



INSTITUTO DE BIOLOGIA – CEDERJ



**PANORAMA GERAL DA APLICAÇÃO DE PROBIÓTICOS E
PREBIÓTICOS NA MELHORIA DO DESEMPENHO DE ANIMAIS
DE PRODUÇÃO**

RENATA HERMINIA BORDONI DE ARAUJO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
POLO UNIVERSITÁRIO DE DUQUE DE CAXIAS

2018



INSTITUTO DE BIOLOGIA – CEDERJ



**PANORAMA GERAL DA APLICAÇÃO DE PROBIÓTICOS E
PREBIÓTICOS NA MELHORIA DO DESEMPENHO DE ANIMAIS
DE PRODUÇÃO**

RENATA HERMINIA BORDONI DE ARAUJO

Monografia apresentada como atividade obrigatória à integralização de créditos para conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas - Modalidade EAD.
Orientadora: Verônica Leite de Holanda Gomes, M. Sc.

ORIENTADORA: Verônica Leite de Holanda Gomes, M.Sc.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
POLO UNIVERSITÁRIO DE DUQUE DE CAXIAS

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Araujo, Renata Herminia Bordoni de

Panorama geral da aplicação de probióticos e prebióticos na melhoria do desempenho de animais de produção. Duque de Caxias, 2018. 99 f. il: 31 cm

Orientadora: Verônica Leite de Holanda Gomes.

Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Licenciada no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – Modalidade EAD. 2018.

Referências bibliográficas: f.86-99

1. Probiótico. 2. Prebiótico. 3. Animais. 4. Desempenho. 5. Produção.

I. GOMES, Verônica Leite de Holanda.

II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Licenciatura em Ciências Biológicas – Modalidade EAD

III. Panorama Geral da aplicação de probióticos e prebióticos na melhoria do desempenho de animais de produção



UNIVERSIDADE
DO BRASIL
UFRJ



instituto de **biologia**
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ATA - DEFESA DE MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL

NOME DO GRADUANDO (A) Renata Herminia Bordoni de Araujo		MATRÍCULA 12214020225
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – IB – UFRJ – EAD – POLO DUQUE DE CAXIAS		
TÍTULO DA MONOGRAFIA		
Uso de probióticos e prebióticos para melhoria no desempenho de animais de produção – revisão de literatura		
NOME DOS MEMBROS DA BANCA	TÍTULO	ASSINATURA
<small>Coorientador</small> Verônica Leite de Holanda Gomes	Mestre	<i>Verônica Leite de Holanda Gomes</i>
Marselle Marmo do Nascimento Silva	Mestre	<i>Marselle Marmo</i>
Thaís Fernandes Justo	Mestre	<i>Thaís Fernandes Justo</i>
		Data: 17/08/2018
<input checked="" type="checkbox"/> APROVADO (A)		<input type="checkbox"/> REPROVADO (A)
HAVENDO SUGESTÕES NA DEFESA, COLOCAR TÍTULO MODIFICADO DA MONOGRAFIA		
PANORAMA GERAL DA APLICAÇÃO DE PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS NA MELHORIA DO DESEMPENHO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO.		
Sr.(a) Coordenador (a): encaminho, em anexo, a versão <u>revisada</u> do Trabalho Final de Curso nos formatos <u>impresso</u> e <u>digital</u> . Atesto que tal versão contempla as sugestões e/ou observações feitas pela banca durante a defesa.		
ASSINATURA DO ORIENTADOR		
<i>Verônica Leite de Holanda Gomes</i>		
LOCAL E DATA Rio de Janeiro, 28 de agosto de 2018.		
ASSINATURA DO COORDENADOR DO CURSO		
LOCAL E DATA		

“Podem haver milagres quando você acredita
Embora a esperança seja frágil, é difícil de matar
Quem sabe que milagres você pode conseguir
Quando você acredita, de alguma forma você vai
Você vai quando você acreditar”
(When You Believe: Stephen Lawrence Schwartz/
Kenneth Babyface Edmonds – 1998)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar a Deus, pela minha vida e pela oportunidade de estar concluindo mais uma etapa tão importante de minha vida, abrindo novos horizontes aos meus caminhos profissionais. Agradeço também aos meus pais Alberto e Olivia pela paciência, apoio, carinho, compreensão, suporte e conforto durante todos os momentos difíceis que enfrentei durante toda essa jornada que enfrentei para alcançar a vitória no caminho escolhido; minha avó Irani (*in memoriam*), que no início de minha jornada esteve ao meu lado me incentivando, mas infelizmente não poderá celebrar comigo mais esta conquista, mas sei que ela sempre esteve e estará ao meu lado.

A minha orientadora Verônica Leite, que sempre mostrou confiança em minha capacidade e acreditou em meu potencial; prontamente aceitou meu convite para me orientar, me passando confiança, segurança, se dedicando a me acompanhar nos momentos em que encontrei dificuldades, sendo compreensiva nos momentos em que enfrentei problemas que poderiam me atrapalhar de concluir meu trabalho.

Aos tutores presenciais do CEDERJ, Thiago Frauches, Cleiton de Jesus, Isaura Santana, Ingrid Horbach, Leonardo Lima, Leonardo Silvestre, Osmar Lourinho, Daniel Medeiros e Eduardo Ramos, os quais sempre se mostram dispostos e solícitos a atenderem minhas dúvidas e me passarem seus conhecimentos de maneira tão entusiasmada que tornaram o processo de aprendizado muito melhor e mais simples. Agradeço também a professora Monica Cássia Sakuragui (diretora substituta do Instituto de Biologia), que me proporcionou a oportunidade de participar do projeto “Monitoria voluntária da UFRJ”, que foi uma experiência muito enriquecedora em minha vida acadêmica; professora Russolina Zingali (ex-coordenadora do projeto PIBIC-EM) que me supervisionou durante os 3 anos que participei como estagiária do projeto, sempre dando apoio nas atividades, sendo gentil, compreensiva, estimulando nosso espírito de trabalho em equipe e nos preparando para atuação como futuros docentes; e a Daniel Lopes (supervisor), que teve o mesmo empenho e dedicação em ajudar e compartilhar experiências e aprendizados, estando sempre pronto a ajudar.

Agradeço aos meus pássaros Kyara, Woody, Tudyinha, Françoise, Preto, Charlotte e Byosa, por estarem ao meu lado nos momentos de tristeza e baixo astral, sempre me trazendo alegria e ânimo, recuperando minhas energias para continuar através de seu amor e carinho incondicionais.

Agradeço a minha amiga Rosangela Cosme, que esteve presente ao meu lado me incentivando durante todo este tempo e me apresentou a professora Monica Barros (PUC-RJ) que foi um “anjo” que apareceu em minha vida para me salvar em ICF 1 e 2; ao amigos que pude fazer durante esta longa caminhada que percorri durante todos estes anos; alguns infelizmente desistiram, mas a amizade prevaleceu; outros permaneceram na jornada, mas não chegaremos ao fim juntos, mas deixo minha gratidão a todos que sempre pude contar com o apoio nos momentos em que mais necessitei e espero um dia poder comemorar com eles suas vitórias.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 METODOLOGIA	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 HISTÓRICO DOS ANIMAIS DE PRODUÇÃO	15
4.2 ANATOMIA E FISIOLOGIA DIGESTIVA DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO	21
4.2.1 Anatomia e fisiologia digestiva dos ruminantes	23
4.2.2 Anatomia e fisiologia digestiva dos monogástricos	30
4.3 ASPECTOS GERAIS DA NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO	35
4.3.1 Carboidratos	40
4.3.1.1 Fibras	41
4.3.2 Lipídios	46
4.3.3 Aminoácidos e Proteínas	48
4.3.4 Vitaminas	51
4.3.5 Minerais	53
4.4. ADITIVOS NUTRICIONAIS	54
4.4.1 Probióticos	58
4.4.2 Prebióticos	60
4.4.3 Simbióticos	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1 RUMINANTES	65
5.1.1 Probióticos	65
5.1.2 Simbióticos	68
5.2 AVES	69
5.2.1 Probióticos	69
5.2.2 Prebióticos	72
5.2.3 Simbióticos	75
5.3 SUÍNOS	76
5.3.1 Probiótico	76
5.3.2 Prebiótico	78
5.3.3 Simbiótico	79
5.4 EQUINOS	80
5.4.1 Probiótico	80
5.4.2 Simbiótico	84
5.5 ANIMAIS DE PRODUÇÃO EM GERAL	84
6 CONCLUSÕES	85
7 REFERÊNCIAS	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Local e período de tempo da domesticação dos animais	17
Quadro 2. Capacidade das diferentes partes do aparelho digestivo de alguns animais	22
Quadro 3. Microrganismos ruminais e suas principais funções	27
Quadro 4. Tipos de alimentos utilizados em nutrição animal	43
Quadro 5. Importância de cada vitamina para o organismo animal	52
Quadro 6. Prebióticos e suas principais funções no TGI	62
Quadro 7. Eficiência dos probióticos sobre o ganho de peso e conversão alimentar	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Anatomia e fisiologia do aparelho digestivo de ruminantes	24
Figura 2. Estômago multicavitário e processo de digestão em ruminantes	29
Figura 3. Anatomia e fisiologia do aparelho digestivo de monogástricos	31
Figura 4. Composição dos alimentos utilizados na nutrição animal	37
Figura 5. Estrutura molecular dos principais carboidratos utilizados na alimentação animal	40
Figura 6. Estrutura dos ácidos graxos saturados, insaturados e poli-insaturados ..	46
Figura 7. Estrutura geral dos aminoácidos	48
Figura 8. Estrutura química de proteínas	49
Figura 9. Estrutura química da vitamina D3 (coleciferol)	52
Figura 10. Interação dos probióticos e prebióticos com a microbiota intestinal e seus efeitos sobre a saúde	57
Figura 11. Ação dos probióticos	59
Figura 12. Mecanismos de ação dos probióticos sobre a mucosa intestinal	63
Figura 13. Benefícios do uso de simbioses	64

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	antes de Cristo
AGV	Ácidos Graxos Voláteis
°C	Grau Celsius
Ca	Cálcio
cal	Calorias
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
Ca/P	Cálcio/Fósforo
Cl	Cloro
Cu	Cobre
DHP	3-hidroxi-4(H)-piridona
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
EUA	Estados Unidos da América
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
Fe	Ferro
FOS	Fruto-oligossacarídeo
g	Gramas
GALT	<i>Gut-associated lymphoid tissue</i> (tecido linfático associado ao intestino)
GOS	Galacto-oligossacarídeos
h	Hora
HCl	Ácido clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I	Iodo
IgA	Imunoglobulina A
IgG	Imunoglobulina G
IN	Instrução Normativa
kg	Quilograma
L	Litro
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDICE	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MgO	Óxido de magnésio
MOS	Mananoligossacarídeos
M.S.	Matéria Seca
Na	Sódio
NaHCO ₃	Bicarbonato de sódio
n°	Número
NRC	<i>National Research Council</i>
O ₂	Oxigênio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
ppm	Parte por milhão
TGI	Trato Gastrointestinal
TOS	Transgalacto-oligossacarídeos
Zn	Zinco
µm	Micrômetro

RESUMO

Acredita-se que o ser humano tenha iniciado a atividade de criação e manutenção de animais, com a finalidade de produção de alimentos, há cerca de dez mil anos, e com o crescimento acelerado da população humana, o consumo de proteína animal consequentemente também cresceu. Com o aumento na demanda de consumo, foi necessário o desenvolvimento de tecnologias produtivas que atendessem às pressões comerciais, reduzindo os custos de produção, e aumentando o volume produtivo sem perder a qualidade e a segurança dos produtos de origem animal. Sendo assim, os aditivos alimentares passaram a ser utilizados a fim de promover modificações na fisiologia natural do animal por meio da manipulação do metabolismo, gerando bem-estar na saúde e máximo desempenho, aumentando a eficiência produtiva e reduzindo os custos de produção, sem provocar efeitos prejudiciais aos animais e ao homem (resíduos contaminantes nos produtos destinados ao consumo), além de não contaminarem o meio ambiente com efeitos poluidores secundários. Os probióticos, prebióticos e sua associação (simbióticos), são os principais aditivos que vêm sendo utilizado como alternativa aos antibióticos e coccidiostáticos, favorecendo o processo de fermentação nas câmaras digestivas, promovendo seletividade positiva na microbiota, estimulando o crescimento de microrganismos favoráveis ao animal, reduzindo a colonização por enterobactérias patogênicas, prevenindo e auxiliando no tratamento de doenças por meio do mecanismo de exclusão competitiva, reduzindo o número de patógenos e produzindo substâncias antimicrobianas, além de promover ganhos zootécnicos e econômicos para a produção, através do sinergismo dos benefícios de ambos. O presente trabalho tem por objetivo, apontar os benefícios do uso de probióticos e prebióticos sobre o desempenho de animais de produção.

