal nas variáveis peso do potro ao nascer e tempo das fases do parto. GEOR & HARRIS, (2009), afirmam em um estudo observacional que a obesidade em éguas em reprodução deve ser evitada para reduzir problemas como Síndrome Metabólica Equina, resistência à insulina, e / ou laminite, reduzindo o potencial para deformidades angulares nos membros dos neonatos.

Medidas corporais maternas são usadas em humanos durante a gestação como método de acompanhamento do desenvolvimento fetal (MARTINELLI et al, 2002) e acompanhamento do ganho de peso da própria gestante (FILHO et al, 2009). O monitoramento nutricional de éguas gestantes, através do escore corporal (BCS), e de medidas objetivas como a mensuração ultrassonográfica e a altura da crista do pescoço, são

algumas formas de identificar animais obesos, que possam apresentar distúrbios metabólicos, gerando alterações que predisponham a modificações no metabolismo fetal (CARTER et al, 2009).

Para avaliar a morfometria dos animais a campo, HENNEKE et al, (1983), GENTRY et al, (2004), CARTER et al, (2009) e DUGDALE et al, (2011a), estabeleceram técnicas de medidas corporais sensíveis e práticas que se correlacionam com o percentual total de gordura, auxiliando na identificação de indivíduos obesos.

Para auxiliar na identificação do BCS, medida subjetiva descrita por HENNEKE et al, (1983), e captar alterações sutis no padrão de gordura corporal, técnicas objetivas, como a ultrassonografia e a adiposidade da crista do pescoço podem ser utilizadas (GENTRY et al, 2004). Segundo DUGDALE et al, (2011), a avaliação morfométrica e a identificação do BCS torna-se mais difícil em animais obesos, devido as variações sutis nas reservas de gordura, por isso torna-se necessário aliar às medidas subjetivas a medidas objetivas e ao perfil energético, no intuito de identificar indivíduos susceptíveis a alterações metabólicas.

O perfil bioquímico em éguas de tração gestantes foi estudado por AOKI & ISHIIM, (2011), através da avaliação de alguns marcadores do perfil energético, tais como os ácidos graxos não esterificados (NEFA), colesterol e triglicerídios (TAG). KEARNS et al, (2006), analisando alguns marcadores de adiposidade em equinos, observaram que a obesidade estava associada com maiores concentrações plasmáticas de leptina e menores concentrações plasmáticas de adiponectina.

O objetivo deste estudo foi comparar e descrever o padrão morfométrico e o perfil energético de éguas Crioulas, com diferentes escores corporais, no terço final da gestação.

Metodologia

Para o estudo foram utilizadas 80 observações, oriundas de 20 éguas híbridas, da raça Crioula no terço final de gestação (8º, 9º, 10º e 11º mês). As éguas possuíam idades que variavam de 8 – 14 anos, com comprimento e altura corporal médio de 1.71cm e 1.41cm, respectivamente. Os animais eram oriundos de uma mesma propriedade no município de Pelotas-RS, estando submetidas a um mesmo manejo sanitário.

As éguas foram categorizadas de acordo com o período gestacional e avaliadas conforme o escore corporal (BCS) em que se encontravam no momento da coleta de dados. O período gestacional foi estabelecido pela data da ovulação e confirmado pela dimensão da

órbita fetal. O BCS foi avaliado subjetivamente por um mesmo observador treinado através do sistema originalmente descrito por HENNEKE et al (1983) modificado por KOHNKE et al (1992) que inclui uma escala de 9 pontos, sendo o BCS 1 (muito magro) e o BCS 9 (extremamente gordo). O sistema BCS, segundo KOHNKE et al, (1992) consiste na análise tátil e visual de seis regiões anatômicas do corpo (pescoço, cernelha, lombo, base da cauda, costelas, ombro). Para cada região é dada um nota e através da média das seis pontuações chega-se ao resultado final.

As éguas que apresentavam escore corporal 5, foram consideradas integrantes do grupo controle GrN (n=10), classificadas como animais com escore corporal normal ou moderado e as que apresentavam escore corporal 9, foram incluídas no GrO (n=10), grupo dos animais obesos.

O manejo nutricional dos animais dentro da propriedade era distinto. Os animais do GrN estavam em campo nativo melhorado com pastagem cultivadas com azevém (*Lolium multiflorum*), o outro grupo (GrO) estava em um potreiro com pastagem cultivada com azevém (*Lolium multiflorum*), cornichão (*Lotus corniculatus*) e trevo branco (*Trifolium repens*).

A coleta dos dados morfométricos ocorreu durante os meses de setembro a dezembro de 2012, mensalmente, no período matinal. Dentro de cada período gestacional, foram realizadas mensurações visuais do escore corporal e aferições objetivas de alguns parâmetros morfométricos dos animais. Além destas medidas, foram mensurados alguns marcadores metabólicos através da análise sorológica.

A aferição da altura dos animais foi realizada com do auxílio de um hipômetro, o qual mede em centímetros a distância existente entre o chão e a cernelha. O comprimento foi a medida da distância longitudinal da escápula até a tuberosidade isquiática, cuja medida foi realizada com o auxílio de uma fita métrica segundo a descrição de CARROLL & HUNTINGTON (1988).

O peso das éguas no terço final da gestação foi estimado através da fita-peso padrão da marca Zolla®, disponível comercialmente para espécie equina; o peso metabólico foi aferido através das medidas de perímetro torácico (PT) e comprimento (B) aplicadas à fórmula $PT^2+B/11880$ descrita por HALL (1971).

Foi realizada também, a mensuração com fita métrica dos perímetros de circunferência torácica na região do esterno, após expiração, além da circunferência no 12º espaço intercostal (CARROLL & HUNTINGTON, 1988).

A porcentagem de gordura corporal foi determinada através da fórmula $Y = 8,64 + 4,70X$, onde X é a espessura de gordura subcutânea na base da cauda, conforme descrito por WESTERVELT et al, (1976).

A gordura subcutânea foi medida através de um aparelho ultrassonográfico da marca SIUI, com frequência de 5.0MHz e sonda linear. Foram realizadas as medidas na região da caudal da garupa, especificamente 7,62cm cranial a base da cauda e 5 cm lateral, com a sonda posicionada transversalmente a linha média (GENTRY et al, 2004). Além desta medida, foi avaliada também, a gordura ventro-abdominal retroperitoneal na porção imediatamente caudal ao apêndice xifóide, lateral a linha média, com a sonda numa posição paralela a linha média ventral, conforme descrito por DUGDALE et al, 2011.

As estimativas de depósito de gordura na região da crista do pescoço foram obtidas através da identificação do ligamento nugal, o qual serviu como limite ventral da medida. A altura da crista do pescoço foi medida na porção média do comprimento total do pescoço (medida aferida da base da orelha até a porção mais alta da cernelha), estando este em posição relaxada a um ângulo de aproximadamente de 45°. Estabelecida a porção média, o ligamento nugal é localizado com o auxílio de um aparelho ultrassonográfico, com frequência variando de 5 MHz, e uma fita métrica é posicionada dorsalmente ao ligamento nugal até a porção final do pescoço, que pode ser palpada ou visualmente identificada (CARTER et al, 2009).

