

INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES

BACHARELADO EM ZOOTECNIA

ALINE SOARES

**ASPECTOS METABÓLICOS E MICROBIANOS DO TRATO DIGESTÓRIO
VINCULADOS À ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS**

CERES – GO

2019

ALINE SOARES

**ASPECTOS METABÓLICOS E MICROBIANOS DO TRATO DIGESTÓRIO
VINCULADOS À ALIMENTAÇÃO DE EQUINOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Zootecnia, sob orientação da Professora Dra. Flávia Oliveira Abrão Pessoa.

CERES – GO

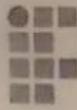
2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSO676 Soares, Aline
a Aspectos Metabólicos e Microbianos do Trato
Digestório Vinculados à Alimentação de Equinos / Aline
Soares; orientadora Flávia Oliveira Abrão Pessoa;
coorientador Moisés Sena Pessoa. -- Ceres, 2019.
25 p.

Monografia (Graduação em Bacharelado em Zootecnia) -
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019.

1. Dieta. 2. Fermentação. 3. Microbiota. I.
Oliveira Abrão Pessoa, Flávia, orient. II. Sena
Pessoa, Moisés, co-orient. III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico | <input type="checkbox"/> Educacional |
- e - Tipo:

Nome Completo do Autor: Aline Soares

Matrícula: 2014103201810331

Título do Trabalho: Aspectos metodológicos e mudanças de fato questiono vinculados à administração de empresas

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 21/06/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

Curitiba 26/06/2019

Data

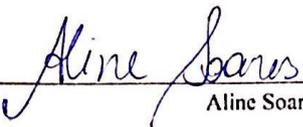
Aline Soares

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]

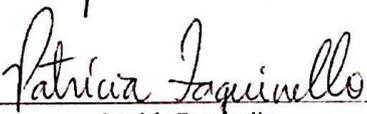
Assinatura do(a) orientador(a)


Aline Soares

Trabalho de Curso defendido e aprovado em 03/06/2019, pela banca
examinadora constituída pelos membros:


Flávia Oliveira Abrão Pessoa


Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite


Patrícia Faquinello

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o dom da vida e saúde, por estar sempre me guiando e me dando forças, fortalecendo minha fé para ir atrás dos meus sonhos.

A minha família e namorado pelo apoio, segurança, amor e compreensão.

A minha orientadora, Professora Dr.(a) Flávia Oliveira Abrão Pessoa, pelas orientações, paciência e carinho. Meu muito obrigada.

Aos membros da banca avaliadora, Professora Patrícia Faquinello e Professor Paulo Ricardo de Sá da Costa pela disposição e de ter aceitado o convite.

A todos os amigos que de alguma forma contribuíram em minha vida acadêmica.

Aos colaboradores do Instituto Federal Goiano Campus Ceres.

RESUMO

Os equinos possuem exigência nutricional influenciada por diversos fatores, tais como: fase de desenvolvimento, atividade física exercida, peso vivo, a eficiência individual dos processos metabólicos pode ter relação com as diferentes raças. Em animais de produção, a falta de balanço de nutrientes pode levar a um baixo desempenho, além disso flutuações microbianas do intestino refletem a mudança na disponibilidade de nutrientes e conseqüentemente das alterações de pH. Trabalhos que caracterizam o perfil microbiano e bioquímico dos diferentes segmentos do trato digestório dos equinos, têm evidenciado que a porção glandular do estômago do equino é colonizado por bactérias gram positivas, sendo as principais encontradas *Lactobacillus salivarius*, *L. crispatus*, *L. reuteri* e *L. agilis* e que 72 espécies distintas de protozoários colonizam o intestino grosso dos equinos. Os gêneros de destaque são: *Buetschilia*, *Cycloposthum*, *Blepharocorys* e *Paraisotricha*. As pesquisas que destacam o efeito de dietas e da diminuição na digestibilidade e na concentração microbiana do ceco e cólon de equinos tem demonstrado que a defaunação não apresenta efeito sobre a concentração total bacteriana e concentração de bactérias celulolíticas no ceco e no cólon. A diminuição não afeta a concentração de fungos no ceco, porém sabe-se que há um ligeiro aumento da concentração da digestão de fibras no cólon. Portanto, animais com fermentação microbiana no intestino grosso como os equinos, necessitam de uma dieta baseada em volumosos de boa qualidade e a inclusão de fontes de fibra com alta disponibilidade de energia. Dietas com nível inadequado de fibra e elevado de amido deprimem a fermentação, podendo ocorrer distúrbios digestivos e metabólicos. Objetivou-se com a presente revisão buscar reforçar as bases do conhecimento a respeito do aparelho digestório, colaborar com uma abordagem científica sobre os principais aspectos microbianos que correlacionam metabolismo e funcionamento do trato digestório de equinos.

Palavras-chave: Dieta, fermentação, intestino, microbiota.