Palavras-chave: probióticos, prebióticos, animais, desempenho, produção.

1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que o ser humano tenha iniciado a atividade de criação e manutenção de animais, com a finalidade de produção de alimentos, há cerca de dez mil anos (EGITO, 2007), e no início do século XX, a utilização dos animais com a finalidade produtiva aumentou de acordo com o aumento das necessidades de consumo humanas (MOLENTO, 2005).

Com o crescimento acelerado da população humana, o consumo de proteína animal consequentemente também cresceu (RANGEL et al., 2008; SOUZA, 2007); após o período da Segunda Guerra Mundial, o manejo dos animais sofreu grandes transformações, devido às mudanças na visão econômica da produção mundial, que passou a ocorrer em larga escala (LENSINK, 2002). Foi necessário o desenvolvimento de tecnologias produtivas que atendessem às pressões comerciais (MOLENTO, 2005) reduzindo os custos de produção, e aumentando o volume produtivo sem perder a qualidade e segurança dos produtos de origem animal (RANGEL et al., 2008; SOUZA, 2007).

As melhorias nos processos da cadeia produtiva visam o aumento da produção, por meio da associação entre genética, nutrição, manejo adequado e sanidade animal (COSTA et al., 2005), estando o Brasil entre os países líderes no ranking mundial de produção e exportação de alimentos de origem animal (REGITANO; LEAL, 2010).

Os mamíferos adquiriram o hábito de herbivoria devido ao surgimento das relações simbióticas com microrganismos que catabolizam a parte fibrosa dos alimentos de origem vegetal, sendo estes, novas fontes de energia para os animais. Houveram também processos evolutivos que ocorreram em suas morfologia e fisiologia, como o surgimento de câmaras fermentativas anaeróbias, e com isso, os animais passam a ser divididos de acordo com essas alterações, em herbívoros de estômago composto (ruminantes), herbívoros de estômago simples (equinos), onívoros (suínos) e aves (ANDRIGUETTO et al., 2002; MADIGAN et al., 2016).

Os animais não são capazes de utilizar diretamente os nutrientes e a energia dos alimentos, sendo necessário que ocorram processos digestivos a fim de transformarem estes compostos em formas assimiláveis pelo organismo (FERREIRA, 1994; MORALES et al., 2011). Para assegurar que o aporte adequado desses nutrientes seja feito de maneira que atenda as exigências de manutenção e produção dos animais é realizado certo controle

sobre a nutrição, manejo alimentar e de água dos mesmos (SANTOS, 1997; ANDRIGUETTO et al., 2002; EMBRAPA, 2003).

Todos os ingredientes que compõem a dieta são importantes, mesmo que minimamente requeridos, devendo ser fornecidos de maneira equilibrada afim de alcançar o máximo potencial produtivo do animal, com menor valor econômico despendido pelo produtor (HOFFMAN et al., 2001; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Os aditivos alimentares promovem modificações na fisiologia natural do animal através da manipulação do metabolismo (PORTUGAL, 2002), a fim de gerar o bem-estar na saúde e o máximo desempenho, aumentando a eficiência produtiva e reduzindo os custos de produção, porém, não devem provocar efeitos prejudiciais aos animais e ao homem (resíduos contaminantes nos produtos destinados ao consumo), além de não contaminarem o meio ambiente com efeitos poluidores secundários (PORTUGAL, 2002; VAN CLEEF et al., 2009; CATALAN et al., 2012).

Os probióticos são microrganismos vivos não patogênicos, que promovem a prevenção e auxiliam no tratamento de doenças auxiliando a microbiota com o mecanismo de exclusão competitiva, reduzindo o número de patógenos (MAGNABOSCO et al., 2010; CARNEIRO; SILVA; FARIA, 2014; SANTOS et al., 2016) e produzindo substâncias antimicrobianas (SANTOS et al., 2016). Os prebióticos são carboidratos não digeríveis, capazes de favorecerem o processo de fermentação nas câmaras digestivas, promovendo seletividade positiva na microbiota, estimulando o crescimento dos microrganismos favoráveis ao animal e reduzindo a colonização por enterobactérias patogênicas (MAIORKA et al., 2001; MAGNABOSCO et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012; BARROSO et al., 2013; CARNEIRO; SILVA; FARIA, 2014; SANTOS et al., 2016). A associação de probióticos com prebióticos forma os simbióticos, que podem promover ganhos zootécnicos e econômicos para a produção através do sinergismo dos benefícios de ambos (CARAMORI JÚNIOR et al., 2008).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão de literatura para demonstrar que o uso de prebióticos e probióticos, isoladamente ou em sinergismo, promovem a melhoria no desempenho dos animais de produção, levando estes a melhor conversão alimentar e desenvolvimento, podendo ser usados como alternativa a antibióticos e anticoccidiostáticos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar dados da literatura relativos a viabilidade do uso de probióticos e prebióticos como aditivos na nutrição animal;
- Observar as interações que ocorrem com o uso concomitante de probióticos e prebióticos, a partir de dados da literatura;
- Avaliar dados da literatura relativos aos efeitos produzidos pelos probióticos e/ou prebióticos em animais de produção;
- Verificar a possibilidade de substituição dos antibióticos por probióticos e prebióticos nos sistemas de produção comerciais, a partir de dados da literatura.

3 METODOLOGIA

As revisões bibliográficas, também conhecidas como revisões científicas, podem ser realizadas de diversas maneiras, no entanto, neste trabalho o material utilizado será uma abordagem baseada na revisão da literatura tradicional, através de livros, artigos científicos, publicações de congressos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, onde o conhecimento científico é sintetizado com base na contextualização de um problema e no referencial teórico disponível, não sendo possível esgotar as fontes de informação disponíveis no campo de pesquisa devido à grande amplitude do assunto, havendo a seleção das referências bibliográficas baseadas em seu grau de importância e relevância.

A metodologia aplicada é a avaliação de resultados encontrados nas fontes de pesquisas e estes serão confrontados e comparados a fim de promover uma conclusão sobre o problema exposto como tema base do trabalho.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 HISTÓRICO DOS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

Acredita-se que o ser humano tenha iniciado a atividade de criação e manutenção de animais, com a finalidade de produção de alimentos, há cerca de dez mil anos (EGITO, 2007), e que as formas de interação existentes entre produtores e seus animais tenha sofrido alterações marcantes ao longo da história (MOLENTO, 2005; EUCLIDES FILHO, 1999). A relação homem e animal data de origem tão antiga, que podemos encontrar registros no Antigo Testamento da Bíblia:

“Certifica-te bem do estado do teu gado miúdo; atende aos teus rebanhos, porque a riqueza não é eterna... Uma vez recolhido o feno das montanhas, tens ainda cordeiros para te vestir e bodes para pagares um campo, leite de cabra suficiente para teu sustento, para o sustento de tua casa e a manutenção de tuas servas ” (BÍBLIA, Pr, 27:23-27).

Desde o período neolítico, o cultivo de plantas e a criação dos animais já se integrava na sociedade sob a forma de cuidados do homem (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013; CABRAL, 2006), baseando-se no conceito de integração com o ambiente visando a ciclagem dos nutrientes; e um dos primeiros registros desta produção integrada foi na cidade de Jericó, no ano 9000 a.C. Já no Brasil, datam dos séculos XVII e XVIII (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013). Acredita-se que o primeiro animal a ser domesticado foi o cão, seguido dos ovinos, cabras e bovinos, e esta interação possibilitou o surgimento das sociedades baseadas no trabalho e na previdência (CABRAL, 2006; EGITO, 2007).

Para Lensink (2002), com o início da domesticação dos animais, a relação entre estes e seus tratadores tornou-se mais próxima, de forma simbiótica, onde a família e o gado normalmente compartilhavam partes adjacentes da mesma habitação.

No início do século XX, a utilização dos animais com a finalidade produtiva cresceu devido ao aumento das necessidades de consumo humanas (MOLENTO, 2005). Após a Segunda Guerra Mundial, o manejo sofreu transformações, pois a visão econômica da produção passou do autossustento para produção em larga escala, diminuindo o contato entre os tratadores e seus animais (LENSINK, 2002). Com isso, teve início o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de criação de animais para atender às pressões comerciais, onde no ano de 1970, o processo de criação intensiva de

animais gerou uma demanda de confinamento intenso (lotações de alta densidade), de bovinos, suínos, caprinos, equinos e aves em muitos países (MOLENTO, 2005).

Segundo Seganfredo (2007), Rangel (2008) e Pereira (2008) o crescimento populacional, juntamente com a urbanização e o aumento de renda per capita nos países em desenvolvimento, faz com que a população humana tenha uma crescente demanda por alimentos de origem animal (início e meio do século XXI). Portugal (2002), relata que os animais se tornaram “objetos” manipuláveis com alto grau de eficiência biológica, devido sua capacidade de conversão de substâncias orgânicas e minerais em proteína de alto valor nutritivo, devido a alterações em seus hábitos alimentares, buscando alimentos (principalmente proteínas) com melhor qualidade nutricional (SEGANFREDO, 2007).

Com o crescimento acelerado da população humana consumidora de proteína animal, houve a necessidade de melhorias nos sistemas de produção animal visando aumentar seu volume de produção para atender à crescente demanda, afim de produzir com qualidade e em quantidades suficientes (RANGEL et al., 2008; SOUZA, 2007).

Os alimentos de origem animal possuem grande importância na dieta humana (SZARFARC, 1979), sendo esta baseada na ingestão média de 1/6 de energia e 1/3 de proteína obtida de fontes de origem animal. Com isso, o uso da produção animal como fonte de alimentos (carne, leite, ovos), em quantidade e qualidade, se torna essencial a fim de evitar fome e déficits nutricionais (PORTUGAL, 2002).