Juntamente com as medidas biométricas foi analisado o perfil energético através das análises de Triacilglicerídeos (TAG), Ácidos Graxos Não Esterificados (NEFA), Leptina e Adiponectina.

Para as análises laboratoriais foram coletados amostras de 15 ml de sangue, através de punção externa da veia jugular utilizando sistema de tubos estéreis Vacutainer®. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas a 3.200 g durante 10 minutos para separação do soro, o qual foi armazenado congelado à -20°C. A análise laboratorial foi realizada no laboratório de bioquímica da UFPel, onde foram avaliadas as concentrações de triacilglicerídeos (Triglicerídeos- Labtest Diagnóstica S.A) e NEFA (Enzychrom Free Fatty Acid Assay Kit- Bioassay Systems), pelo método de colorimetria, além de Leptina (Kit for Leptina (LEP) – Uscn) e Adiponectina (Human Adiponectin ELISA Kit – EMD Millipore Corporation) através da técnica Enzyme – Linked Immunosorbent Assay (ELISA).

Para análise estatística dos dados foi utilizado o programa STATISTIX® (2003). O teste *Shapiro-Wilk* foi realizado a fim de verificar se as variáveis estavam dentro da normalidade. Para nosso estudo foi utilizado uma significância estatística com $P < 0.05$.

Foi realizada a estatística descritiva de todas as variáveis conforme a distribuição dos grupos. Para verificar a diferença entre as variáveis analisadas em cada grupo (GrN e GrO) separadamente e comparar os dados do GrN versus GrO em cada mês de gestação foram realizados a *Análise de Variância* para testes paramétricos *ANOVA*, utilizando o *teste de Tukey* para a comparação entre as médias amostrais e o *Teste de kruskal-wallis*, para os dados não-paramétricos.

A correlação foi realizada através do *Teste Linear de Pearson* a fim de estimar a força de associação entre as variáveis. O mês de gestação e o escore corporal foram correlacionados com as variáveis morfométricas e o perfil energético. As variáveis que estimaram depósito regional de gordura corporal (altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda e espessura de gordura retroperitoneal) foram correlacionadas com o perfil energético. Para avaliar a força de interação entre NEFA, TAG, Leptina e Adiponectina foi utilizado o *Coefficiente de Correlação de Spearman*, prova não-paramétrica.

Resultados

Os resultados das mensurações morfométricas obtidas nesse estudo demonstraram um incremento nos valores avaliados do 8º ao 11º mês de gestação em ambos os grupos (GrN e GrO). No entanto, os incrementos observados foram mais expressivos ($p < 0,05$) nas éguas de escore corporal normal (GrN).

O grupo de éguas com escore corporal normal (GrN), obteve maior incremento de peso durante os meses de gestação. O ganho de peso ocorreu de forma linear no decorrer dos meses, havendo um aumento de 33,5kg ($p < 0,05$) do 8º ao 11º mês de gestação. As variáveis perímetro torácico ($p < 0,05$), peso metabólico ($p < 0,01$) e circunferência do perímetro abdominal ($p < 0,05$), também demonstraram variação crescente no decorrer dos meses avaliados. No entanto, o GrO apresentou incremento ($p < 0,01$) apenas no perímetro abdominal (19 cm), como pode ser observado na Tabela 1.

Nas avaliações específicas de adiposidade no grupo controle (GrN), pode-se perceber incremento ($p < 0,01$) durante os meses de gestação apenas na variável espessura de gordura subcutânea na base da cauda. No GrO não houve diferença nas variáveis altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal (Tabela 2).

Tabela 1 - Valores médios (\pm erro padrão da média) dos grupos controle (GrN) e GrO nas variáveis peso corporal, perímetro torácico, peso metabólico e perímetro abdominal durante o 8º, 9º, 10º e 11º mês de gestação.

GR	MG	N	PC (Kg)	PT (m)	PM	PA (m)
GrN	8º	10	436.50 \pm 7.23 aA	1.75 \pm 0.01 aA	0.438 \pm 0.007 aA	2.06 \pm 0.02 aA
GrO	8º	10	511.50 \pm 22.85 yB	1.86 \pm 0.02 yB	0.495 \pm 0.02 yB	2.11 \pm 0.03 yA
GrN	9º	10	463.22 \pm 6.49 aA	1.79 \pm 0.008 aA	0.461 \pm 0.007 aA	2.17 \pm 0.02 aA
GrO	9º	10	517 \pm 11.69 yB	1.87 \pm 0.01 yB	0.515 \pm 0.00 yB	2.20 \pm 0.03 yzA
GrN	10º	10	468.75 \pm 1.25 aA	1.81 \pm 0.00 aA	0.462 \pm 0.005 aA	2.22 \pm 0.05 aA
GrO	10º	10	527.20 \pm 7.96 yB	1.89 \pm 0.01 yB	0.520 \pm 0.00 yB	2.24 \pm 0.01 yzA
GrN	11º	10	470.00 \pm 8.51 aA	1.83 \pm 0.01 aA	0.466 \pm 0.01 aA	2.24 \pm 0.03 aA
GrO	11º	10	533.59 \pm 10.75 yB	1.92 \pm 0.02 yB	0.528 \pm 0.01 yB	2.30 \pm 0.02 zA

Médias seguidas por letras minúsculas (**a** e **b**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos resultados do grupo GrN nos meses de gestação. Médias seguidas por letras minúsculas (**y** e **z**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos dados do grupo GrO nos meses de gestação. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos grupos GrN versus GrO em cada mês de gestação avaliado.

GrN: Grupo controle ou de éguas com BCS 5, GrO: Grupo de éguas com BCS 9 ou obesas, MG: Mês de Gestação, N: Número de éguas, PC: Peso Corporal, PT: Perímetro Torácico, PM: Peso Metabólico, PA: Perímetro Abdominal.

Com os resultados obtidos no estudo pode-se perceber que existe uma diferença nos dados morfométricos de éguas gestantes normais e obesas. Todas as variáveis analisadas diferiram ($p < 0,05$) quando os grupos de éguas normais e obesas foram comparados em cada mês de gestação, as excessões foram a variável perímetro abdominal e a altura da crista do pescoço no 11º mês de gestação ($p = 0,07$).

Na avaliação do perfil energético do grupo controle (GrN) pode-se perceber que as variações observadas nos níveis séricos de Triglicerídeos, Leptina e Adiponectina no decorrer dos meses de gestação não apresentaram significância estatística. No entanto, os níveis séricos de Ácidos Graxos Não Esterificados, apresentaram uma diminuição gradual no decorrer dos meses de gestação, existindo uma significância estatística nas variações observadas entre o 8º, 9º ($p < 0,01$) e 10º ($p < 0,05$) mês de gestação. No GrO pode-se observar um incremento nos níveis séricos de Leptina entre o 8º, 9º e 11º mês de gestação. As demais variáveis não apresentaram variações. Quando os dados referentes ao perfil energético foram analisados nos

meses de gestação e os grupos (GrN *versus* GrO) foram comparados, apenas os níveis séricos de leptina no último mês de gestação diferiram ($p < 0.001$) (Tabela 3).