ABSTRACT

Equines have a nutritional requirement influenced by several factors, such as: development phase, physical activity, live weight, the individual efficiency of metabolic processes may be related to the different races. In production animals, lack of nutrient balance can lead to poor performance, and microbial fluctuations of the gut reflect the change in nutrient availability and consequently changes in pH. These results indicate that the glandular portion of the stomach of the equine is colonized by gram positive bacteria, the main ones being *Lactobacillus salivarius*, *L. crispatus*, *L. reuteri* and *L. agilis* and that 72 distinct protozoan species colonize the large intestine of the horses. The prominent genera are: *Buetschilia*, *Cycloposthum*, *Blepharocorys* and *Paraisotricha*. Researches that highlight the effect of diets and the decrease in digestibility and microbial concentration of cecum and equine colon have demonstrated that the defaunation has no effect on the total bacterial concentration and concentration of cellulolytic bacteria in the cecum and colon. The decrease does not affect fungal concentration in the cecum, but it is known that there is a slight increase in the concentration of fiber digestion in the colon. Therefore, animals with microbial fermentation in the large intestine like the equines need a diet based on good quality bulks and the inclusion of fiber sources with high energy availability. Diets with inadequate fiber and high levels of starch depress fermentation, and digestive and metabolic disorders may occur. The objective of this review was to strengthen the knowledge base on the digestive system, to collaborate with a scientific approach on the main microbial aspects that correlate metabolism and functioning of the digestive tract of horses

Key words: Diet, fermentation, intestine, microbiota.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1	Anatomia e fisiologia digestiva	11
2.2	Metabolismo dos carboidratos	13
2.3	Metabolismo lipídico	14
2.4	Metabolismo proteico.....	16
2.5	Caracterização da microbiota digestiva	17
2.6	Microbiota e metabolismo	19
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

Os equinos são animais herbívoros, não ruminantes, muito seletivos, que tem como características principais um estômago de tamanho reduzido e intestino grosso desenvolvido, onde ocorre intensa fermentação dos alimentos pela microbiota local (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015). Os equinos possuem exigência nutricional influenciada por diversos fatores, tais como: fase de desenvolvimento, atividade física exercida, peso vivo, a eficiência individual dos processos metabólicos pode ter relação com as diferentes raças. Em animais de produção, a falta de balanço de nutrientes pode levar a um baixo desempenho tornando-se, portanto, um assunto muito complexo (DITTRICH et al., 2010).

O intestino delgado dos equinos é relativamente curto, medindo cerca de 20 a 25 metros, onde o suco pancreático e ácidos biliares são produzidos, o suco pancreático age principalmente para a digestão de carboidratos e os ácidos biliares sobre a digestão lipídica (MATIAS, 2018). O intestino grosso dos equinos possui seções volumosas, bem articuladas e compartimentalizadas. O ceco possui capacidade média de 25 a 35 litros, e o cólon maior, mede cerca de 3 a 4 metros e tem o dobro da capacidade do ceco (BRANDI; FURTADO, 2009).

O estômago tem a maior concentração de bactérias anaeróbicas comparativamente ao intestino grosso, digestoras de celulose (MORAES FILHO, 2016). As flutuações microbianas do intestino acompanham as mudanças na disponibilidade de nutrientes como, amido e proteína e, conseqüentemente ocorre alterações de pH. Alterando a dieta e a relação concentrado: feno não apenas terá grandes efeitos sobre o número de microrganismos, mas também influenciará consideravelmente a distribuição de espécies no intestino grosso (BRANDI; FURTADO, 2009). A microbiota intestinal dos equinos é bastante rica e é responsável por grande parte no processo de digestão. As principais bactérias presentes no ceco e cólon, degradam açúcares, amido e proteínas. (MORAES FILHO, 2016).

Os equinos precisam de uma dieta balanceada a fim de evitar complicações digestivas e metabólicas, como: cólicas, laminites, endotoxemia, favorecendo também

o crescimento da microbiota intestinal, melhor aproveitamento do alimento e desenvolvimento do animal (GODOI et al., 2009; FRANÇOSO, 2012).

Objetivou-se com a presente revisão buscar reforçar as bases do conhecimento a respeito do aparelho digestório, colaborar com uma abordagem científica sobre os principais aspectos microbianos que correlacionam com o funcionamento do trato digestório de equinos.