É fundamental considerar que o processo de formação de proteínas pelos animais domésticos é de grande complexidade, pois demanda de uma ação conjunta entre as forças de origens genética e ambiental, sendo os níveis mais altos alcançados por meio de melhoramento genético dos animais, juntamente com as condições ambientais a que são submetidos, e o uso de sistemas de produção que permitam maior produção por área (PEREIRA, 2008; SOUZA, 2007).

Assim, passa a ser necessária a realização de investimentos em tecnologias que associem o bem-estar do animal com o ambiente, afim de reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência produtiva, por meio de manejo nutricional e reprodutivo adequados com o intuito de obter um produto de alta qualidade, garantindo a segurança alimentar do consumidor associado ao aumento da produtividade (RANGEL et al., 2008; PORTUGAL, 2002).

O processo de domesticação dos animais, pelo homem, para fins produtivos ocorreu de maneira gradual e houve variação nos locais ao longo do tempo entre as espécies, como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1. Local e período de tempo da domesticação dos animais.

<u>ANIMAL</u>	<u>TEMPO (anos)</u>	<u>LOCAL</u>
Ovinos e caprinos	10.000	Oriente Médio e Ásia
Bovinos	8.000 a 10.000	Europa e Ásia
Suínos	9.000	China
Burros	6.000	Noroeste da África
Galinhas	6.000	Índia
Cavalos	5.000	Centro da Ásia
Búfalos	4.000	China
Camelo	3.000	Ásia Central
Lhama, alpaca e vincunha	3.000	América do Sul

(Fonte: adaptado OLIVEIRA et al., 2011).

Os caprinos, segundo relatos históricos e evidências de fósseis (fragmentos com aproximadamente 10 mil anos), provavelmente foram os primeiros animais de produção a serem domesticados com a finalidade de servirem como fontes de alimentos, trabalho e riquezas; e a primeira espécie a ser domesticada foi a *Capra hircus*, seguida da *Capra aegagrus*, da qual descende a maioria das raças atuais (LOPES, 2012).

Apesar das intensas transformações que ocorreram nas sociedades humanas nos últimos 200 anos, a caprinocultura manteve-se sempre presente, e entre os rebanhos mundiais, os caprinos ocupam a posição de terceiro lugar entre os mamíferos domésticos de produção, estando atrás somente dos bovinos e ovinos, sendo seguido pelos suínos e bubalinos (CABRAL, 2006). No Brasil, a caprinocultura iniciou-se por meio dos colonizadores durante os primeiros séculos da colonização, e somente em 1910 a produção passou a ter foco comercial, principalmente para a produção de carne, por ser considerada um produto muito saudável e com baixo teor de gordura, além de possuir sabor diferenciado e baixo custo (AMANCIO; PEREIRA, 2013).

Segundo Viana (2008), os ovinos foram uma das espécies pioneiras domesticadas pelo homem, visando a obtenção de alimentos (principalmente carne e leite), além de sua lã (proteção contra as intempéries do ambiente). Com isso, a ovinocultura se fez presente em praticamente todos os continentes devido ao fácil poder de adaptação dos animais a

diferentes climas, relevos e vegetações. O mercado mundial de produção de carne de ovinos vem ganhando destaque nas últimas décadas devido ao poder atrativo dos preços finais do produto. No entanto no Brasil, a carne de ovinos ainda tem seu consumo considerado baixo (entre 0,6 e 0,7 kg *per capita* ano) quando comparado ao consumo de carne bovina, suína e de frango, que respectivamente, correspondem ao consumo per capita de 36,5 kg, 10,5 kg e 29,9 kg ao ano (ARO; POLIZER; PENA, 2006).

De acordo com Alencar (1984), a domesticação dos bovinos foi um processo gradual e muito importante para o desenvolvimento da população humana, pois eram uma das principais fontes de carne, leite, couro e força de trabalho. Com base em estudos arqueológicos, acredita-se que todos os bovinos atuais, originaram-se de um ancestral comum, o Auroque (*Bos primigenius*), e que foram domesticados a cerca de 9 mil anos atrás (FERNANDES et al., 2017), tendo evidências comprovadas com o achado de fósseis que datam de 8 a 5 mil anos, na região da Anatólia (EGITO, 2007).

O processo de surgimento e domesticação dos suínos não é muito claro, no entanto, estudiosos aceitam que os suínos apareceram na Terra há mais de 40 milhões de anos e o consumo de sua carne ocorria desde a Idade da Pedra Polida (18.000 a 5.000 a.C.); porém, sua domesticação só ocorreu há 10.000 anos com os chineses. No Brasil, os primeiros porcos só chegaram em 1532 com os colonizadores, e somente no início do século XX, começou o melhoramento genético das raças para a produção de maior quantidade de carne e com menor teor de gordura (SEBRAE, 2008).

A produção mundial de suínos teve crescimento de 75% entre os anos de 1980 e 2001, estimando-se que nos próximos 10 anos, principalmente em países em desenvolvimento, o consumo de carne suína e bovina seja de 15%, e o de carne de aves 2% (SEGANFREDO, 2007).

De acordo com Lopes (2011) as galinhas foram originalmente domesticadas na Índia, e suas variedades específicas originaram-se da espécie asiática selvagem *Gallus gallus*, sendo utilizadas inicialmente como objetos de ornamentação ou para disputas entre animais.

No Brasil, a produção de galinhas teve início em 1532, com os colonizadores e somente em 1930 a criação passou a ser vista como atividade lucrativa para a produção de carne e ovos, sendo o setor que mais se destaca na produção animal, pois o ciclo de criação é rápido e gera retorno em um período relativamente curto. Além dos frangos, outras espécies de aves que tem destaque na avicultura são o peru (*Meleagris gallopavo*), ganso (*Anser anser*), marreco (*Anas boschas*), pato (*Cairina moschata*), faisão

(*Phasianus colchicus*), pavão (*Pavo cristatus*), pombo (*Columbia Livia*), cisne (*Cygnus columbianus*), avestruz (*Struthio camelus*), codorna (*Coturnix coturnix*) (LOPES, 2011).

Segundo Carrijo Junior e Murad (2016), a primeira domesticação dos cavalos ocorreu na Ásia Central (3.000 a.C.), seguida do Egito (1.680 a.C.), Grécia (1.000 a.C.) e países Árabes (600 a.C.). A primeira utilização do cavalo foi como fonte de alimento, e depois passou a ser utilizado no transporte, nas batalhas e em diversões e competições esportivas. No Brasil, a introdução do cavalo ocorreu com os colonizadores em 1534.

Na atualidade, o cavalo não mais é usado apenas como instrumento de batalha, meio de transporte ou serviços, mas tem um importante crescimento na dimensão econômica do esporte no Brasil (GOBESSO et al., 2011).

Segundo Costa (2015), a equinocultura vem sendo um importante setor do agronegócio, atualmente responsável por mais de 3,2 milhões de empregos diretos ou indiretos, pois a criação de equinos de esporte está em franca expansão, sendo consequência de uma rigorosa seleção genética, e com isso, se faz necessário o desenvolvimento de produtos que melhorem o desempenho destes animais para que eles alcancem resultados satisfatórios em suas performances (COSTA et al., 2015).

Segundo Toms e colaboradores (2010) o consumo mundial de alimentos de origem animal, principalmente as carnes, têm apresentado grande crescimento, e na última década do século XX, cresceu cerca de 40%, sendo estimado para a primeira década do século XXI crescimento de 2,2% ao ano. Com isso, de acordo com dados do IBGE, em 2014 foram abatidos 5,496 bilhões de frangos, 37,118 milhões de suínos e 33,907 milhões de bovinos, além de outras espécies de aves, roedores, cavalos e ovinos no Brasil (OLIVEIRA, 2015).

Com os avanços médicos-científicos, o crescimento populacional superou a capacidade produtiva, levando pesquisadores a buscarem soluções práticas para melhoria na eficiência dos sistemas de produção animal buscando resultados favoráveis econômicos, sociais e ambientais (SALMAN et al., 2010). Sendo assim, a produção mundial de proteína de origem animal encontra-se em constante crescente devido as exigências mais rigorosas dos consumidores, em busca de produtos que satisfaçam suas necessidades e desejos (ALVES et al., 2016).

O relacionamento produtivo entre homens e animais no Brasil afetou diretamente a história do país, sendo que no primeiro momento os bovinos foram a espécie que teve grande participação durante o ciclo econômico do açúcar, seguida em momento posterior

pelos equinos, durante o ciclo do ouro, e ainda no século XVI, cresce a importância dos suínos, aves, caprinos e ovinos (EUCLIDES FILHO, 1999).

No *ranking* dos países líderes na produção mundial de alimentos de origem animal, o Brasil vem ocupando a posição de segundo maior produtor mundial de carne bovina e de terceiro de frango, além de ser o maior exportador mundial desses produtos, ser o quarto maior produtor e exportador de carne suína e sexto produtor de tilápia, sendo que a criação de crustáceos e peixes se encontra em franca expansão, com grande potencial de crescimento (REGITANO; LEAL, 2010). Além de ser o segundo em quantidade de equivalente carcaça produzida, perdendo somente para os Estados Unidos em volume produzido, e devido a isso, ocorre considerável aumento no produto interno bruto (PIB) em quase toda a cadeia produtiva do agronegócio (LUCHIARI FILHO, 2006).

Segundo Salman e colaboradores (2010), a principal meta da produção animal é produzir alimentos em quantidade, qualidade e com custo reduzido. Em uma análise histórica, nos últimos cinquenta anos, os avanços do conhecimento, principalmente a transformação das tecnologias e processos, produziram grande bem-estar econômico para a sociedade (EUCLIDES FILHO, 1999). Sendo a última década (2000-2010) de importância significativa na expansão da produção de carnes bovina, suína e de aves, com crescimento de 22, 73 e 118 % respectivamente, levando o mercado a identificar a importância e a necessidade de crescimento no setor de produção animal para o agronegócio do país (REGITANO; LEAL, 2010).

A melhoria no processo da cadeia produtiva de carne tem buscado o aumento da porcentagem de carne na carcaça, sendo esta de alta qualidade, e produto dos efeitos de interação a longo prazo entre genética, nutrição, sanidade e manejo dos animais (COSTA; LUDKE; COSTA, 2005). De acordo com Joaquim e colaboradores (2016), para que este processo ocorra, a sanidade animal deve ser considerada de maneira muito relevante, além da criação de estímulos por parte de órgãos administrativos do governo, em todas as suas esferas.

O médico veterinário é o profissional que possui um papel muito importante na cadeia produtiva, e segundo Joaquim e colaboradores (2016), este é responsável pelo manejo zoonosológico e a manutenção do bem-estar, que estão diretamente relacionados com os índices produtivos de animais como bovinos de corte, de leite, suínos, caprinos, ovinos, bubalinos, equinos e aves, que são utilizados como produtos de consumo humano.

4.2. ANATOMIA E FISIOLOGIA DIGESTIVA DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO

O termo Anatomia refere-se à ciência que estuda a forma e as estruturas que compõem os organismos, e em associação com ela existe a fisiologia, responsável pelo estudo das funções integradas do corpo com todas as suas partes e sistemas, incluindo os processos bioquímicos e biofísicos (FRANDSON et al., 2011).