Tabela 2 - Valores médios (\pm erro padrão da média) dos grupos controle (GrN) e GrO das variáveis altura da crista do pescoço, espessura de gordura subcutânea na base da cauda, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura retroperitoneal durante os meses de gestação avaliados.

GR	MG	N	AC (cm)	EGBC (cm)	GC (%)	EGRP (cm)
GrN	8	10	4.25 \pm 0.28 aA	0.68 \pm 0.19 aA	11.83 \pm 0.89 aA	0.81 \pm 0.73 aA
GrO	8	10	5.87 \pm 0.65 yB	1.917 \pm 0.35 yB	17.65 \pm 1.68 yB	1.59 \pm 0.12 yB
GrN	9	10	5.0 \pm 0.25 aA	0.824 \pm 0.10 abA	12.51 \pm 0.48 aA	0.85 \pm 0.80 aA
GrO	9	10	6.58 \pm 0.80 yB	1.600 \pm 0.15 yB	16.17 \pm 0.63 yB	1.56 \pm 0.09 yB
GrN	10	10	4.87 \pm 0.71 aA	0.89 \pm 0.18 abA	12.86 \pm 0.88 aA	0.95 \pm 0.17 aA
GrO	10	10	6.93 \pm 0.29 yB	1.737 \pm 0.08 yB	16.80 \pm 0.37 yB	1.90 \pm 0.12 yB
GrN	11	10	5.5 \pm 0.53 aA	1.22 \pm 0.13 bA	13.46 \pm 0.48 aA	1.13 \pm 0.03 aA
GrO	11	10	6.72 \pm 0.28 yA	1.843 \pm 0.09 yB	17.30 \pm 0.45 yB	2.08 \pm 0.12 yB

Médias seguidas por letras minúsculas (**a e b**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos resultados do grupo GrN nos meses de gestação. Médias seguidas por letras minúsculas (**y e z**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos dados do grupo GrO nos meses de gestação. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) na comparação dos grupos GrN *versus* GrO em cada mês de gestação avaliado.

GrN: Grupo controle ou de éguas com BCS 5, GrO: Grupo de éguas com BCS 9 ou obesas, M.G: Mês de Gestação, N: Número de éguas, AC: Altura da Crista do Pescoço, EGBC: Espessura de gordura subcutânea na base da cauda, GC: Porcentagem de gordura corporal, EGRP: Espessura de gordura retroperitoneal.

Com os resultados obtidos no estudo pode-se perceber que existe uma diferença nos dados morfométricos de éguas gestantes normais e obesas. Todas as variáveis analisadas diferiram ($p < 0.05$) quando os grupos de éguas normais e obesas foram comparados em cada mês de gestação, as exceções foram a variável perímetro abdominal e a altura da crista do pescoço no 11º mês de gestação ($p = 0,07$).

Na avaliação do perfil energético do grupo controle (GrN) pode-se perceber que as variações observadas nos níveis séricos de Triglicerídeos, Leptina e Adiponectina no decorrer dos meses de gestação não apresentaram significância estatística. No entanto, os níveis séricos de Ácidos Graxos Não Esterificados, apresentaram uma diminuição gradual no decorrer dos meses de gestação, existindo uma significância estatística nas variações observadas entre o 8º,

9° ($p<0,01$) e 10° ($p<0,05$) mês de gestação. No GrO pode-se observar um incremento nos níveis séricos de Leptina entre o 8°, 9° e 11° mês de gestação. As demais variáveis não apresentaram variações. Quando os dados referentes ao perfil energético foram analisados nos meses de gestação e os grupos (GrN *versus* GrO) foram comparados, apenas os níveis séricos de leptina no último mês de gestação diferiram ($p<0,001$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Média (\pm erro padrão) dos grupo controle (GrN) e GrO referente as níveis séricos de Triacilglicerídeos, Ácidos Graxos Não Esterificados, Leptina e Adiponectina no decorrer dos meses de gestação.

GR	MG	N	TAG (mmol/l)	NEFA (mmol/l)	LEPTINA (ng/ml)	ADIPONECTINA (ng/ml)
GrN	8	10	2.14 \pm 0.34 aA	0.36 \pm 0.05 aA	0.29 \pm 0.26 aA	0.12 \pm 0.09 aA
GrO	8	10	1.50 \pm 0.23 yA	0.20 \pm 0.11 yA	0.69 \pm 0.54 yA	0.16 \pm 0.14 yA
GrN	9	10	1.32 \pm 0.14 aA	0.07 \pm 0.02 bA	0.44 \pm 0.39 aA	0.09 \pm 0.05 aA
GrO	9	10	1.52 \pm 0.27 yA	0.03 \pm 0.01 yA	1.55 \pm 0.78 yA	0.13 \pm 0.04 yA
GrN	10	10	1.30 \pm 0.32 aA	0.09 \pm 0.07 bA	0.43 \pm 0.39 aA	0.15 \pm 0.08 aA
GrO	10	10	1.76 \pm 0.34 yA	0.09 \pm 0.02 yA	2.54 \pm 1.30 yA	0.24 \pm 0.10 yA
GrN	11	10	2.37 \pm 0.09 aA	0.14 \pm 0.10 abA	0.29 \pm 0.12 aB	0.02 \pm 0.00 aA
GrO	11	10	2.45 \pm 0.60 yA	0.17 \pm 0.06 yA	6.22 \pm 1.44 zC	0.50 \pm 0.48 yA

Médias seguidas por letras minúsculas (**a** e **b**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) na comparação dos resultados do grupo GrN nos meses de gestação. Médias seguidas por letras minúsculas (**y** e **z**) diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) na comparação dos dados do grupo GrO nos meses de gestação. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) na comparação dos grupos GrN *versus* GrO em cada mês de gestação avaliado.

GrN: Grupo controle ou de éguas com BCS 5, GrO: Grupo de éguas com BCS 9 ou obesasMG: Mês de gestação, N: Número de Animais, TAG: Triacilglicerídeos, NEFA: Ácidos Graxos Não Esterificados.

Na Análise de Correlação de Pearson, pode-se perceber maior correlação do mês de gestação com a circunferência do perímetro abdominal medido no 12° espaço intercostal ($r=0,544;p<0,0001$). O escore corporal apresentou forte associação com as variáveis morfométricas peso corporal ($r=0,691;p<0,0001$), perímetro torácico ($r=0,705;p<0,0001$), espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=0,701;p<0,0001$), porcentagem de gordura corporal ($r=0,701;p<0,0001$) e espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,627;p<0,0001$). A espessura de gordura subcutânea na base da cauda manteve uma forte associação com a porcentagem de gordura corporal ($r=1,00;p<0,0001$), já a EGR associou-se com a %GC de forma mais moderada ($r=0,62;p<0,0001$).