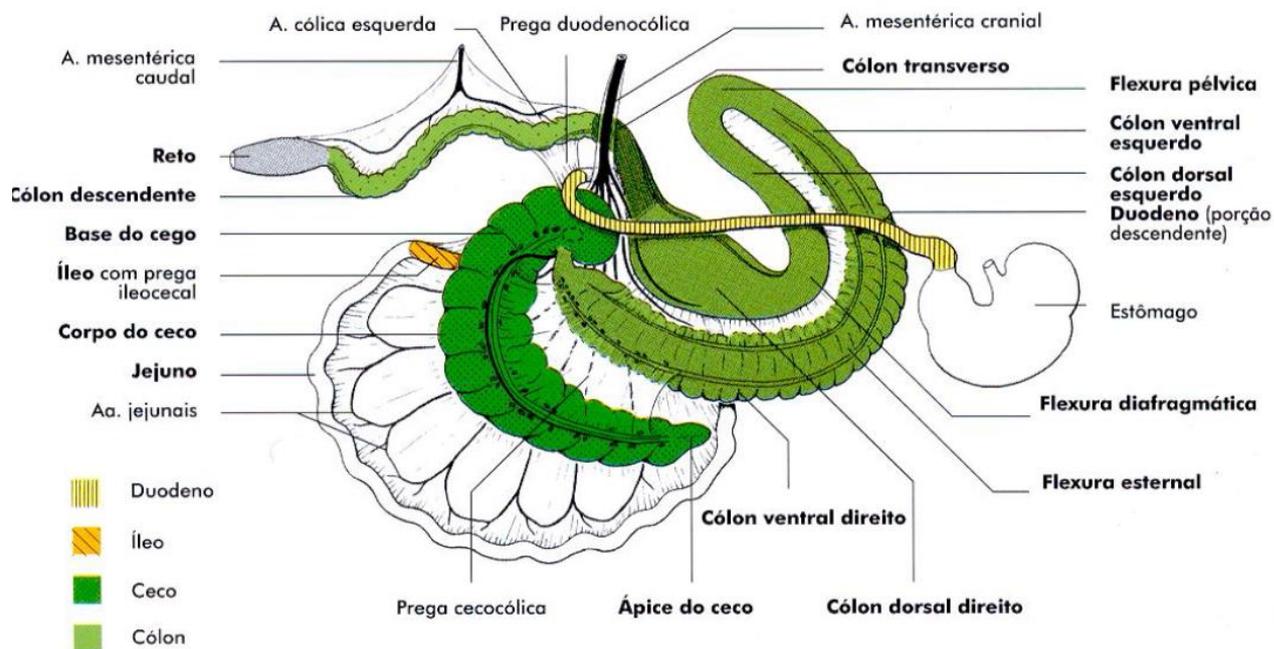
2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Anatomia e fisiologia digestiva

O sistema digestório dos equinos se inicia pela boca e estende-se até o ânus. Na boca, os alimentos são triturados e misturados com a mastigação, passando pela faringe que ajuda na degradação dos alimentos, segue pelo esôfago que é o responsável de impedir que o alimento retorne para a boca e vias nasais (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015).

O alimento chega no estômago que tem uma capacidade que varia entre 7,5 a 15 litros sendo capaz de receber o alimento do esôfago e logo após encaminhá-lo para o intestino delgado, no intestino delgado que possui cerca de 20 metros sendo dividido em duodeno que é a parte principal, o jejuno é a mais extensa e o íleo a parte mais curta e terminal do intestino, o alimento que ainda não foi digerido vai para o ceco que é considerado o local de fermentação inicial pela microbiota, fazendo parte do intestino grosso onde também é localizado o cólon possuindo o dobro do tamanho do ceco e o reto. O cólon subdivide em cólon maior que atua na regulação e absorção dos segmentos intestinais e transporte da digesta, e cólon menor que possui segmentação dando forma as fezes e nele há absorção do conteúdo líquido da digestão. Como mostra a figura 1 (ARANZALES; ALVES, 2013; MATIAS, 2018; DOUGAL et al., 2012).

Figura 1 - Trato gastrointestinal de equinos



Fonte: [www.veterinandoufpa.wixsite.com/anatomia/single-post/2016/03/24/Anatomia-](http://www.veterinandoufpa.wixsite.com/anatomia/single-post/2016/03/24/Anatomia-Veterin%C3%A1ria-intestino-Delgado-e-Grosso)

[Veterin%C3%A1ria-intestino-Delgado-e-Grosso](http://www.veterinandoufpa.wixsite.com/anatomia/single-post/2016/03/24/Anatomia-Veterin%C3%A1ria-intestino-Delgado-e-Grosso)

O estômago tem a capacidade de armazenar, reduzir o tamanho das partículas e controlar a velocidade dos alimentos para encaminhar a digestão no intestino delgado, promovendo o trânsito normal entre esses compartimentos. O suco gástrico só vai ser eficiente ao bolo alimentar na região pilórica pelas contrações mais intensas da parede estomacal (ARANZALES; ALVES, 2013; HILLEBRANT; DITTRICH, 2015).

No intestino delgado vai ocorrer a absorção de grande parte de nutrientes como o potássio que ocorre por difusão passiva, o magnésio e o cálcio por difusão facilitada através de gradiente de concentração e parte da digestão do alimento, além de anular substâncias ácidas liberadas pelo estômago. A digestão química no intestino delgado ocorre por meio da ação de enzimas que quebram o alimento em partículas menores por hidrólise e os movimentos peristálticos que ocorrem com intervalos curtos e frequentes reforçam a necessidade de alimentos volumosos na dieta para o perfeito funcionamento do aparelho digestório (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015; BRAGA et al., 2008).

No intestino grosso há presença de microrganismos que realizam a fermentação das fibras e absorção dos nutrientes não absorvidos no intestino delgado, como o fósforo, pois o fósforo presente em maior quantidade na dieta está associado a parede celular na forma de fitato (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015). O ceco faz a quebra da celulose, além da digestão dos carboidratos, gorduras e fibras. A produção de ácidos graxos de cadeia curta no ceco é capaz de suprir 30% da energia de manutenção do equino (BRANDI; FURTADO, 2009).