O hábito de herbivoria nos mamíferos só foi possível devido ao processo de evolução das características morfofisiológicas (surgimento de câmaras fermentativas anaeróbias), e as relações simbióticas com os microrganismos, em especial com aqueles que colonizam o trato gastrointestinal (TGI), possibilitando que várias espécies animais fossem capazes de catabolizar alimentos fibrosos, uma vez que estes microrganismos possuem genes que codificam enzimas que quebram os polissacarídeos presentes na parede vegetal (principalmente a celulose) que são as principais fontes de carbono e energia para os animais (MADIGAN et al., 2016).

Por definição, podemos separar os animais em grupos funcionais de acordo com seu regime alimentar, e as espécies de interesse econômico podem ser divididas, do ponto de vista anatômico em: herbívoros de estômago composto (ruminantes), herbívoros de estômago simples (equinos), onívoros (suínos) e aves (ANDRIGUETTO et al., 2002; MADIGAN et al., 2016).

O processo de digestão pode ser definido como o conjunto de transformações que o alimento sofre no TGI desde sua ingestão até a excreção de seus resíduos. Durante este processo, as macromoléculas dos alimentos são degradadas até formarem substâncias de baixo peso molecular, que possuem nutrientes prontamente disponíveis para o uso do animal, as quais serão absorvidas pelo organismo e utilizados como fontes de nutrientes para o crescimento, manutenção e reprodução, tendo suas particularidades de acordo com cada espécie (ANDRIGUETTO et al., 2002; MORALES et al., 2011), conforme Quadro 2.

Quadro 2. Capacidade das diferentes partes do aparelho digestivo de alguns animais.

QUADRO II — CAPACIDADE DAS DIFERENTES PARTES DO APARELHO DIGESTIVO			
Animal	Parte do Tubo Digestivo	Capacidade Relativa (%)	Capacidade Absoluta Média (Litros)
Cavalo	Estômago	8,5	17,96
	Intestino Delgado	30,2	63,82
	Ceco	15,9	33,54
	Grande Colo	38,4	81,25
	Pequeno Colo e Reto	7,0	14,77
	Total	100,0	211,34
Boi	Estômago (Poligástrico)	70,8	252,50
	Intestino Delgado	18,5	66,00
	Ceco	2,8	9,90
	Colo e Reto	7,9	28,00
	Total	100,0	356,40
Ovelha e Cabra	Rúmen	52,9	23,40
	Reticulo	4,5	2,00
Cabra	Folhoso	2,0	0,90
	Coagulador	7,5	3,30
	Intestino Delgado	20,4	9,00
	Ceco	2,3	1,00
	Colo e Reto	10,4	4,60
	Total	100,0	44,20
Porco	Estômago	34,30	8,00
	Intestino Delgado	39,40	9,20
	Ceco	6,60	1,55
	Colo e Reto	19,70	4,60
		100,00	23,35
Aves	Inglúvio	52,72	126 gramas
	Moela	5,86	14 gramas
	Intestinos	41,42	99 gramas
		100,00	239 gramas

(Fonte: adaptado ANDRIGUETO et al., 2002).

De acordo com a funcionalidade do TGI, podem ocorrer dois tipos de digestão nos animais: a hidrolítica (predominante em carnívoros), sendo predominante a ação das enzimas que promovem a hidrólise das moléculas; e a fermentativa (predominante em herbívoros) que ocorre em locais específicos do TGI e é realizada por microrganismo ali presentes, com exceção das aves, que não possuem local específico para a fermentação, mas comumente ela ocorre no ceco; já os suínos são capazes de realizar digestão hidrolítica e fermentativa, dependendo do alimento que ingerem (CUNNINGHAM, 2004).

A composição da parede celular dos vegetais (carboidratos: celulose e hemicelulose/lignina) gera dificuldade no processo de digestão dos mesmos por parte dos mamíferos herbívoros (MORGADO; GALZERANO, 2009). Dessa forma, eles necessitaram desenvolver adaptações fisiológicas e/ou anatômicas em seus tratos digestivos, e passam a ser divididos em dois grandes grupos, no qual em um deles ocorre o desenvolvimento acentuado da porção anterior da região gástrica, denominando-os ruminantes. Já o outro possui maior desenvolvimento na porção da região pós-gástrica, como os equídeos e os coelhos, denominados monogástricos com ceco-cólon fermentador (DYCE et al., 2004; ARCURI; MONTOVANI, 2006).

A microbiota presente no ceco e no rúmen utiliza as proteínas e os produtos de sua hidrólise (que escapam da digestão química) como fonte nitrogenada para seu crescimento. Na região do ceco e cólon ocorre a síntese microbiana das vitaminas do complexo B e vitamina K, no entanto, essa quantidade supre somente parte das necessidades do animal, logo é necessário que estas vitaminas sejam suplementadas na dieta (ANDRIGUETTO et al., 2002; DÍAZ et al., 2009).

Uma das diferenças entre ruminantes e monogástricos é a presença de grande quantidade de fluidos no rúmen, pois a quantidade de saliva secretada durante a ingestão de alimentos é muito maior (LIMA et al., 2013). E, além disso, a digestão no intestino grosso é mais eficaz em animais herbívoros de estômago simples (monogástricos) que em ruminantes (ANDRIGUETTO et al., 2002).

As câmaras fermentativas inferiores possuem ambiente menos influenciado pela dieta que o rúmen, e as proporções de Ácidos Graxos Voláteis (AGV) são semelhantes, sendo que em equinos e suínos, quando há o aumento na ingestão de amido ocorre o aumento na produção de propionato. Assim como no rúmen, o ceco tem sua ecologia afetada pelo tamanho da fibra, que infere na taxa de passagem e retroalimentação microbiana (VAN SOEST, 1994).

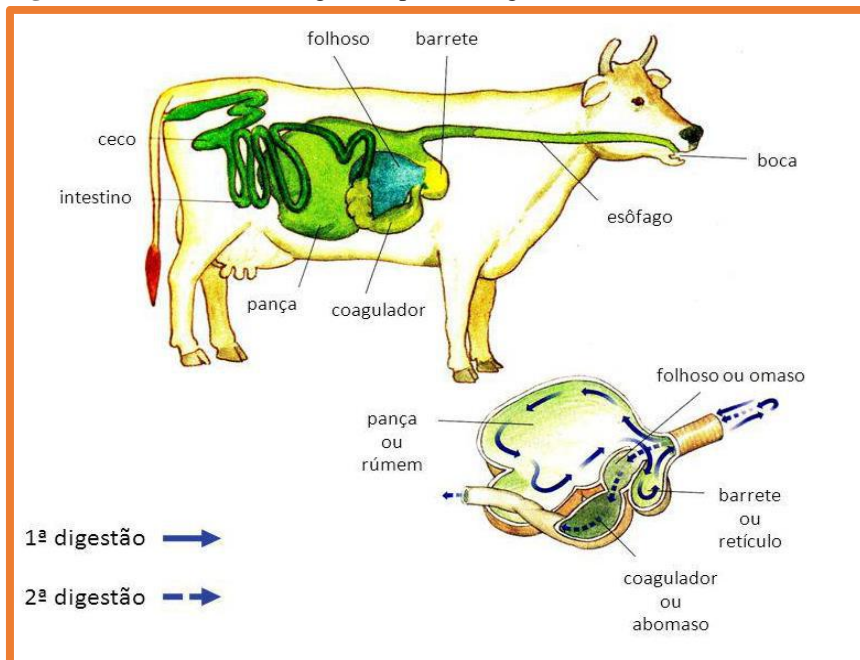
4.2.1 Anatomia e fisiologia digestiva dos ruminantes

São considerados ruminantes ou poligástricos os mamíferos herbívoros que possuem um estômago composto multicavitário dividido em quatro compartimentos (rúmen, retículo, omaso e abomaso) que deriva embrionariamente de um estômago simples, como os bovinos, ovinos e caprinos (ANDRIGUETTO et al. 2002; MORALES et al., 2011; BORDIM et al., 2016).

Rúmen, retículo e omaso (pré-estômagos) são câmaras fermentativas aglandulares, que representam aproximadamente 14,5% do peso vivo de um ruminante adulto (ANDRIGUETTO et al., 2002; DÍAZ et al., 2009; FORTALEZA et al., 2009), sendo revestidas por epitélio pavimentoso estratificado, com camada superior queratinizada formando escudo protetor contra os alimentos fibrosos ásperos e mucosa absorviva (maior eficiência no aproveitamento de alimentos fibrosos _ carboidratos celulósicos), que possuem a função de retenção do alimento para que ocorra a fermentação anaeróbia de carboidratos complexos e proteínas, pelos microrganismos simbiotes, convertendo-os em fonte energética (GETTY, 2006; SANTOS, 2008;

TOLEDO; HERMOSILLA, 2008; MORALES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013). Na Figura 1 é possível observar o aparelho digestivo dos ruminantes.

Figura 1. Anatomia e fisiologia do aparelho digestivo de ruminantes.



(Fonte: adaptado LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013).

Em sua fase juvenil (logo após o nascimento), os poligástricos são considerados pré-ruminantes, pois seus pré-estômagos ainda não estão desenvolvidos como nos adultos, levando-os a comportarem-se como monogástricos, pois ocorre o fechamento do canal reticular, fazendo com que o leite chegue diretamente para o abomaso (CUNNINGHAM, 2004; DÍAZ et al., 2009; LIMA et al., 2013).

Com o decorrer de seu crescimento, ocorrem mudanças em seus hábitos alimentares, onde deixam de se alimentar exclusivamente de leite e passam a ingerir alimentos sólidos fibrosos, que fazem com que ocorra o início da secreção salivar, o desenvolvimento do rúmen-retículo (pequenos ruminantes: 8 semanas de vida; grandes ruminantes: 5-6 meses de vida), das papilas ruminoreticulares (aumentam a superfície de absorção) e das folhas omasais, e o surgimento da microbiota ruminal (CARVALHO et al., 2003; LIMA et al., 2013; DÍAZ et al., 2004), que vai se desenvolvendo gradativamente, começando com as bactérias, que preparam o ambiente para a chegada dos fungos e protozoários flagelados e por último, dos protozoários ciliados (BORDIM et al., 2016), que junto possuem a função de degradação da celulose, metabolismo de carboidratos e compostos nitrogenados. Com o estabelecimento da microbiota simbiote,

o organismo estimula o tecido linfóide a produção local de imunoglobulinas afim de evitar a colonização por microrganismos patogênicos (QUINN et al., 2005).

Os filhotes de ruminantes não nascem com o sistema digestivo igual ao dos adultos, eles passam por um período de transição, que segundo o *National Research Council - NRC* (2001), pode ser dividido em três fases: fase pré-ruminante, com idade de 0-3 semanas; fase de transição, com idade de 3-8 semanas e fase de ruminante adulto, com idade a partir de 8 semanas.

Além do leite, os filhotes passam a ingerir quantidades maiores de alimentos volumosos fibrosos, e isso faz com que ocorra mudanças anatômicas e fisiológicas, devido a acelerada colonização de microrganismos (bactérias celulolíticas e protozoários) no rúmen-retículo, principalmente pelo contato com a saliva, as tetas, a secreção vaginal da mãe, a ingestão de alimentos colonizados, o bolo ruminal, os pêlos, as fezes de animais mais velhos (transfaunação), além de mudanças metabólicas (produção de AGV), tornando-os ruminantes funcionais, em um período de aproximadamente oito semanas de vida (SILVA; CAMPOS, 1986; CARVALHO et al., 2003, LIMA et al., 2013).