Na *Correlação de Spearman* a Leptina foi a variável metabólica que melhor se correlacionou com o BCS ($r=0,426$; $p<0,0001$), a porcentagem de gordura corporal ($r=0,418$; $p<0,0001$), espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=0,418$; $p<0,0001$) e espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,313$; $p<0,0001$). O NEFA se correlacionou negativamente com o mês de gestação ($r=0,31$; $p=0,02$), peso corporal ($r=0,47$; $p=0,0005$), peso metabólico ($r=0,45$; $p=0,001$) e altura da crista do pescoço ($r=0,39$; $p=0,004$). O TAG se correlacionou positivamente com o NEFA ($R=0,26$; $P=0,05$) e leptina ($r=0,49$; $p=0,0003$). A leptina e a adiponectina se correlacionaram positivamente ($r=0,46$; $p=0,0006$).

Discussão

As medidas morfométricas obtidas neste estudo podem ser um referencial para a mensuração do perfil metabólico e energético de éguas Crioulas gestantes. Os resultados demonstram que há uma diferença ($p<0,05$) entre as médias de peso corporal das éguas normais (GrN) e obesas (GrO) no último trimestre da gestação. O ganho de peso foi maior dentro do grupo das éguas de escore corporal normal (GrN), havendo um incremento ($p<0,05$) de 33,5kg do 8º ao 11º mês, já no GrO esse incremento foi de 22Kg durante o mesmo período, concordando com os resultados encontrados por LAWRENCE et al, (1992). Esse menor ganho de peso em indivíduos obesos durante o último trimestre da gestação, também foi observado por KNIGHT et al, (2009) estudando mulheres grávidas com sinais de obesidade.

O perímetro torácico e o peso metabólico, medidos através da fórmula descrita por HALL (1971), aumentaram do 8º ao 11º mês de gestação nos animais de BCS normal (GrN), no entanto, nos animais obesos as variáveis analisadas não apresentaram alterações. Tais resultados corroboram com os encontrados por DUGDALE et al, (2011a), que avaliaram alguns parâmetros morfométricos em pôneis e verificaram que o perímetro torácico aumentava nos pôneis não obesos, mas se mantinha constante nos pôneis obesos.

No trabalho realizado por KUBIAK et al, (1988) as variáveis escore corporal ($p<0,001$), peso corporal ($p<0,01$) e porcentagem de gordura corporal ($p<0,05$) foram maiores em animais obesos do que em éguas de escore corporal normal (5-6) antes e após o parto. Estes dados concordam com os resultados encontrados em nosso estudo, onde o escore corporal, o peso corporal e a porcentagem de gordura corporal foram maiores ($p<0,05$) nas éguas gestantes obesas no pré-parto.

A mensuração da circunferência do perímetro abdominal aferido no 12º espaço intercostal apresentou crescimento ($p<0,01$) em ambos os grupos. Na Análise de Correlação

de Pearson, pode-se perceber maior correlação do mês de gestação com a circunferência do perímetro abdominal ($r=0,544;p<0,0001$). Tal resultado pode ser justificado pelo fato de que durante o último trimestre de gestação, devido ao desenvolvimento e ganho de peso fetal, o abdômen é a região anatômica que mais apresenta alteração morfológica, aumentando de tamanho, o que está descrito por MEYER & AHLWEDE (1978).

O acúmulo de gordura na crista do pescoço no decorrer dos meses de gestação foi maior nas éguas do GrN ($p<0,05$) 1,5cm, concordando com a afirmação de DUGDALE et al., (2011a), que observaram nas éguas obesas mudanças sutis nos depósitos de gordura dificultam sua detecção.

Neste estudo a variável espessura de gordura subcutânea na base da cauda, revelou nas éguas normais (GrN) um incremento ($p<0,05$) do 8º ao 11º mês de gestação. Tal resultado não foi observado nas éguas do GrO. LAWRENCE et al, (1992) observando o compartimento dessa variável em éguas gestantes da raça Quarto de Milha e de padrão corporal normal, perceberam um pico máximo na espessura de gordura subcutânea na base da cauda aproximadamente aos 225 dias de gestação, havendo uma tendência decrescente nessa variável no 10º e 11º mês de gestação.

Os resultados deste estudo nos permitiram observar uma alta correlação ($r=1,00$, $p<0,0001$) entre a porcentagem de gordura corporal e a espessura de gordura subcutânea na base da cauda em ambos os grupos, igualmente ao que ocorreu no trabalho realizado por WESTERVELT et al, (1976).

Em ambos os grupos, a espessura de gordura retroperitoneal não demonstrou significância estatística nas variações observadas ao longo dos meses avaliados. Tais resultados discordam dos dados encontrados por DUGDALE et al., (2011a), a qual observou que a espessura de gordura retroperitoneal apresentava um maior incremento nos animais não obesos, quando ambos os grupos (obesos e não obesos) eram submetidos a uma dieta que favorecia o incremento do BCS. No entanto, este mesmo estudo, revelou que nos animais obesos a medida da gordura retroperitoneal mantinha-se constante, corroborando com os resultados encontrados em nosso trabalho.

Em nosso estudo, os níveis de triglicerídeos mantiveram-se inalterados durante o decorrer dos meses de gestação em ambos os grupos, mantendo-se dentro do padrão de referência (0–1.0 mmol/L). Este resultado é similar ao encontrado por Aoki & Ishiim (2011) que não observaram alterações nas concentrações de triglicerídios em éguas de tração nas duas semanas que antecederam o parto.

No GrN os níveis de NEFA apresentaram uma diminuição significativa ($p < 0.01$) entre o 8º, 9º e 10º mês de gestação. Havendo uma discreta ($p > 0.05$) elevação nos níveis de NEFA no último mês de gestação. No entanto, todos os valores encontrados mantiveram-se dentro dos níveis fisiológicos, que estão entre 0.00 a 0.46 mmol/l, segundo DUGDALE et al, (2011a). Nos animais do GrO os níveis de NEFA não demonstraram alterações significativas no decorrer dos meses de gestação avaliados. Estes dados vem de encontro aos observados por DUGDALE et al, (2011a), que perceberam que apesar das concentrações médias de NEFA, nos grupos de animais obesos e não obesos, permanecerem constantes e dentro da faixa de referência de laboratório, os pôneis obesos apresentavam valores significativamente maiores ($P < 0,0001$) do que as concentrações de pôneis não obesos. AOKI & ISHIIM (2011) e WATSON et al., (1993), não encontraram alterações significativas nas concentrações de NEFA no pré-parto de pôneis e éguas de tração (Heavy Draft Horse).

Segundo EISSEN et al (2000), o NEFA é o melhor marcador de mobilização de gordura corporal. Em nosso estudo, o NEFA no grupo GrN se correlacionou negativamente com o mês de gestação ($r=0,31$; $p=0,02$), peso corporal ($r=0,47$; $p=0,0005$) e peso metabólico ($r=0,45$; $p=0,001$). Estes dados concordam com os resultados observados por LAWRENCE et al, (1992), os quais observaram que éguas de escore corporal normal, acumulam uma maior quantidade de reserva energética no terço final de gestação, para posteriormente ser mobilizada durante o período de lactação.