Os carboidratos não fibrosos que ultrapassam a digestão no intestino delgado passam pelo ceco e atingem o cólon, irão fermentar rapidamente produzindo excesso de gases e ácido láctico. A alta concentração de ácido láctico retém água e reduz o pH luminal para valores inferiores a 6,0, considerado que o valor normal do pH para animais em pastejo é em torno de 6,4 à 6,7, então valores inferiores aumentam o risco de desordens digestivas. No colón menor se encontra a massa fecal que posteriormente passará pelo reto e sairá pelo ânus (SCHOSTER et al., 2013; DOUGAL et al., 2012).

2.2 Metabolismo dos carboidratos

O metabolismo dos carboidratos é principalmente voltado para a produção de energia, e são classificados em dois grupos: os estruturais e não estruturais (MOARES FILHO, 2016). Os estruturais que também são chamados de fibrosos, (compreendem a celulose e hemicelulose), representam a parede celular vegetal e são lentamente fermentadas pela microbiota do intestino grosso. Ademais tem-se as frutanas, galactanas, pectinas, podem ser facilmente fermentadas pelos microrganismos do intestino grosso, contribuindo para a geração de ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), assim sendo utilizados como fonte de energia pelo animal (DALY et al., 2012).

O acetato e o butirato fornecem carbonos para a síntese de lipídios, enquanto o propionato produzido na fermentação bacteriana pode ser utilizado para a síntese de glicose no fígado, por meio da gliconeogênese, processo importante para

manutenção da glicemia. A presença do amido no intestino grosso afeta a digestibilidade da fibra, reduzindo a energia disponível da dieta. Dietas pobre em fibras prejudicam a digestão da fração fibrosa, isso acontece pelo fato de ocorrer a degradação da fibra rapidamente, pois tem-se uma fração fibrosa menor no bolo alimentar. As fibras de baixa qualidade deprimem a fermentação microbiana do local, faz-se necessário pelo menos 15% de fibras na dieta (BRANDI; FURTADO, 2009).

Os carboidratos solúveis e amido ingeridos em grande quantidade, quando chegam no cólon fermentam rapidamente produzindo ácido lático em excesso, provocando retenção de água e redução do pH luminal, aumentando o risco de desordens digestivas (DOUGAL et al., 2012).

A energia fornecida pelos grãos, após digestão e absorção, poderá ser utilizada imediatamente ou armazenada nos músculos e fígado na forma de glicogênio. Assim o fornecimento de adequadas quantidades de carboidratos hidrolisáveis na dieta animal, faz-se necessário a fim de garantir um aporte de substrato (glicose) suficiente para restabelecer as reservas de glicogênio muscular consumidas durante atividades físicas prolongadas. (LAWRENCE, 2008; GODOI et al., 2009).

O fornecimento de alimentos volumosos de qualidade, compostos por células vegetais das folhas, são de extrema importância na alimentação do equino, garantindo o bom funcionamento intestinal, a absorção de nutrientes e a multiplicação dos microrganismos no intestino grosso. Mas, pode-se utilizar a casca da soja em até 75% como substitutivo em relação ao alimento volumoso ou rações completas para equinos, proporcionando melhores valores de energia digestível e promovendo o bem-estar e reduzindo os riscos de distúrbios digestivos (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015; ARRUDA et al., 2008).

2.3 Metabolismo lipídico

Na maioria das plantas a reserva energética é formada por carboidratos, com exceção das oleaginosas. Por outro lado, a reserva energética básica dos animais é formada por gorduras. Além de reserva energética orgânica, os lipídeos

desempenham outras funções como por exemplo: estrutural (membrana das células), na produção de hormônios esteróis e no transporte de vitaminas A, D, E e K que são solúveis em gordura (BERTECHINI, 2004).

A introdução dos lipídios na alimentação diária dos equinos, tem como benefício fornecer maior quantidade de energia quando já se alcançou a taxa máxima de consumo de matéria seca (HARRIS et al, 2016). Os lipídios podem ser misturados ao alimento em até 15% para animais com alta atividade física. Além disso, uma ração contendo 2,5 a 3% de lipídio, expressa como extrato etéreo, conduzindo ao organismo uma taxa suficiente dos ácidos graxos essenciais (MORGADO; GALZERANO, 2009). A digestão dos lipídios e absorção dos ácidos graxos, ocorre no intestino delgado, a hidrogenação microbiana dos ácidos graxos e os que não foram absorvidos no intestino delgado, vão para o ceco no intestino grosso (RIBEIRO, 2007).

Os fosfolipídeos, aparecem em pequenas concentrações nos tecidos desempenhando funções metabólicas no organismo (LAWRENCE, 2008). A lecitina, desempenha papel na membrana das células, controlando a sua permeabilidade, graças a sua dupla solubilidade sendo parte da molécula lipossolúvel e parte hidrossolúvel. As lipoproteínas têm função básica de transportar energia (triglicerídeos) e matéria-prima para as células. Os triglicerídeos por sua vez, têm importância do ponto de vista nutricional, pois elevam o conteúdo de energia das rações (MOARES FILHO, 2016).