A saliva é a principal fonte de protozoários ciliados (detectados no rúmen com uma semana de idade do animal), sendo uma colonização mais tardia que a bacteriana devido ao baixo pH do rúmen dos animais lactentes, chegando em seu nível máximo em animais entre cinco e nove semanas de idade, dependendo da dieta (ANDRIGUETTO et al., 2002). Os zoósporos de fungos são transmitidos pelo contato com a saliva de adultos, pelo ar (microgotículas do aerossol), ingestão com alimentos contaminados, sendo encontrados em animais com até seis semanas de idade os mesmos tipos que em adultos (LIMA et al., 2013).

O rúmen é o primeiro e maior dentre os pré- estômagos (100 a 150 L em bovinos, e 6 L e ovinos), ocupando a maior parte do lado esquerdo da cavidade abdominal e estendendo-se em parte para a direita no plano medial ventral e caudal, subdivide-se em sacos dorsal e ventral, através de espaçamentos internos denominados pilares, e possui ligação direta com o retículo (GETTY, 2006; SANTOS, 2008; MORALES et al., 2011; MADIGAN et al., 2016). Nele não ocorre a digestão de celulose, proteína ou a síntese de aminoácidos e vitaminas, pois esta é realizada pelos microrganismos simbiotes presentes no mesmo (FORTALEZA et al., 2009), que são produtores de enzimas que digerem a fibra vegetal, sendo as bactérias celulolíticas (que aumentam em volume após uma alimentação rica em carboidratos) as mais importantes, para a conversão em nutrientes

necessários para a dieta do animal (TOLEDO; HERMOSILLA, 2008; BORDIM et al., 2016).

Os microrganismos do ecossistema ruminal necessitam de condições fisiológicas adequadas (pH ruminal estável entre 5,5, e 6,8; temperatura constante à 40,5°C; anaerobiose; umidade ideal entre 80 e 90%; substrato; quantidade de amônia e taxa de passagem do alimento) para que consigam se desenvolver adequadamente e consigam realizar a digestão das fibras vegetais, além de impedir a propagação de microrganismos indesejáveis (ANDRIGUETTO et al., 2002; FORTALEZA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013). Esses microrganismos também representam uma fonte pouco conhecida de potenciais enzimas (celulases, endoglucanases, xilanases, pectinases, amilases, carbohidrases, invertases e proteases), para a produção de biocombustíveis (BORDIM et al., 2016).

A microbiota pode constituir 10% do volume do conteúdo do rúmen, e as principais classes encontrados são as bactérias (10^{10} /g de conteúdo ruminal), seguidas pelos protozoários (flagelados e ciliados) e os fungos, que não estão distribuídos homoganeamente, mas sim em uma fase líquida, uma fase sólida e nas paredes do rúmen (ANDRIGUETTO et al., 2002; FORTALEZA et al., 2009).

Alterações nesta microbiota fazem com que haja o crescimento de somente um tipo bacteriano (*Streptococcus bovis*), podendo causar doenças metabólicas (acidose) e até levar o animal à morte. No entanto, existem também bactérias que se crescerem sozinhas no ambiente ruminal e podem melhorar a saúde do animal (MADIGAN et al., 2016).

O tempo gasto com a mastigação é proporcional a quantidade de parede celular presente na dieta, e a taxa de ruminação é proporcional ao tamanho do animal, em que animais de menor porte requerem maior quantidade de alimento por unidade de peso vivo, e grandes ruminantes necessitam de aumento da taxa de ruminação para que seja atingido suas funções de manutenção (VAN SOEST, 1994).

A ruminação gera a quebra física dos alimentos e associa a adição de grandes volumes de saliva, tendo seu tempo de processo determinado pelo tamanho e o tipo das fibras ingeridas na dieta, se iniciando em 30 a 90 minutos após a ingestão do alimento, podendo se estender por até 7 horas diárias (RADOSTITS et al., 2002).

Dentre os microrganismos encontrados no rúmen estão os protozoários flagelados e ciliados, as bactérias (maioria anaeróbias) que principais fontes de proteína para os protozoários, além de sintetizarem vitaminas do complexo B e K, e aminoácidos.

(ANDRIGUETTO et al., 2002). No Quadro 3 é possível observar os principais microrganismos ruminais e suas funções.

Quadro 3. Microrganismos ruminais e suas principais funções.

<u>MICROORGANISMOS DO RÚMEN</u>	<u>ACÃO</u>	<u>EXEMPLOS</u>
Protozoários flagelados	Digestão de celulose e hemicelulose	<i>Monocermonas bovis</i> , <i>M. ruminantium</i> , <i>Tetratrichomonas nominis</i> , <i>Pentatrichomonas nominis</i>
Protozoários ciliados	Fermentadores de açúcares	<i>Isotrichia intestinalis</i> , <i>I. prostroma</i> , <i>Dasytrichia ruminantium</i> , <i>Blepharocorys bovis</i> , <i>Charon equi</i> , <i>C. ventriculi</i>
	Digestores de celulose	<i>Metadinium sp</i>
	Digestores de amido	<i>Entodinium sp</i> , <i>Epidinium sp</i> , <i>Ophryoscolex sp</i>
Bactérias	celulolíticas	<i>Ruminococcus flavefaciens</i> , <i>Butiriovibrio fibrisolvans</i>
	Aminolíticas	<i>Streptococcus bovis</i> , <i>Selenomonas ruminantium</i>
	Hemicelulolíticas	<i>Ruminococcus albus</i>
	Glicolíticas	<i>Lactobacillus lactis</i>
	Acidófilas	<i>Veillonella alcalescens</i>
	Metanogênicas	<i>Methanobacterium ruminantium</i>
	Proteolíticas	<i>Bacillus licheniformis</i>
	Ureolíticas	<i>Aerobacter aeruginosa</i> , <i>Enterococcus faecium</i>
	Digestoras de biureto	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Digestoras de lipídios	<i>Anaerovibrio lipolítica</i>	

(Fonte: adaptado ANDRIGUETTO et al., 2002).

A estrutura ruminal favorece uma retenção menos seletiva do bolo alimentar e maior passagem de proteínas e carboidratos para o trato digestivo inferior. Partículas alimentares maiores são regurgitadas e retornam ao rúmen para sofrer um processo de fermentação lenta (20 a 50 h), formando produtos da glicose que são utilizados para o crescimento microbiano e os ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), que

segundo Van Soest (1994) e Díaz e colaboradores (2009), são utilizados como fonte energética para o animal, além do dióxido de carbono e metano (a perda de carbono sob a forma desse gás influencia no desempenho do animal, afetando a produção de leite e carne), que são expelidos para o ambiente através da eructação (MORALES et al., 2011; MADIGAN et al., 2016).

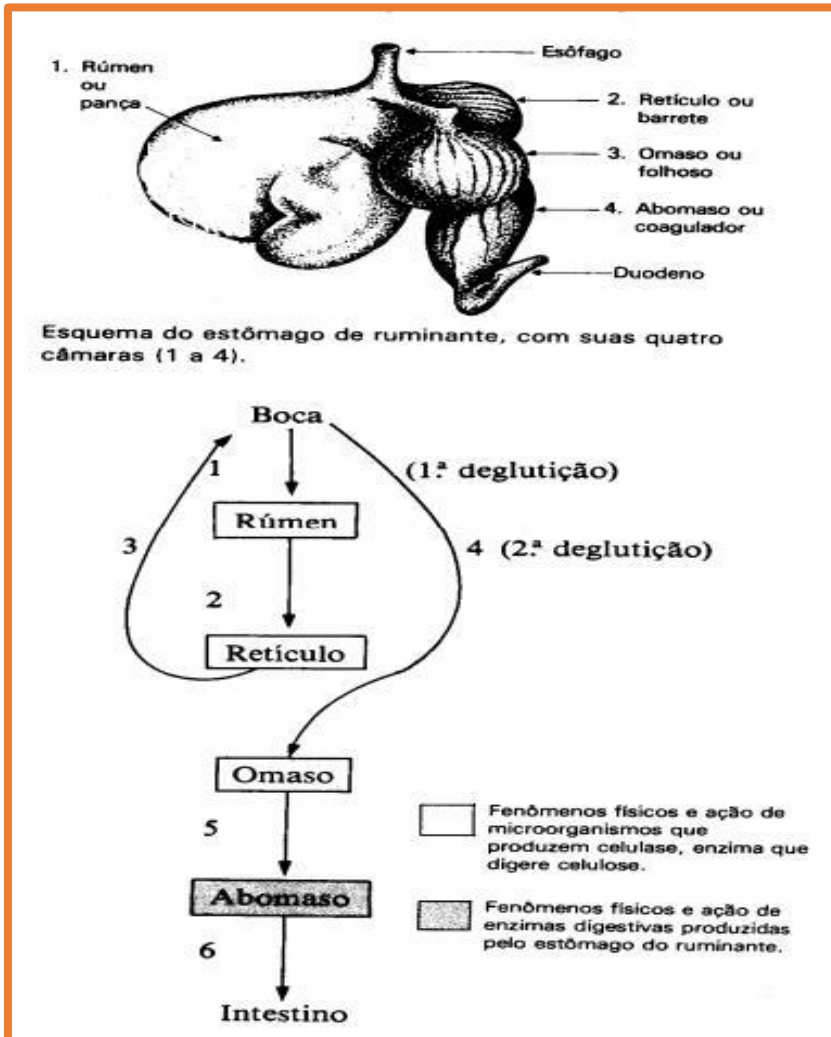
Dentre os quatro compartimentos, o retículo é o menor e o mais cranial (entre a sexta e sétima ou oitava costela), possui um formato piriforme, com parede interna composta por dobras que aparentam um favo de mel. Esse representa uma interseção de caminhos que separa as partículas de acordo com seus tamanhos direcionando-as aos compartimentos corretos, sendo as maiores para o rúmen e as menores para o omaso (GETTY, 2006; MORALES et al., 2011). O rúmen e o retículo formam, o átrio do estômago (vestíbulo com forma de domo) onde termina o esôfago, e juntos retém 86% dos alimentos ingeridos (GETTY, 2006).

Apesar da ausência da enzima amilase salivar, o processo de insalivação para os ruminantes é fundamental, pois sua saliva tem a função de umidificar, transportar os alimentos, e possui ação tamponante, devido às altas concentrações de bicarbonato e fosfato, criando uma solução alcalina tamponada que é essencial para neutralizar os ácidos formados pela fermentação ruminal. Além disso, se produzida em grande quantidade, pode servir como fonte de nutrientes (ureia e minerais) para os microrganismos do rúmen (ANDRIGUETTO et al., 2002; CUNNINGHAM, 2004).

A fibra da dieta influencia a musculatura do retículo-rúmen, levando ao aumento de volume destes, e os AGV estimulam o desenvolvimento estrutural da mucosa ruminal, sendo eles os principais responsáveis pelo desenvolvimento papilar dos pré-estômagos, onde o butirato é o mais eficaz, seguido pelo propionato e acetato. Animais que não ingerem fibras desenvolvem papilas ruminiais anormais, que levam a má absorção dos nutrientes (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007a).

A motilidade ruminoreticular gera a estratificação do conteúdo ruminal, e faz com que as partículas sejam reduzidas para que possam passar pelo orifício reticulo-omasal (RADOSTITS et al., 2002). Na Figura 2 está esquematizado os compartimentos que formam o estômago multicavitário dos ruminantes.