Os níveis de Leptina no GrN não diferiram estatisticamente entre os meses de gestação avaliados, já no GrO foi observado um aumento nos níveis de leptina do 8º ao 11º mês de gestação. FRADINHO et al, (2014), observaram um aumento ($p < 0,05$) nas concentrações de leptina e no BCS do 9º ao 11º mês de gestação em éguas da raça Lusitano. TESSIER et al, (2013) observaram diminuição lenta dos níveis de leptina em mulheres grávidas durante o terceiro trimestre e retorno aos níveis normais após o parto.

O BCS, em nosso estudo, demonstrou correlação positiva com os níveis séricos de leptina ($r=0,426$; $p < 0,0001$) e adiponectina ($r=0,217$; $p < 0,05$). Estes resultados concordam com FRADINHO et al, (2014), que observaram uma associação positiva ($r=0,41$, $p < 0,0001$) entre a leptina e o BCS no terço final da gestação.

Na *Correlação de Spearman* a Leptina foi a variável metabólica que melhor se correlacionou com o a porcentagem de gordura corporal ($r=0,418$; $p < 0,0001$), espessura de gordura subcutânea na base da cauda ($r=0,418$; $p < 0,0001$), espessura de gordura retroperitoneal ($r=0,313$; $p < 0,0001$) e adiponectina ($r=0,46$; $p=0,0006$). Tais resultados concordam com os dados observados por CANVIDER et al, (2007) que afirmaram que

aqueles animais que apresentam maior quantidade de gordura armazenada apresentam maiores níveis de leptina. KEARNS em (2006), avaliaram as concentrações plasmáticas de adiponectina e leptina em 23 éguas maduras (idade: 10 ± 3 anos) para testar a hipótese de que adipocitocinas são proporcionais à adiposidade em cavalos. Segundo o autor, a adiponectina variavam conforme as modificações nos níveis de leptina. Afirmando serem estes os principais marcadores séricos de alterações no padrão de gordura corporal em equinos.

Conclusão

Os resultados das mensurações morfométricas obtidas nesse estudo demonstraram um incremento nos valores avaliados do 8º ao 11º mês de gestação em ambos os grupos (GrN e GrO). No entanto, os incrementos observados foram mais expressivos nas éguas de escore corporal normal (GrN).

As éguas do grupo controle (GrN) apresentam maior ganho de peso no terço final de gestação, havendo um incremento significativo no perímetro torácico, peso metabólico, perímetro abdominal no 12ºEI e no acúmulo regional na base da cauda.

No perfil energético pode-se perceber que a Leptina foi a variável que melhor se correlacionou com o escore corporal, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura subcutânea na base da cauda e retroperitoneal.

Através dos métodos utilizados neste trabalho, é possível a avaliação prática da morfometria das éguas da raça Crioula no terço final da gestação, possibilitando de forma objetiva, a identificação de indivíduos obesos.

Referências Bibliográficas

AOKI,T.; ISHIIM, M. Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy Draft Horse), **Journal of Equine Veterinary Science**. V32:3, p.170-176, 2011.

ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE CAVALOS CRIOULOS (ABCCC). 12/08/2012. Disponível em: <http://www.racacrioula.com.br/site/content/regulamentos/index.php>. Acesso dia 12/08/2013 às 17:25hs.

CARROLL, C.L.; HUNTINGTON, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Vet Journal**, v. 20, p. 41-45, 1988.

CARTER, R.A., GEOR, R.J., STANIAR, W.B., CUBITT, T.A. & HARRIS, P.A. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. **Veterinary Journal** doi:10.1016/j.tvjl.2008.1002.1029, 2009.

DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. **Equine Veterinary Journal** 42, 600–610, 2010.

DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of season and body composition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares. **The Veterinary Journal** 109, 379–387, 2011.

DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Assessment of body fat in the pony: I. Relationships between the anatomical definition of adipose tissue, body composition and body condition. **Equine Veterinary Journal** 43, 552–561, 2011a.

FRADINHO M.J , M.J. CORREIA , V. GRÁCIO , M. BLIEBERNICHT , A. FARRIM, L. MATEUS , W. MARTIN-ROSSET, R.J.B. BESSA, R.M. CALDEIRA, G. FERREIRA-DIAS. Effects of body condition and leptin on the reproductive performance of Lusitano mares on extensive systems. **Theriogenology**. (xx) 1–9, 2014.

FILHO DIDIER SILVEIRA CASTELLANO, JOSÉ OTÁVIO DO AMARAL CORREA, PLÍNIO DOSSANTOSRAMOS, PABLO NASCIMENTO OLIVEIRA, BEATRIZ JULIÃO VIEIRA AARESTRUP E FERNANDO MONTEIRO AARESTRUP. Circunferência abdominal avaliada antes da 12ª semana de gestação: correlação com níveis séricos de leptina. *Rev Bras Ginecol Obstetric* ; 34(6):268-73, 2012.

GASTAL EDUARDO LEITE, MELBA DE OLIVEIRA GASTAL, ÁUREA WISCHRAL & JEREMY DAVIS. The Equine Model to Study the Influence of Obesity and Insulin Resistance in Human Ovarian Function. **Acta Scientiae Veterinariae**, 39(Suppl 1): s57 - s70, 2011.

GENTRY, L.R; PHD, DONALD L. THOMPSON, JR, PHD, GLEN T. GENTRY, JR, MS, RONALD P. DEL VECCHIO, PHD, KEITH A. DAVIS, AND PAMELA M. DEL VECCHIO. The Relationship Between Body Condition Score and Ultrasonic Fat Measurements in Mares of High Versus Low Body Condition. **Journal Equine Veterinary Science**, 24:198-203, 2004.

GEOR RAYMOND J., PATRICIA HARRIS. Dietary Management of Obesity and Insulin Resistance: Countering Risk for Laminitis. **Vet Clin Equine** 25: 51–65, 2009.

HALL , L. W. Wrights. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 7th edn.Baillière Tindall. London. p 176,1971.

HENNEKE, D.R., POTTER, G.D., KRIEDER, J.L & YEATES, B.F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal** 15, 371–372, 1983.

JEFFCOTT, L.B.; FIELD, J. R. Current concepts of hyperlipaemia in horses and ponies. **Veterinary Research**, v. 116(17), p.461–466, 1985.

KEARNS, CHARLES F., KENNETH H. MCKEEVER, VIVIEN ROEGNER, SHANNON M. BRADY, KARYN MALINOWSKI. Adiponectin and leptin are related to fat mass in horses. **The Veterinary Journal** 172: 460–465, 2006.

KNIGHT KRISTIN, SARA SUKALICH, MATTHEW MINGIONE, LORALEI THORNBURG & EVA PRESSMAN. Effect of maternal obesity on fetal metabolism and growth: a pilot study. **American Journal of Obstetrics & Gynecology** Supplement to December 2009.

KOHNKE, J. **Feeding and Nutrition: The Making of a Champion**. Birubi Pacific, Pymble, Australia, pp. 163–166, 1992.