Uma dieta rica em fibras e lipídeos, possui vantagens na redução de desordens digestivas, melhorando o desempenho dos animais. Recomenda-se 15 a 18 % da dieta total em fibra bruta e aproximadamente 1 g/kg de peso corporal/dia de lipídeos para auxiliar no aumento na digestibilidade da energia bruta e do extrato etéreo, visando principalmente o aumento do nível energético da dieta sem o aumento no fornecimento da matéria seca (HARRIS et al., 20016; MORGADO; GALZERANO, 2009; MATIAS, 2018).

O fornecimento de lipídios em dietas de animais atletas quando comparados aos carboidratos, fornecem 2,25 vezes mais energia, conseqüentemente, um maior aporte de energia para exercícios, diminuindo flutuações da glicemia. As fontes de lipídios mais utilizadas são os óleos vegetais e gordura animal, sendo os mais

utilizados na dieta de equinos óleos de soja e milho. Deve-se acontecer gradualmente a adição de óleos na ração (14 a 21 dias) a fim de evitar distúrbios intestinais. Mas como efeito laxativo em tratamento nos casos de síndrome cólica são utilizados a combinação de óleos minerais, sulfato de sódio e sulfato de magnésio, diminuindo a absorção de endotoxinas e na proteção da mucosa do trato digestivo dos equinos (JIMENEZ FILHO, 2012; RIBEIRO, 2007).

2.4 Metabolismo proteico

As exigências de proteína para animais em manutenção são baixas e normalmente podem ser satisfeitas com uma forragem de boa qualidade. O consumo de proteína acima das exigências é desnecessário, torna-se caro e é transformado em energia, podendo ter um efeito negativo sobre o balanço de líquidos e desempenho principalmente de animais que participam de provas de resistência (OLIVEIRA, 2013).

A fração maior dos compostos nitrogenados são representados pelas proteínas no organismo animal, chegando a 20% do peso dos tecidos. As perdas nitrogenadas estão associadas a processos digestivos, com a utilização ineficiente dos aminoácidos absorvidos para a síntese proteica e com a utilização dos aminoácidos absorvidos como fonte energética em lugar da síntese proteica, esses compostos nitrogenados consumidos excessivamente são excretados principalmente na urina (BERTECHINI, 2004; OLIVEIRA, 2013).

Ocorre no estômago e intestino delgado a digestão e absorção das proteínas, gorduras, vitaminas e minerais contidos nos alimentos (MATIAS, 2018). As proteínas não digeridas juntamente com a ureia que entram no intestino grosso são quebradas por enzimas microbianas e as proteínas microbianas são perdidas pelo animal quando são excretadas nas fezes. O principal produto final é a amônia, sendo absorvida particularmente quando o pH encontra-se alcalino (LENG, 2018; HARRIS et al., 2016).

O conhecimento da digestão da proteína, possibilita o balanceamento da dieta de acordo com a concentração de proteína digestível dos alimentos, sendo mais

eficientes e específicas. A deficiência proteica resulta em perda de peso em animais adultos e em animais atletas, a perda de massa muscular, aborto em éguas prenhes e em éguas e lactação, diminui a produção de leite. A ingestão de altas quantidades de proteínas, resulta em pH sanguíneo baixo, interferindo no balanço ácido-base durante e após exercícios (OLIVEIRA, 2013)

Segundo Tosi et al. (1989) e Oliveira et al. (2002) as fontes proteicas: farelo de soja, farelo de canola, mistura de milho e cevada testados em potros, não influenciou a digestibilidade para fibra em detergente ácido, detergente neutro, cálcio, fósforo e manganês, por possuir rápida taxa de passagem pelo trato digestivo dos equinos e pela ausência de uma estrutura que retenha fragmentos ainda não degradados no intestino grosso. Porém houve diferença na digestibilidade da proteína bruta, para farelo de soja, farelo de canola e mistura de milho, por serem alimentos com alto grau de digestibilidade, esperava-se esse resultado.

Segundo Oliveira (2017) a suplementação com probióticos contendo *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de equinos com idade próxima a 16 anos, sem raça definida, melhorou o coeficiente da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, fato importante para o melhor aproveitamento de nutrientes, bem como melhor nutrição dos animais, em especial para a categoria avaliada. Utilizando dietas semelhantes, Furtado et al. (2010) observaram que adicionando o probiótico, houve aumento do pH fecal. Independentemente da qualidade nutricional do feno ou demais dieta utilizadas, a uso de levedura como probiótico na alimentação de equinos pode ser benéfica, entretanto são necessárias mais pesquisas para reforçar o melhor aproveitamento em específico nesses estudos das *Saccharomyces cerevisiae* relacionada a diferentes tipos de dietas.