Figura 2. Estômago multicavitário e processo de digestão em ruminantes.



(Fonte: Apostila fisiologia part.4 - IFSC/USP, 2010).

O processo de fermentação é controlado em parte pelo animal, que irá selecionar o alimento, acrescentar saliva (tampão), além de promover uma contínua agitação e mistura do bolo alimentar por meio das contrações específicas dos pré-estômagos (rúmen e reticulo), permitindo assim, um fluxo constante de alimentos parcialmente digerido para o abomaso, favorecendo a digestão propriamente dita (RADOSTITS et al., 2002).

O omaso possui formato elipsoide, é menor que os compartimentos anteriores, e está visivelmente separado dos outros compartimentos, tendo seu eixo maior quase vertical e sua capacidade de 6 a 7% do total gástrico. É também conhecido como folhoso, por apresentar em seu interior aproximadamente 100 lâminas ou folhas que trituram e retiram a água da digestão (grande parte da absorção de água), reciclam os minerais (sódio e fósforo, que retornam ao rúmen pela saliva) e não realiza o processo de fermentação (ANDRIGUETTO et al., 2002; GETTY, 2006; MORALES et al., 2011).

Também conhecido como “estômago verdadeiro” ou coagulador, o abomaso tem o formato de um saco alongado e se situa principalmente no abdômen, tendo uma extremidade cranial cega (fundo), estando em sua maior proporção no lado esquerdo do plano mediano e por meio do piloro se une ao duodeno. O abomaso e o omaso estão diretamente ligados entre si através de tecido conjuntivo (GETTY, 2006).

A partir do abomaso o processo de digestão ocorre semelhante ao que ocorre no estômago dos monogástricos, pois possui glândulas que secretam ácido clorídrico (HCl), pepsina e grande quantidade de renina em animais jovens (MORALES et al., 2011). O conteúdo ruminal tem uma passagem lenta e contínua, onde ocorre o início da digestão de carboidratos (que não foram fermentados no rúmen) proteínas e gorduras, oriundas dos alimentos e dos microrganismos que morreram no rúmen, pois as lizoenzimas dos ruminantes diferem dos monogástricos devido a sua resistência à pepsina gástrica (ANDRIGUETTO et al., 2002; SANTOS, 2008; TOLEDO; HERMOSILLA, 2008; MORALES et al., 2011).

Os ruminantes de grande porte (bubalinos e bovinos), apresentam uma taxa de passagem muito mais lenta do que os de pequeno porte (caprinos e ovinos), favorecendo assim, maior taxa de fermentação ou degradação da forragem ingerida (ARCURI; MONTOVANI, 2006). Esses animais possuem grande eficiência digestiva para obtenção da energia necessária para os processos fisiológicos, levando ao conseqüente aumento na produção de carne, leite, couro e lã, que são de interesse humano (SALMAN et al., 2010).

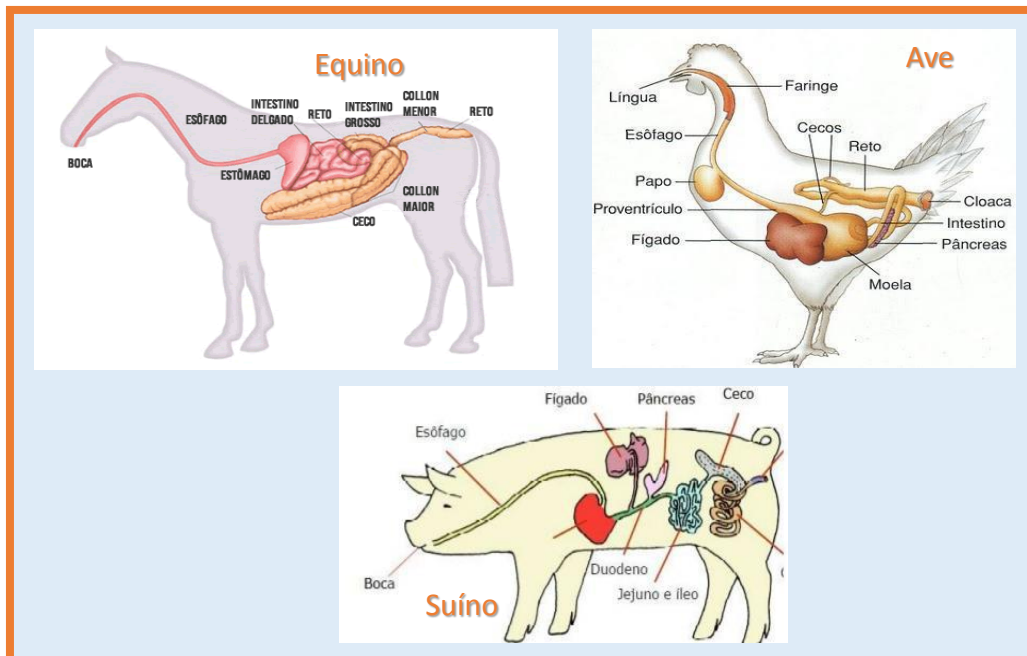
4.2.2 Anatomia e fisiologia digestiva dos monogástricos

Os mamíferos herbívoros monogástricos apresentam estratégias semelhantes a dos ruminantes para a digestão da celulose, porém com adaptações anatômicas, tendo o local de fermentação na região pós-gástrica, pois todos necessitam de uma microbiota no intestino grosso (ceco) para que ocorra a digestão dos carboidratos estruturais das forrageiras, como os equinos (VAN SOEST, 1994; MADIGAN et al., 2016).

Os fermentadores de intestino podem ser divididos em fermentadores cecais e fermentadores de cólon (possuem pequena capacidade de fermentação cecal), que possuem a composição microbiana semelhante a dos ruminantes, e produzem AGV (MORGADO; GALZERANO, 2009. Até o nascimento, o trato intestinal é estéril, porém em algumas horas de nascido, este é colonizado por bactérias das espécies *Lactobacillus* sp, *Escherichia coli*, *Clostridium* sp, *Peptostreptococcus* sp e *Fusobacterium*

necropharum, localizadas na porção terminal do intestino delgado e grosso (QUINN et al., 2005). Na Figura 3 é possível observar as câmaras fermentativas dos principais monogástricos utilizados na produção animal.

Figura 3. Anatomia e fisiologia do aparelho digestivo de monogástricos.



(Fonte: adaptado JÚNIOR ARQUIMEDES; CECHIN, 2011; PARANÁ, 2012; PÚBLIO, 2015).

Os carboidratos fibrosos são digeridos pelos microrganismos intestinais simbiotes, havendo diferença no potencial de aproveitamento do alimento em relação aos ruminantes, pois há perdas pela não formação de proteínas e vitaminas pelos microrganismos (VAN SOEST, 1994; MORGADO; GALZERANO, 2009).

Assim como em ruminantes, a capacidade de digerir carboidratos celulósicos, em monogástricos, está relacionada ao tamanho corporal do indivíduo, sendo que os animais pequenos possuem necessidade energética maior que os animais maiores (MORGADO; GALZERANO, 2009), pois a capacidade intestinal está relacionada ao peso vivo do animal (VAN SOEST, 1994).

O trato digestivo posterior possui composição físico-química constante, e a microbiota que os compõem é nutrida por polissacarídeos não digeridos, mucopolissacarídeos, mucinas, enzimas e as células epiteliais. A relação entre a capacidade do trato digestivo e massa fermentável é isométrica, no qual o aumento do peso vivo independe do local de fermentação (pré- ou pós-gástrica) (ARCURI; MONTOVANI, 2006).

Os animais monogástricos, possuem reduzida capacidade de armazenamento de alimentos, com isso, necessitam de alimentação contínua, a taxa de passagem no TGI é relativamente rápida, logo, os nutrientes necessitam estar prontamente disponíveis, para seu aproveitamento. Além disso, sua capacidade de digerir materiais fibrosos é baixa, pois a microbiota presente é bem reduzida e sua síntese gastrintestinal também é reduzida, sendo necessário que todos os nutrientes exigidos estejam presentes na dieta (BERTECHINI, 2004).

A digestão no intestino grosso de herbívoros monogástricos é de extrema importância, pois é neste local que ocorrem os processos fermentativos onde os microrganismos celulóticos hidrolisam os carboidratos vegetais (DÍAZ et al., 2009). Nesse grupo de animais, a capacidade de absorção dos produtos hidrolisados, principalmente as proteínas, é muito menor que nos poligástricos, devido ao tamanho do local fermentativo, a localização do mesmo (pós-gástrica), e o ineficiente sistema de absorção, no qual somente pequenas quantidades de aminoácidos são absorvidas no ceco, pois a microbiota morta é eliminada do organismo junto com as fezes, porque no intestino grosso não ocorre absorção proteica (DÍAZ et al., 2009; MADIGAN et al., 2016).

Os equinos são herbívoros monogástricos que ingerem o alimento em porções pequenas de maneira frequente, por 12 a 18 horas diariamente, em períodos de 2 a 3 horas, que são alternados com períodos de descanso, locomoção e atividades sociais. Seu estômago é pequeno, quando comparado aos poligástricos (aproximadamente 15 litros, 9% do total do TGI), preparado para receber pequenas quantidades de alimentos de maneira contínua e esvaziar-se de 6-8 vezes por dia (SANTOS, 1997; FEITOSA, 2008; DÍAZ et al., 2009; FELTRE et al., 2014).

Nesses animais, a digestão ocorre primeiramente como nos monogástricos (digestão enzimática de os carboidratos não-estruturais) em seu intestino delgado, e em seguida, como nos ruminantes, onde o ceco e o cólon (70% do total do TGI) são os locais de fermentação do ácido láctico (AGV) e das fibras (microbiota semelhante à do rúmen), transformando-as em energia metabolizável (AGV), aminoácidos, amônia, gás metano e dióxido de carbono (SANTOS, 1997; ANDRIGUETTO et al., 2002; VICTOR;ASSEF; PAULINO, 2007; FEITOSA, 2008; DÍAZ et al., 2009; FELTRE et al., 2014).

A absorção dos AGV na região ceco-cólon é feita diretamente por meio das paredes destes órgãos, e é semelhante ao que ocorre no rúmen, havendo hidrogenação dos ácidos (forma não ionizada) e produção de bicarbonato (membrana lumiar), fazendo o tamponamento do ambiente (VAN SOEST, 1994; DÍAZ et al., 2009). Em equinos e

suínos, essa absorção é sob a forma de ácidos graxos livres, e a absorção de acetato e propionato se dá de maneira mais rápida no rúmen que no ceco.

Para os equinos, a fibra é extremamente importante para o bom funcionamento dos intestinos, pois aumenta o peristaltismo e previne distúrbios digestivos como as cólicas (MORGADO; GALZERANO, 2009), e por não possuírem vesícula biliar e a cárdia permanecer hermeticamente fechada, não ocorre retorno de alimentos e gases pelo TGI, sendo assim impossível a ocorrência de vômitos e eructação (SANTOS, 1997; FEITOSA, 2008).

Em onívoros, como os suínos, a fibra não possui grande importância para alimentação, tendo em vista que eles não possuem grandes áreas do TGI especializadas para a fermentação, logo, isso reflete em tolerância mais limitada em relação a ingestão da fibra ou menor digestibilidade, se a quantidade não for reduzida (VAN SOEST, 1994).