KUBIAK JAMES R; J. WARREN EVANS; GARY D. POTTER; PAUL G. HARMS & W.L. JENKINS. Parturition in the multiparous mare fed to obesity. **Equine Nutrition & Physiology Society**. Volume 8, Number 2, 1988.

LAWRENCE L. M.; DI PIETRO, J.; PARRETT D.; MOSER, L. & POWELL, D. Changes in body weight and condition of gestating mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 12, p.355-358, 1992.

MARTINELLI, S.; BITTAR, R. E.; ZUGAIB, M. Proposta de Nova Curva de Altura Uterina para Gestações entre a 20^a e a 42^a Semana RBGO - v. 23, nº 4, p. 235-241, 2001.

MEYER, H.; AHLWEDE, L. The intra-uterine growth and body composition of foals and the nutrient requirements of pregnant mares. **Animal Research and Development**, v. 6, p. 86- 111,1978.

PAZ, C.F.R.; J.C. PAGANELA, C.A. DOS SANTOS, C.E.W. NOGUEIRA, R.R. FALEIROS. Relação entre obesidade, insulina plasmática e 1 posicionamento da falange distal em equinos da raça crioula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 65:6, p.1699-1705, 2013.

TESSIER, A,B; FERRARO C, A. GRUSLIN. Role of leptin in pregnancy: Consequences of maternal obesity. **Placenta**, 34:205 – 211, 2013.

WATSON, T.D.; BURNS, L.; LOVE S. et al. Plasma lipids, lipoproteins and post-heparin lipases in ponies with hyperlipaemia. **Equine Veterinary Journal**, v. 24(5), p. 341–6, 1992.

WESTERVELT, R.G., STOUFFER, J.R., HINTZ, H.F & SCHRYVER, H.F. Estimating fatness in horses and ponies. **Journal of Animal Science** 43, 781–785, 1976.

Considerações finais

Os resultados das mensurações morfométricas obtidas nesse estudo demonstraram um incremento nos valores avaliados do 8º ao 11º mês de gestação em ambos os grupos (GrN e GrO). No entanto, os incrementos observados foram mais expressivos nas éguas de escore corporal normal (GrN).

As éguas do grupo controle (GrN) apresentam maior ganho de peso no terço final de gestação, havendo um incremento significativo no perímetro torácico, peso metabólico, perímetro abdominal no 12ºEI e no acúmulo regional na base da cauda.

No perfil energético pode-se perceber que a Leptina foi a variável que melhor se correlacionou com o escore corporal, porcentagem de gordura corporal e espessura de gordura subcutânea na base da cauda e retroperitoneal.

Através dos métodos utilizados neste trabalho, é possível a avaliação prática da morfometria das éguas da raça Crioula no terço final da gestação, possibilitando de forma objetiva, a identificação de indivíduos obesos.

Estudos futuros sobre o perfil energético e ganho de peso na gestação envolvendo fatores como Síndrome Metabólica e Resistência à Insulina, assim como a influência desses fatores no potro neonato constituem o próximo passo a ser realizado dentro dessa linha de pesquisa.

Referências Bibliográficas

ADAMS AMANDA A; MADHU. P. KATEPALLI; KATHARINA KOHLER; STEPHANIE E. REEDY ; J.P. STILZ; MANDI M. VICK; BARRY P. FITZGERALD ; LAURIE M. LAWRENCE; DAVID W. HOROHOV. Effect of body condition, body weight and adiposity on inflammatory cytokine responses in old horses, **Veterinary Immunology and Immunopathology** 127: 286–294, 2009.

ALLEN W R, SANDRA WILSHER, CLARE TIPLADY AND R M BUTTERFIELD. The influence of maternal size on pre- and postnatal growth in the horse: III Postnatal growth. **Reproduction**; 127, p.67–77, 2004.

AOKI,T.; ISHIIM, M. Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (Heavy Draft Horse), **Journal of Equine Veterinary Science**. V32:3, p.170-176, 2011.

ARGO CAROLINE MCGREGOR. Appraising the portly pony: Body condition and adiposity. **The Veterinary Journal**; 179:158–160, 2009.

BANACH MA, EVANS JW. Effects of inadequate energy during gestation and lactation on the oestrous cycle and conception rates of mares and their foal weight. **Proc Equine Nutri Physiol**; p.92-100, 1981

BROMERSCHENKEL, I.; COSTA, M. N. C.; FERREIRA, L.; GRAVENA, K.; MARTINS, C. B. Comparação entre diferentes metodologias para a mensuração dos pesos em éguas da raça Mangalarga Marchador, 2012. Disponível em: <http://www.itarget.com.br/newclients/abraveq2012/?p=1561>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

BRUYNSTEEN L, ERKENS T, PEELMAN LJ, DUCATELLE R, JANSSENS GP, HARRIS PA, HESTA M. Expression of inflammation-related genes is associated with adipose tissue location in horses. **BMC Vet Res**, Dec 2;9(1):240, 2013.

CAMPFIELD LA, SMITH FJ, GUISEZ Y, DEVOS R, BURN P. Recombinant mouse OB protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks. **Science**, 2699:546-549,1995.

CAVINDER CLAY A., MARTHA M. VOGELSANG, A PETE G. GIBBS, DAVID W. FORREST AND DAVID G. SCHMITZ. Endocrine Profile Comparisons of Fat Versus Moderately Conditioned Mares Following Parturition. **Journal of Equine Veterinary Science**. Volume 27, Number 2, P 72-79, 2007.

CARROLL, C.L.; HUNTINGTON, P.J. Body condition scoring and weight estimation of horses. **Equine Vet Journal**, v. 20, p. 41-45, 1988.

CARTER, R.A., GEOR, R.J., STANIAR, W.B., CUBITT, T.A. & HARRIS, P.A. Apparent adiposity assessed by standardised scoring systems and morphometric

measurements in horses and ponies. **The Veterinary Journal**; 179, p. 204–210, 2009.

CASSIL, S. J.; LAWRENCE, L. Body weight Changes in Pregnant Mares. Abstracts v.29, nº 5, p. 400-4001, 2009.

DANDONA P, ALJADA A, CHAUDHURI A, MOHANTY P, GARG R. Metabolic syndrome: a comprehensive perspective based on interactions between obesity, diabetes, and inflammation. **Circulation**. 2005;111:1448–1454, 2005.

DAWSON, W.M., PHILLIPS, R.W. AND SPEELMAN, S.R. Growth of horses under western range conditions. **Journal animal Science**. 4, 47-54, 1945.

DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. **Equine Veterinary Journal** 42, 600–610, 2010.

DUGDALE, A.H.A., CURTIS, G.C., CRIPPS, P.J., HARRIS, P.A., ARGO & C. MCG. Effect of season and body composition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares. **The Veterinary Journal** 109, 379–387, 2011a.

DUGDALE, ALEXANDRA H.A, DAI GROVE-WHITE, GEMMA C. CURTIS, PATRICIA A. HARRIS, CAROLINE MCG. ARGO. Body condition scoring as a predictor of body fat in horses and ponies. **The Veterinary Journal**; 194:173–178, 2012.