2.5 Caracterização da microbiota digestiva

Por todo intestino encontra-se bactérias, fungos anaeróbios, arqueas metanogênicas e protozoários (MURA et al., 2019). Caracterizando o perfil microbiano e bioquímico dos diferentes segmentos do trato digestivo dos equinos, respalda-se

que a porção glandular do estômago do equino é colonizado por bactérias gram positivas, sendo as principais encontradas: *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus reuteri* e *Lactobacillus agilis*. Essas bactérias não tem a capacidade de se fixar na mucosa e que não formam associações com outras bactérias, porém ainda não foi esclarecido qual é a implicação destas ocorrências, sobretudo são consideradas benéficas para o animal. Foram encontradas bactérias patogênicas, destacando as proteobactérias como: *Salmonella*, *Helicobacter pylori* (DALY et al., 2012; ZHAO, 2016).

No intestino delgado, os *Streptococcus* spp. estão mais homoganeamente distribuídos, mas foram encontrados alguns patogênicos, sendo eles: *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae*. Os gêneros de destaque de protozoários se encontram na concentração $0,5 \times 10^5$ a 5×10^5 .mL⁻¹ de conteúdo que povoam o intestino grosso dos equinos são: *Buetschilia*, *Cycloposthum*, *Blepharocorys* e *Paraisotricha*, mas a contribuição dos protozoários para o metabolismo é inferior comparado ao das bactérias, pois não apresentam papel essencial sobre a fermentação dos ingredientes no intestino grosso dos equinos. A concentração das bactérias encontra-se em torno de $0,5 \times 10^9$ a 5×10^9 g.⁻¹ de conteúdo. As principais bactérias celulolíticas encontradas no ceco são: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* e encontra-se na faixa de 10^4 a 10^7 g.mL⁻¹ de conteúdo, (BRANDI; FURTADO, 2009; HILLEBRANT; DITTRICH, 2015; ZHAO, 2016).

Existem poucos estudos sobre fungos anaeróbios, mas três isolados diferentes de *Phycomycete* foram encontrados e a espécie *Piromyces citronii* isolada no ceco de equinos, encontrando-se na concentração de 10^2 a 10^3 .mL⁻¹ de conteúdo (Tabela 1) (MURA et al., 2019).

A *Archaea* está presente no trato digestivo de muitos animais, têm relação com as arqueias metanogênicas devido a contribuição da pecuária para a produção de gases de efeito estufa (MURA et al., 2019). As metanogênicas do tipo *Methanobrevibacter smithii* foram encontradas no colón dorsal direito e ceco dos equinos. Como forma de reduzir a produção de metano em equinos, é importante que

o estrato vegetal, a digestão anaeróbica e o nitrato estejam presentes na alimentação (DOUGAL et al., 2012).

Em estudo, Salem et al. (2019) e Ferreira et al. (2009) verificaram que a microbiota do trato digestivo de equinos permanecem em constante processo de adaptação e com alterações de diferentes dietas como capim, forrageiras complementares e até condições climáticas do ambiente, pode favorecer o desenvolvimento da síndrome cólica como resposta a essas mudanças súbitas. Sendo necessário uma pesquisa mais detalhada sobre essa relação.

Os probióticos como a *Saccharomyces cerevisiae* tem duas fases distintas de crescimento e desenvolvimento celular: em leveduras (unicelulares) ou filamentosas (em situações de baixos níveis ambientais de nitrogênio). *In vitro* (ambientes controlados), pode-se proporcionar condições para a manutenção da fase unicelular, sendo de fácil reprodução e viabilidade já que podem sobreviver em ambiente com ou sem oxigênio, tendo sua importância para a saúde do trato digestivo de equinos (SCHOSTER et al., 2014).

Tabela 1 - Local, achados e conteúdo referente ao trato digestivo de equinos.

LOCAL	ACHADOS	CONTEÚDO
Intestino grosso	Bactérias	$0,5 \times 10^9$ a 5×10^9 g. ⁻¹
Ceco	Bactérias celulolíticas	10^4 a 10^7 g.mL ⁻¹
Intestino grosso	Protozoários	$0,5 \times 10^5$ a 5×10^5 .mL ⁻¹
Ceco	Fungos	10^2 a 10^3 .mL ⁻¹

2.6 Microbiota e metabolismo

Sendo o estômago e o intestino delgado os principais sítios dos *Lactobacillus*, *Streptococcus* e de bactérias produtoras e utilizadoras de lactato, esta situação sugere

grande interferência na digestão dos carboidratos disponíveis. Os *Lactobacillus* spp. colonizam principalmente o estômago enquanto os *Streptococcus* spp. estão mais homoganeamente distribuídos (DALY et al., 2012). A presença de *Lactobacillus* spp. inibe as bactérias potencialmente patogênicas de fixar na mucosa, possivelmente por competição pelo substrato. Comparado ao metabolismo das bactérias, a contribuição dos protozoários é inferior (MORAES FILHO, 2016).

A taxa de fermentação nos equinos é menor, mas com maior abundância no ceco do que no cólon, indicando que o ceco é provavelmente o principal sítio de digestão de fibras. O aumento na população de microrganismos amilolíticos, associados ao aumento do lactato e acidose intestinal, determina a redução da população de bactérias celulolíticas e redução na digestibilidade da fração fibrosa (DOMINGUES, 2009).