A velocidade de passagem pelo trato gastrointestinal determina o tempo que os alimentos estão expostos à ação das enzimas digestivas, refletindo nos mecanismos de absorção dos nutrientes pela mucosa, sendo que esta taxa aumenta significativamente nos primeiros dias de vida, decrescendo em 30% (4 a 10 dias de vida) principalmente no duodeno, embora o consumo de alimento aumente em até 3 vezes (TAVERNARI; MENDES, 2009).

Os suínos são monogástricos que possuem o TGI relativamente pequeno e com baixa capacidade de armazenamento e grande eficiência para digestão de alimentos e uso dos produtos da digestão, sendo necessário o fornecimento de dietas concentradas e balanceadas (ZARDO; LIMA, 1999). Em adultos, a capacidade de digerir no ceco ou cólon é de até 30%, e aproveitam os ácidos graxos de maneira mais eficiente que as aves (BERTECHINI, 2004).

O sistema digestivo das aves se encontra anatomicamente completo após a eclosão, porém sua capacidade funcional não é plena, sendo necessária a maturação do intestino, acarretando em mudanças morfofisiológicas que proporcionam aumento na área de superfície de digestão e de absorção, no qual em adultos a capacidade de digerir no ceco ou cólon é de até 25 % (principalmente no ceco) (BERTECHINI, 2004; TAVERNARI; MENDES, 2009).

Além disso, difere fisiologicamente dos mamíferos, uma vez que apresentam estruturas como o inglúvio (papo), estômago glandular (pró-ventrículo) e mecânico (moela ou ventrículo) e a cloaca. A boca é formada por um bico, que varia de formato de acordo com o hábito de forrageamento (ANDRIGUETTO et al., 2002) e seu paladar e o

olfato são menos desenvolvidos que os dos mamíferos (reduzido número de receptores químicos) (GETTY, 2006).

Os suínos e aves, são monogástricos que possuem o estômago semelhante em relação a capacidade de armazenamento de alimento e digestão enzimática de proteínas, pois ambos produzem proteases digestivas (pepsina, tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases) capazes de digerir proteínas em grau elevado, todavia, uma parte desta proteína é excretada nas fezes após a digestão. E a digestão de carboidratos é quase nula (pH ácido) ou ocorre uma insignificante fermentação pela ação de *Lactobacillus* sp (BERTECHINI, 2004; SILVA et al., 2014).

Nas aves, o bolo alimentar passa por uma digestão mecânica (moela), antes de seguir para o intestino delgado, onde ocorrerá a digestão final de carboidratos, lipídeos e proteínas, com maior absorção de nutrientes (ZARDO; LIMA, 1999). Já o intestino grosso (ceco, cólon e reto) tem a função primária de excreção de resíduos alimentares, absorção de grande volume de água e eletrólitos, e fermentação de resíduos não aproveitados no intestino delgado pela microbiota anaeróbica ali presente. (BERTECHINI, 2004).

O processo de colonização por microrganismos, nas aves, se inicia na moela (*Lactobacilos* spp., *Streptococos* spp. e *Enterobacteriaceas* spp.), seguida do trato gastrintestinal, e a passagem do alimento favorece o desenvolvimento de enterócitos nas criptas, para que seja atingida a maturidade para digestão e absorção de carboidratos e demais nutrientes (TAVERNARI; MENDES, 2009).

As aves e os suínos não mastigam o alimento diretamente na boca, uma vez que as aves possuem um papo ou inglúvio (divertículo que umidifica e amolece o alimento) e um estômago mecânico (moela) que tritura o alimento. Já os suínos possuem em sua saliva a amilase salivar, que faz com que inicie a quebra do amido ainda na boca (BERTECHINI, 2004).

O olfato e o paladar das aves são pouco desenvolvidos, não possuem amilase salivar na saliva (exceto ganso), seu esôfago na porção terminal apresenta uma dilatação que funciona como reservatório de alimentos (inglúvio ou papo) (ANDRIGUETTO et al., 2002). O estômago é dividido em dois compartimentos separados, glandular (ventrículo) e muscular (moela), sendo o primeiro localizado na porção mais anterior do TGI, com aspecto fusiforme, que realiza a digestão química (KLASING, 1998; DYCE et al., 2004). Já o segundo compartimento se adere à porção caudal e possui formato arredondado, sendo responsável pelas contrações rítmicas que homogeneizam, maceram (junto com a

areia e os *grits* minerais ingeridos) e projetam o alimento para região seguinte (tamanho de 15 a 40 μm) (SOUSA et al., 2015).

Nas aves há a presença de dois cecos que se originam na porção de junção do intestino delgado e grosso, são saculações que têm a função de reabsorção hídrica, síntese de vitaminas e fermentação bacteriana de celulose (ANDRIGUETTO et al., 2002). A cloaca está localizada no final TGI e divide-se em três porções: coprodeu (que recebe as fezes do intestino); urodeu (recebe as excretas dos rins e ductos genitais) e proctodeu, (armazena as excretas) (SOUSA, 2014).

4.3 ASPECTOS GERAIS DA NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO

Os animais não são capazes de utilizar diretamente os nutrientes e a energia dos alimentos, eles necessitam realizar o processo de digestão no trato gastrointestinal, de modo que haja redução em nível molecular ou um estado de solubilidade para obterem os nutrientes necessários para atender suas energéticas necessidades de manutenção e produção (FERREIRA, 1994; MORALES et al., 2011); e através da nutrição, do manejo alimentar e da água, essas necessidades básicas dos animais devem ser atendidas afim de assegurar o aporte adequado dos nutrientes de forma quantitativa e qualitativa, para a manutenção e desenvolvimento normais. (SANTOS, 1997; ANDRIGUETTO et al., 2002; EMBRAPA, 2003).

A alimentação corresponde a uma parte significativa (60-80%) do custo total de produção, com isso, ocorre a busca pelo uso de alimentos mais eficientes e de menor valor econômico na alimentação animal como a fibra, pois os protéicos são os de custo mais elevado, devido à concorrência com a alimentação humana (ANDRIGUETTO et al., 2002; PORTUGAL, 2002; CASTRO JÚNIOR et al., 2005; SALMAN et al., 2010).

Na nutrição animal todos os ingredientes são importantes, mesmo que requeridos em pequenas quantidades, e devem ser escolhidos de maneira que forneçam os nutrientes necessários de forma equilibrada, sendo palatáveis e de baixo valor econômico, de maneira que seja alcançado o máximo potencial produtivo e reprodutivo do animal (HOFFMAN et al., 2001; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

O valor nutritivo do alimento está relacionado à sua composição química e ao percentual de aproveitamento dos nutrientes presentes nele, sendo levado em conta principalmente a energia, a proteína e os aminoácidos essenciais, que são avaliados em

termos quantitativos (VAN SOEST, 1994; ANDRIGUETTO et al., 2002; OLIVEIRA, ZANINE; SANTOS, 2007b).

A energia total dos alimentos é dada pela quantidade de calor produzido através da oxidação completa desses, todavia, ela não é totalmente aproveitada pelo animal, devido a existência de perdas durante o metabolismo. (ZARDO; LIMA, 1999)

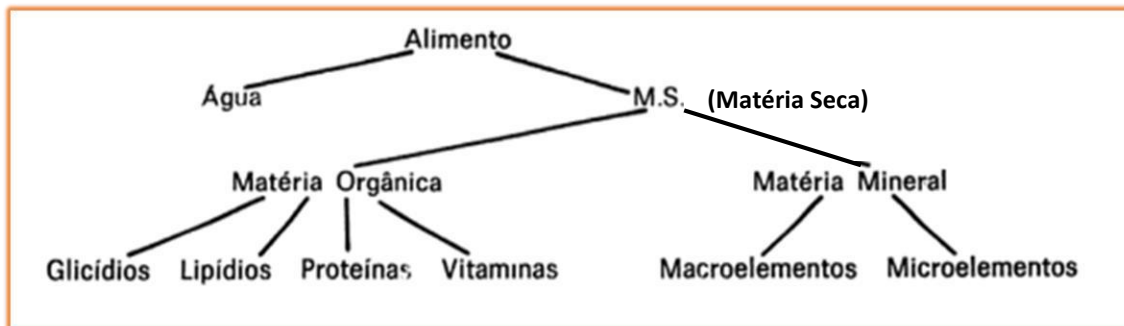
As exigências nutricionais são definidas pelas quantidades mínimas de nutrientes que devem ser fornecidos na dieta dos animais afim de atender suas necessidades de manutenção e produção, e são avaliadas com base na quantidade de consumo dos alimentos, que varia de acordo com a espécie animal, potencial genético, idade, sexo, tamanho, estado fisiológico e finalidades produtivas, sendo necessário realizar o balanceamento protéico e energético, ajustando os aminoácidos essenciais, além dos minerais, tendo em vista que parte do que é consumido é digerido e absorvido e a outra parte é eliminado em forma de excreta (ZARDO; LIMA, 1999; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007; MORALES et al., 2011, GALLARDO et al., 2014).

Informações sobre as exigências nutricionais dos animais e o valor nutritivo dos alimentos são fornecidos por tabelas, como as do *National Research Council* (NRC) e as Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos, que visam aumentar a produtividade, melhorar o desempenho e promover utilização mais eficientemente dos alimentos tradicionais e alternativos, através da adequação das exigências nutricionais evitando os excessos, que serão eliminados sem aproveitamento, gerando prejuízo econômico e ambiental (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007; FERRO et al., 2014).

Para a formulação de uma dieta balanceada, é necessário a combinação adequada de ingredientes, estando estes em quantidade e disponibilidade suficientes, de acordo com as exigências e a fase produtiva do animal (EMBRAPA, 2003; LOPES, 2011). As rações para todas as categorias animais devem ser palatáveis e nutritivas, além de serem frescas e seu fornecimento pode ser realizado várias vezes ao dia ou à vontade (*ad libitum*), sendo que as rações peletizadas, são mais digestíveis do que as fareladas (XAVIER et al., 2013).

De acordo com Andriguetto e colaboradores (2002), os alimentos são definidos como substâncias consumidas por indivíduos, que contém nutrientes capazes de assegurar o regular ciclo de vida e sobrevivência da espécie. Eles são basicamente constituídos de água e matéria seca, que pode ser orgânica e/ou mineral, conforme Figura 4:

Figura 4. Composição dos alimentos utilizados na nutrição animal.



(Fonte: adaptado ANDRIGUETO et al., 2002).

Segundo as análises químico-bromatológicas, os alimentos podem ser classificados em volumosos, concentrados, proteicos, vitaminas e minerais (SALMAN et al., 2010). Nos sistemas intensivos de criação, são utilizados alimentos de elevada concentração nutritiva visando maior conversão alimentar pelo animal (PORTUGAL, 2002).

A produção animal está diretamente relacionada com a nutrição, e depende basicamente das exigências nutricionais, composição e digestibilidade dos alimentos, e da quantidade de nutrientes que o animal ingere. Dentre esses fatores, o mais importante é a ingestão de matéria seca, pois determina a performance do animal, devido a ser o primeiro ponto determinante da ingestão de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e de produção de produtos de interesse para o homem (MACEDO JUNIOR et al., 2007).