DYK, P. B.; EMERY, R. S, LIESMAN, J. L, BUCHOLTZ, H. F.;;VANDEHAAR, M. ¹ Prepartum non-esterified fatty acids in plasma are higher in cows developi⁹¹ periparturient death problems. **J Dairy Sci.**; 78: 264, 1995.

EVANS, J.W. **Horses: A guide to select Care and Enjoyment**. W.H.Freeman and Co: New York, NY; 187, 1980.

FASSHAUER, M., KLEIN, J., NEUMANN, S., ESZLINGER, M., PASCHKE, R., Hormonal regulation of adiponectin gene expression in 3T3-L1 adipocytes. **Biochemical and Biophysical Research Communications** 290, 1084–1089, 2002.

FILHO HÉLIO CORDEIRO MANSO, HELENA EMÍLIA COSTA CORDEIRO MANSO, LÚCIA MAIA CAVALCANTI FERREIRA, TITO ALVES SANTIAGO, ERIKA KORINFSKY WANDERLEY & JOSÉ MÁRIO GIRÃO ABREU Percentagem de gordura de cavalos criados em região tropical . **Acta Scientiae Veterinariae**. 37(3): 239-243, 2009.

FILHO DIDIER SILVEIRA CASTELLANO, JOSÉ OTÁVIO DO AMARAL CORREA, PLÍNIO DOSSANTOSRAMOS, PABLO NASCIMENTO OLIVEIRA, BEATRIZ JULIÃO VIEIRA AARESTRUP E FERNANDO MONTEIRO AARESTRUP.

- Circunferência abdominal avaliada antes da 12^a semana de gestação: correlação com níveis séricos de leptina. *Rev Bras Ginecol Obstetric* ; 34(6):268-73, 2012.
- FOWDEN, A. L.; COMLINE, R. S.; SILVER, M. Insulin secretion and carbohydrate metabolism during pregnancy in the mare. **Equine Veterinary Journal**, v. 16, p. 239-246, 1984.
- FRAPE DL. Growth. In **Equine Nutrition and Feeding**, 2 ed, London: Blackwell Science Ltd, 1998, p 240–258.
- GASTAL EDUARDO LEITE, MELBA DE OLIVEIRA GASTAL, ÁUREA WISCHRAL & JEREMY DAVIS. The Equine Model to Study the Influence of Obesity and Insulin Resistance in Human Ovarian Function. **Acta Scientiae Veterinariae**, 39(Suppl 1): s57 - s70, 2011.
- GENTRY, L.R; PHD, DONALD L. THOMPSON, JR, PHD, GLEN T. GENTRY, JR, MS, RONALD P. DEL VECCHIO, PHD, KEITH A. DAVIS, AND PAMELA M. DEL VECCHIO. 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.
- GEOR RAYMOND J., PATRICIA HARRIS. Dietary Management of Obesity and Insulin Resistance: Countering Risk for Laminitis. **Vet Clin Equine** 25: 51–65, 2009.
- GERMAN, A.J. The growing problem of obesity in dogs and cats. **Journal of Nutrition**. 136(Suppl.), 1940–1946, 2006.
- GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico para determinar o status energético em gado de corte. In: González, F.D.H., Barcellos, J.O., Ospina, H., Ribeiro, L. A.O., (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Gráfica Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- GONZALES, F.H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**, 2^o edição, Editora UFRGS, Porto Alegre, 2006, p364.
- HALL , L. W. Wrights **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**. 7th edn. Baillière Tindall. London. p 176,1971.
- HAY Jr, W.W. Current topic: Metabolic interrelationships of placenta and fetus. **Placenta** v.16, p.19-30, 1995.
- HENNEKE, D.R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J.L.; YEATES, B.F. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**; v.15 (4), p.371-372, 1983.

HENNEKE, D.R., G.D. POTTER, AND J.L. KREIDER. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency rates of mares. **Theriogenology** 21:897, 1984.

HINES, K.K., S.L. HODGE, J.L. KREIDER, ET AL. Relationship between body condition and levels of serum leutinizing hormone in post partum mares. **Theriogenology** 28:815-825, 1987.

HOTAMISLIGIL, G.S., SHARGILL, N.S., SPIEGELMAN, B.M. Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesitylinked insulin resistance. **Science** 259, 87–91, 1993.

HOTTA, K., FUNAHASHI, T., BODKIN, N.L., ORTMAYER, H.K., ARITA, Y., HANSEN, B.C., MATSUZAWA, Y. Circulating concentrations of the adipocyte protein adiponectin are decreased in parallel with reduced insulin sensitivity during the progression to type 2 diabetes in rhesus monkeys. **Diabetes** 50, 1126–1133, 2001.

HUNTINGTON, P. Feeding Management of Broodmares Kentucky Equine Research, Inc., Versailles, Kentucky. **18th Kentucky Equine Research Conference**, Kentucky, Lexington, Kentucky, 2012.

JANSSON, T.; POWELL, T.L. Human placental transport in altered fetal growth: does the placenta function as a nutrient sensor? A review. **Placenta**, v.27 (Suppl. A), p.91-97, 2006.

JEFFCOTT, L.B.; FIELD, J. R. Current concepts of hyperlipaemia in horses & ⁹² ponies. **Veterinary Research**, v. 116(17), p.461–466, 1985.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J. W.; Bruss, M. L. (eds.) **Bioquímica clínica de animais domésticos**. 5^a ed. New York: Academic Press, 1997.

KEARNS, CHARLES F., KENNETH H. MCKEEVER, VIVIEN ROEGNER, SHANNON M. BRADY, KARYN MALINOWSKI. Adiponectin and leptin are related to fat mass in horses. **The Veterinary Journal** 172: 460–465, 2006.

KNIGHT KRISTIN, SARA SUKALICH, MATTHEW MINGIONE, LORALEI THORNBURG & EVA PRESSMAN. Effect of maternal obesity on fetal metabolism and growth: a pilot study. **American Journal of Obstetrics & Gynecology** Supplement to December 2009.

KOHNKE, J. **Feeding and Nutrition: The Making of a Champion**. Birubi Pacific, Pymble, Australia, pp. 163–166, 1992.

KUBIAK JAMES R; J. WARREN EVANS; GARY D. POTTER; PAUL G. HARMS & W.L. JENKINS. Parturition in the multiparous mare fed to obesity. **Equine Nutrition & Physiology Society**. Volume 8, Number 2, 1988.

LAMAS, S. C.S. **Síndrome Metabólica Equina Doença Inflamatória Intestinal em Equinos**. Relatório Final de Estágio Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, 2010.

LAFLAMME, D. Development and validation of a body condition score system for cats: A clinical tool. **Feline Practice** 25, 13–18, 1997a.

LAFLAMME, D. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Practice** 22, 10–15, 1997b.

LAWRENCE L. M.; DI PIETRO, J.; PARRETT D.; MOSER, L.; POWELL, D. Changes in body weight and condition of gestating mares. **Journal Equine Veterinary Science**, v. 12, p.355-358, 1992.