No ceco e cólon a microbiota é constituída principalmente de bactérias, as principais encontradas são: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* como as principais bactérias celulolíticas no ceco do equino e *Clostridium* spp., *Ruminococcus* spp., *Butyrivibrio* spp. e *Eubacterium* spp. como as mais importantes bactérias celulolíticas e organismos fibrolíticos (BRANDI; FURTADO, 2009; DOMINGUES, 2009).

A manipulação da dieta também pode ter impacto na composição da microbiota intestinal. Isso ocorre principalmente porque o equino depende da fermentação microbiana para digerir os carboidratos estruturais das plantas. A suplementação com concentrado, tem 10 vezes mais bactérias lácticas quando se comparada a dieta somente com forragens. A dieta rica em concentrado pode aumentar a abundância de *Clostridiaceae* e *Bacteroidetes*, e diminuir a abundância de *Ruminococcaceae*, comparando com a dieta baseada em feno (ZHAO, 2016).

Estudando o efeito de dietas fibrosas e da defaunação na digestibilidade da dieta e na concentração microbiana do ceco e cólon de equinos, Brandi e Furtado (2009) observaram que a defaunação não apresenta efeito sobre a concentração total bacteriana, somente na concentração de bactérias celulolíticas digestoras de celulose no ceco e no cólon e na concentração de fungos no cólon. A concentração de fungos

celulolíticos total é aproximadamente 10 vezes maior no cólon do que no ceco (MOARES FILHO, 2016).

Os probióticos quando adicionados à dieta principalmente fibrosa, podem proporcionar uma melhora no equilíbrio microbiano no intestino grosso, estimulando o desenvolvimento e a atividade das bactérias celulolíticas, contribuindo para melhor digestão das fibras e na produção de ácidos graxos voláteis, que são absorvidos e utilizados como fonte de energia para os animais. (OLIVEIRA, 2017).

As bactérias acidoláticas, gram-positivas dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Sporolactobacillus*, *Streptococcus*, espécies não acidoláticas como, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Propionibacterium freudenreichii* e leveduras vivas como a *Saccharomyces cerevisiae*, também foram adicionadas a alimentação de equinos, com intuito de estabelecer um equilíbrio da microbiota intestinal. Em cavalos atletas, os benefícios da levedura levou a uma melhora no uso de glicogênio por vias aeróbicas (COSTA, 2015).

Tabela 2 - Caracterização e local referente as microbiotas do trato digestório de equinos.

LOCAL	CARACTERIZAÇÃO
Porção do estômago	<i>Lactobacillus salivarius</i> , <i>Lactobacillus crispatus</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus agilis</i>
Porção do estômago	<i>Salmonella</i> , <i>Helicobacter pylori</i>
Intestino delgado	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Streptococcus agalactiae</i>
Intestino grosso	<i>Buetschilia</i> , <i>Cycloposthum</i> , <i>Blepharocorys</i> , <i>Paraisotricha</i>
Ceco	<i>Ruminococcus flavefaciens</i> , <i>Ruminococcus albus</i>

Fibrobacter succinogenes, Piromyces citronii

Archeas, Methanobrevibacter smithii , *Clostridium* spp.

Ruminococcus spp.

Cólon

Butyrivibrio spp., *Eubacterium*, *Bifidobacterium*

Trato digestório

Enterococcus, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*

Sporolactobacillus, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*

Propionibacterium reudenreichii, *Saccharomyces cerevisiae*

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda é bastante escasso o conhecimento sobre as atividades microbianas do trato digestório dos equinos. Mesmo tendo várias pesquisas envolvidas na área de microbiota intestinal, são escassas e não aprofundas as que associam características metabólicas à interação microbiota/hospedeiro e a cada parte do trato digestório na espécie equina. Os parâmetros possíveis para se ter resultados significativos e com precisão têm uma extensa variação, podendo ser por: diferentes tipos de dietas, idade dos animais, raça, fatores ambientais, entre outros.

Além disso, na maioria dos estudos, utiliza-se amostragem direta após testes de alimentação controlada, fazendo necessário a eutanásia ou canulação dos animais, tornando-se não prático levando em consideração as formas utilizadas. Pode ser substituído por exploração da microbiota no bolo fecal, porém dessa forma não se pode afirmar onde os microorganismos são encontrados dentro do trato digestório como um todo. Talvez por esses motivos encontra-se dificuldades na obtenção dos achados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANZALES, J. R. M.; ALVES, G. E. S. O estômago equino: agressão e mecanismos de defesa da mucosa. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p. 305-313, Santa Maria, 2013.

ARRUDA, A. M. V.; RIBEIRO, L. B.; PEREIRA, E. S.; BARRETO, J. C. Fracionamento dos nutrientes e digestibilidade de energia em alimentos alternativos com equinos adultos. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p. 1-10. Mossoró, 2008.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2004.