LORENZO GIOVANNI, LORENZO MONASTA, MATTEO CECCARELLO, VERA CECOTTI, GIUSEPPINA D’OTTAVIO. Third trimester abdominal circumference, estimated fetal weight and uterine artery doppler for the identification of newborns small and large for gestational age. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**.166:2, p.133-8, 2012.

LUO ZC, NUYT AM, DELVIN E, FRASER WD, JULIEN P, AUDIBERT F, GIRARD I, SHATENSTEIN B, DEAL C, GRENIER E, GAROFALO C, LEVY E. Maternal and fetal leptin, adiponectin levels and associations with fetal insulin sensitivity. **Obesity**, 21(1):210-6, Jan, 2013.

MATSUZAWA, Y., FUNAHASHI, T., NAKAMURA, T. Molecular mechanism of metabolic syndrome X: contribution of adipocytokines adipocyte-derived bioactive substances. **Annals of the New York Academy of Science** 892, 146–154, 1999.

MCKENZIE, H. C. **Equine Hyperlipidemias**, p. 59-72, 2011.

MORRESEY PETER R. **Metabolic Syndrome in the Pregnant Mare**. Proceedings of the 58th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners - AAEP Dec. 7-11, 2013 - Nashville, Tennessee, USA.

MOREL, M.C.G. D.; NEWCOMBE, J.R.; HOLLAND, S.J. Factors affecting gestation length in the Thoroughbred mare. **Animal Reproduction Science** v.74, p.175–185, 2002.

NATHANIEL SZ. **Animal models that elucidate basic principles of the developmental origins of adult diseases**. *Ilar J*, 47:73–82, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Horses**. NAS- NRC Washington D. C.,1989.

NAYLOR, J.M.; KRONFELD, D.S.; ACLAND, H. Hyperlipemia in horses: effects of undernutrition and disease. **American Journal of veterinary research** v.41, p.899-905, 1980.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger - **Princípios de Bioquímica**, 4^o edição, Salvier editora de Livros Médicos Ltda, São Paulo, Brasil, 1202 p 2006.

PAGAN, J.D. The role of nutrition in the management of developmental orthopedic disease. In: **Advances in Equine Nutrition III**. Nottingham University Press, U.K., p. 417-431, 2005.

PANCHAL, M. T.; GUJARATI, M.L.; KAVANI, F.S.; Some of the reproductive traits in Kathi mares in Gujarat State. **Indian Journal Anim. Reprod.** V.16, p.1, 1995.

PRESTES, N. C.; LANDIN-ALVARENGA, F. C. **Obstetrícia Veterinária**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2006, p. 214.

REED, R.; DUNN, N. Growth and development of the Arabian horse. In: Proceedings of the fifth equine nutrition physiology symposium, p. 76–98, 2005.

RICCI, REBECCA; FRANCESCA BEVILACQUA. The potential role of leptin and adiponectin in obesity: A comparative review. **The Veterinary Journal**.191: 292–298, 2012.

SAMUEL CA, ALLEN WR & STEVEN DH. Studies on the equine placenta. II. Ultrastructure of the placental barrier. **Journal of Reproduction and Fertility**; 48 257–264, 1976.

SCARPACE, P.J., ZHANG, Y. Leptin resistance: A predisposing factor for diet-induced obesity. **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology** 296, 493–500, 2009.

SCHEIBE, K.M. AND STREICH, W.J. Annual rhythm of body weight change in Przewalski horses (*Equus ferus przewalskii*). **Biol. Rhythm. Res**; 34, 383-395, 2003.

SILLENCE, M., NOBLE, G., MCGOWAN, C. Fast food and fat fillies: The ills of SUAGEE, J.K. , B.A. CORL , M.V. CRISMAN , R.S. PLEASANT , R.J. GEOR , AND C.D. THATCHER. Relationships between Inflammatory Cytokines, Body Condition, and Plasma Insulin in Light Breed Horses .Abstracts / **Journal of Equine Veterinary Science** 31: 230-356, 2011.

SMITH. G. D, L. M. JACKSON, AND D. L. FOSTER. Leptin regulation of reproductive function and fertility. *Theriogenology*, 1;57:1, p.73-86, Jan 2002.

TEASDALE, G., JENNETT, B. **Assessment of coma impaired consciousness: A practical scale**. *Lancet* 2, 81–84, 1974.

THATCHER, C.D; R. S. PLEASANT, R. J. GEOR, F. ELVINGER, K. A. NEGRIN, J. FRANKLIN, L. GAY AND S. R. WERRE. Prevalence of obesity in mature horses: an equine body condition study. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. AAVN. Journal compilation, Blackwell Publishing Ltd, 2008.

TRUJILLO, M.E., SHERER, P.E.. Adiponectin – Journey from an adipocyte secretory protein to biomarker of the metabolic syndrome. **Journal of International Medical Research** 257, 167–175, 2005.

VICK, M.M., MURPHY, B.A., SESSIONS, D.R., REEDY, S.E., KENNEDY, E.L., HOROHOV, D.W., COOK, R.F., FITZGERALD, B.P. Effects of systemic inflammation on insulin sensitivity in horses and inflammatory cytokine expression in adipose tissue. **Am. J. Vet. Res.** 69, 130–139, 2008.

VICK, M.M; A.A.ADAMS; B..MURPHY; D.W.HOROHOV;R.F.COOK; B.J SHELTON and B.P. FITZGERALD. Relationships among inflammatory cytokines, obesity, and insulin sensitivity in the horse. **Journal Animal Science**, 85:1144-1155, 2007.

WATSON, T.D.; BURNS, L.; LOVE S. et al. Plasma lipids, lipoproteins and post-heparin lipases in ponies with hyperlipaemia. **Equine Veterinary Journal**, v. 24(5), p. 341–6, 1992.

WEYENBERG S. VAN, J. BUYSE, I. D. KALMAR, Q. SWENNEN, G. P. J. JANSSENS. Voluntary feed intake and leptin sensitivity in *ad libitum* fed obese ponies following a period of restricted feeding: a pilot study. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. Volume 97, Issue 4, pages 624–631, August 2013.

WESTERVELT, R.G., STOUFFER, J.R., HINTZ, H.F & SCHRYVER, H.F. Estimating fatness in horses and ponies. **Journal of Animal Science** 43, 781–785, 1976.

WILSHER, S., ALLEN, W. R. The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. **Equine veterinary Journal** v. 35 (5), p. 476-483, 2003.

WRAY, J. ELLIOTT, S. R. BAILEY, P. A. HARRIS, N. J. MENZIES-GOW. Plasma concentrations of inflammatory markers in previously laminitic ponies. **Equine Veterinary Journal**. Volume 45, Issue 5, pages 546–551, September 2013.

ZNAMIROWSKA, A. (2005) Prediction of horse carcass composition using linear measurements. **Meat Sci.** 69, 567-560.

ZHANG Y, PROENCA R, MAFFEI M, BARONE M, LEOPOLD L, FRIEDMAN JM. Positional cloning of the mouse *obese* gene and its human homologue. **Nature** 1994;372:425-432.