BRAGA, A. C.; ARAÚJO, K. V.; LEITE, G. G.; MASCARENHAS, A. G. Níveis de fibra em detergente neutro em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p. 1965-1972, 2008.

BRANDI, R. A.; FURTADO, C. E. Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 246-258, 2009.

COSTA, R. L. **Efeito de treinamento físico e inclusão de levedura viva na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes, parâmetros fisiológicos, de saúde digestiva e condicionamento físico de cavalos Puro Sangue Árabe**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

DALY, K. et al. Alterations in microbiota and fermentation products in equine large intestine in response to dietary variation and intestinal disease. **British Journal of Nutrition**: v.107, p. 989-995, 2012.

DITTRICH, J. R.; MELO, H. A.; AFONSO, A. M. C. F.; DITTRICH, R. L. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 130-137, 2010.

DOMINGUES, J. L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 259-269, 2009.

DOUGAL, K. et al. A comparison of the microbiome and the metabolome of different regions of the equine hindgut. **FEMS Microbiology Ecology**. v.82, n.3, p. 642-652, 2012.

FERREIRA, C. et al. Cólicas por compactação em equinos: etiopatogenia, diagnóstico e tratamento. **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n.3, p. 117-126, Belo Horizonte, 2009.

FRANÇOSO, R. **Óleos essenciais na alimentação de equinos**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Pirassununga, 2012.

FURTADO, C. E. et al. Uso de levedura em equino alimentados com dietas compostas de fenos de diferentes qualidades nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p. 2194-2199, 2010

GODOI, F. N. et al. Consumo, cinética digestiva e digestibilidade de nutrientes em equinos atletas alimentados com dietas contendo óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p. 1928-1937, 2009.

HARRIS, P. A.; COENEN, M.; FRAPE, D.; JEFFCOTT, L. B.; MEYER, H. Equine nutrition and metabolic diseases. **The Equine Manual**, p. 157, 2016.

HILLEBRANT, R. S.; DITTRICH, J. R. Anatomia e fisiologia do aparelho digestório de equinos aplicadas ao manejo alimentar. **Revista Acadêmica de Ciência Equina**, v.01, n.1, p. 16-22, Curitiba, 2015.

JIMENEZ FILHO, D. L. Nutrição do cavalo de enduro: particularidades. **Acta Veterinária Brasília**, v.6, n.3, p. 160-164, Pirassununga, 2012.

LAWRENCE, L. Nutrient needs of performance horses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 206-210, 2008.

LENG, R. A. Unravelling methanogenesis in ruminants, horses and kangaroos: the links between gut anatomy, microbial biofilms and host immunity. **Animal Production Science**, v. 58, p. 1175-1191, 2018.

MATIAS, V. M. F. **Influencia de *Lactobacillus farciminis* sobre la fermentación en intestino grueso y producción de gases en *in vitro* en caballo**.

2018. 45 f. (Artigo Especialização). Universidad autónoma del estado de México. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Toluca, 2018.

MORAES FILHO, L. A. J. **Efeito do tratamento odontológico sobre parâmetros digestivos e metabólicos de equinos**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Pirassununga, 2016.

MORGADO, E. S.; GALZERANO, L. Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.10, n.7, p. 1-13, 2009.

MURA, E. et al. Anaerobic fungal communities differ along the horse digestive tract. **Fungal Biology**, v.123, p. 240-246, 2019.

OLIVEIRA, C. G. **Probióticos na alimentação de equinos**. 2017. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2017.

OLIVEIRA, C. A. A. **Proteína dietética para equinos de concurso completo de equitação**. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Zootecnia. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, G. J. et al. Influência da adição de pectina e farelo de soja sobre a digestibilidade aparente de nutrientes, em equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1184-1192, 2002.

RIBEIRO, R. M. **Inclusão de gordura na alimentação de equinos**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade e Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

SALEM, S. E. et al. A longitudinal study of the faecal microbiome and metabolome of periparturient mares. **PeerJ**, p. 1-16, 2019.

SCHOSTER, A.; WEESE J. S.; GUARDABASSI L. Probiotic use in horses- What is the evidence for their clinical efficacy?. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 28, n. 6, p. 1640-1652, 2014.

SCHOSTER, A.; ARROYO, L. G.; STAEMPFLI, H. R.; WEESE, J. S. Comparison of microbial populations in the small intestine, large intestine and feces of healthy horses using terminal restriction fragment length polymorphism. **BMC Research Notes**, v.6, n.91, p. 1-9, 2013.

TOSI, H. et al. Avaliação de diferentes fontes proteicas para equinos em crescimento. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p. 1309-1312, Brasília, 1989.

ZHAO, Y. et al. Comparison of fecal microbiota of mongolian and thoroughbred horses by high-throughput sequencing of the v4 region of the 16s rRna gene. **Asian-Australas J Anim Sci**, v.29, n.9, p. 1345-1352, 2016.

Trato gastrointestinal de equinos. Disponível em:
www.veterinandoufpa.wixsite.com/anatomia/single-post/2016/03/24/Anatomia-Veterin%C3%A1ria-intestino-Delgado-e-Grosso > Acesso em 11/06/2019.