O consumo de alimento é regulado pelo tipo de alimento fornecido (fibra, densidade energética, volume), pelas variações do animal (peso, nível de produção e estado fisiológico) e pelas condições de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação) (MACEDO JÚNIOR et al., 2007). O animal consome o alimento necessário para manter o nível de energia constante e o determinante de sua saciedade será a densidade calórica da ração (VAN SOEST, 1994).

As matérias-primas utilizadas na alimentação animal são categorizadas como grãos de cereais; sementes de leguminosas; sementes ou frutos de oleaginosas; tubérculos e raízes; outras sementes e frutos; forragens e algas; produtos lácteos; produtos de origem animal (exceto para ruminantes); minerais; onde cada um desses grupo inclui ainda os seus subprodutos e derivados (BARBOSA, 2015).

Os principais nutrientes requeridos pelos animais para seu desenvolvimento e manutenção são as proteínas, carboidratos, lipídios, vitaminas, minerais e água

(NUTRICIÓN ANIMAL, 2016). Os carboidratos, as proteínas e os lipídios são os maiores fornecedores de energia para o organismo do animal, sendo atribuído os valores energéticos médios por grama de matéria seca de 4 calorias (cal), 4 cal e 9 cal respectivamente (MAIHARA et al., 2006).

Alimentos energéticos são aqueles que apresentam em sua composição mais de 90% de elementos básicos fornecedores de energia (açúcares, gorduras, óleos, amido), e são considerados com alto teor de fibra quando ela se encontra presente em teor acima de 6%. Para a maioria das fases dos animais de produção, são combinados alimentos energéticos com proteína, para assim reduzir os custos da ração (EMBRAPA, 2003). A deficiência nutricional nos animais promove a quebra da harmonia do metabolismo, podendo gerar perdas nutricionais de até 30% para o organismo (ANDRIGUETTO et al., 2002).

A água é essencial para a vida de todos os animais, pois ela regula a temperatura corporal, auxilia na digestão e ajuda a lubrificar as articulações (MORALES et al., 2011; XAVIER et al., 2013). Seu teor corporal é cerca de 65 a 85% do peso corporal do animal ao nascimento e 45 e 60% na idade adulta, podendo variar pouco entre as espécies, dependendo da idade e das variações de peso corporal. O requisito mínimo de água para qualquer espécie animal é bem maior que dos demais nutrientes, e é obtido pela soma das perdas corporais (urina, fezes, evaporação, respiração), associadas às perdas na reprodução (leite, ovos, parição), e as do crescimento; tendo como fontes de suprimento a água de bebida e dos alimentos (FERREIRA, 1994; LOPES et al., 2013; OIE, 2014b).

A privação de água para as aves é mais grave que a de energia, proteínas e outros nutrientes, pois o animal consegue sobreviver com a perda de praticamente toda gordura corporal, metade das suas proteínas orgânicas e aproximadamente 40% do seu peso, no entanto, se perder 10% de água, podem morrer por complicações metabólicas e fisiológicas (LOPES, 2011).

Os grãos de cereais são altamente energéticos, onde a energia é encontrada sob a forma de amido, ricos em vitaminas do complexo B e possuem alto teor do mineral fósforo, porém são deficientes em lisina, vitaminas A e D, e o mineral cálcio, sendo a aveia a que possui valor energético mais baixo, menos digestível e mais rico em gordura, no entanto o mais equilibrado em aminoácidos. Já o milho, possui elevado valor energético, porém possui poucos aminoácidos, sendo deficiente em lisina e triptofano (BARBOSA, 2015).

Na alimentação de aves produtoras de carne e ovos visa-se o objetivo econômico da conversão de alimentos pelos animais em alimentos para uso humano, tendo em vista que representa um custo de 60 -70% da produção (ANDRIGUETTO et al.; 2002, RUTZ et al., 2013), a qual se baseia apenas em fornecer fontes ricas de energia, pois as aves necessitam também de proteínas, vitaminas e minerais para o seu bom desempenho, devendo sempre ser respeitado a relação energia/proteína de acordo as fases de crescimento, onde os níveis de energia aumentam e os níveis de proteína decrescem com o avanço da idade (LOPES, 2011). O estímulo para o consumo de ração por poedeiras pode ser aumentado com a adição de ácido linoleico, proteína, metionina e/ou aminoácidos sulfurados na dieta (RUTZ et al., 2013).

As rações de ruminantes são compostas de volumosos (pastagens e forrageiras) e concentrados, devendo ser balanceadas afim de atender às exigências orgânicas dos animais com intuito de maximizar o potencial de fermentação ruminal. Para maiores taxas de ganho de peso, é necessária maior concentração energética (carboidratos não estruturais), que correspondem a 70-80% da matéria seca, podendo o restante ser completado com proteínas, lipídios e minerais, para que assim o animal possa atingir eficiência produtiva de 45% (CARDOSO, 1996; SILVA et al., 2006; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

As exigências nutricionais de bovinos leiteiros são mais elevadas que dos de corte; sendo o conteúdo energético, protéico, mineral e vitamínico da dieta, os fatores determinantes para a produção de leite, o crescimento, o índice de conversão, o rendimento reprodutivo e a condição corporal, além de o último mês de gestação requerer uma nutrição diferencial, principalmente no equilíbrio energético, na fibra alimentar e nos micronutrientes, visando a redução de doenças antes e depois do parto, além da perda da condição corporal (MACEDO JÚNIOR et al. 2007.; OIE, 2014b).

O consumo voluntário de alimentos pelos ruminantes é influenciado pelas características físico-químicas dos alimentos, levando a limitação física (distensão do retículo-rúmen) causando a redução na ingesta e levando a redução na produtividade; sendo mais comum em animais mais pesados, pois estes consomem maior quantidade de matéria seca devido suas exigências serem maiores (VAN SOEST, 1994; MACEDO JÚNIOR et al., 2007; SIQUEIRA, 2007).

Em criações de aves e suínos, os principais nutrientes são as proteínas e os carboidratos, sendo os farelos de milho e soja os principais alimentos utilizados, que também suprem alguns aminoácidos (CASTRO JR. et al., 2005; SAKOMURA;

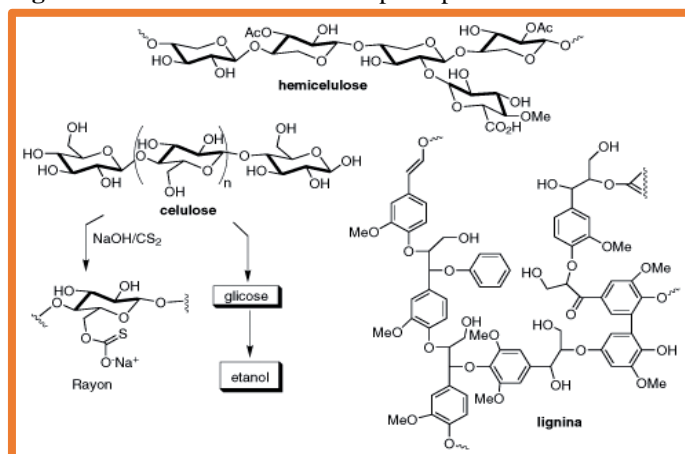
ROSTAGNO, 2007; BRITO et al., 2008; LOPES, 2011; GONÇALVES et al., 2013; GALLARDO, et al., 2014), podendo ser substituído por polissacarídeos não amiláceos ou fibras, e dependendo de suas concentrações, podem diminuir o desempenho do animal, alterando a digestibilidade, a difusão e o transporte dos nutrientes, pois as aves e suínos jovens não produzem as enzimas digestivas necessárias para a degradação de fibras (BRITO et al., 2008).

Todo o excesso de carboidratos e proteínas no organismo animal é convertido a lipídio para ser estocado em forma de gordura visceral e/ou subcutânea (ANDRIGUETTO et al., 2002; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

4.3.1 Carboidratos

Os carboidratos (glicídios) são as biomoléculas mais abundantes da matéria orgânica, eles representam entre 70 e 80% da composição das rações, estando presentes em todos os vegetais; são considerados como principais fontes de energia para os animais, além de auxiliarem na síntese de lipídios e aminoácidos, síntese de proteína microbiana e serem facilitadores do trânsito digestivo promovendo a saúde animal (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002; MORALES et al., 2011; SILVA et al., 2014). Na Figura 5 são apresentadas as estruturas moleculares de alguns carboidratos.

Figura 5. Estrutura molecular dos principais carboidratos utilizados na alimentação animal.



(Fonte: FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009).

A digestibilidade de carboidratos pelos animais não é a mais eficiente, e, quando comparados às proteínas e gorduras, eles fornecem menos energia para o metabolismo, e a fibra solúvel pode reduzir a energia do alimento, prejudicando a utilização dos outros

nutrientes (lipídeos, proteínas, vitaminas, minerais) pois aumenta a viscosidade do conteúdo intestinal (FERREIRA, 1994; BRITO et al., 2008).

De acordo com sua constituição, os carboidratos podem ser divididos em estruturais (parede celular - fibrosos) e não estruturais (conteúdo celular – não fibrosos) (MORGADO et al., 2009; SILVA et al., 2014), sendo os estruturais mais elevados em gramíneas do que em leguminosas, onde o caule apresenta os maiores teores. (MORGADO; GALZERANO, 2008).

Os carboidratos utilizados na alimentação animal são de fontes vegetais, no entanto, a lignina não é um carboidrato verdadeiro, não sendo convertida pelo sistema digestivo dos animais, nem mesmo dos ruminantes (inibe o desenvolvimento da microbiota), e suas principais fontes são as palhas, cascas de cereais e plantas velhas (ANDRIGUETTO et al., 2002).

O carboidrato é fermentado e gera AGV, que são utilizados como fonte de energia (até 70%) para o crescimento e manutenção do animal (VAN SOEST, 1994; OLIVEIRA, ZANINE; SANTOS, 2007). A fase de bezerras é a mais crítica devido a limitações enzimáticas e à ausência de síntese microbiana, fazendo com que suas exigências dietéticas sejam mais complexas quanto aos aminoácidos e vitaminas, pois não utilizam as fontes proteicas e energéticas com grande eficiência. O leite é essencial para o crescimento saudável até 4-6 semanas de idade e após esse período, é importante que seja fornecida ração (à base de fibras e pequena porção de concentrado) para assim promover o desenvolvimento do rúmen e reduzir os comportamentos orais anormais (LIMA et al. 2013; OIE, 2014b). Os adultos em confinamento recebem dietas compostas de volumosos, concentrados e suplementos (LIMA et al., 2013).

4.3.1.1 Fibras

A fibra é a fração indigerível ou de lenta digestão da dieta responsável por ocupar maior volume no trato gastrointestinal. Os carboidratos não fibrosos são quase que completamente digeridos pela maioria dos animais (exceto hemicelulose e celulose) e o amido é o principal deles (HOFFMAN et al., 2001; MORGADO; GALZERANO, 2009; GALLARDO, et al, 2014). A adição de fibra à dieta reduz a digestão de amido, e aumenta a velocidade do trânsito gastrointestinal levando a menor tempo de ação das enzimas digestivas (FERREIRA, 1994). Em animais de alto padrão zootécnico, principalmente

em fase de terminação, o amido e a pectina (alta digestibilidade e valor energético) são inseridos na dieta em substituição à fibra (SILVA, et al., 2014).

Pode-se classificar a fibra em solúvel e insolúvel de acordo com os diversos efeitos metabólicos e fisiológicos que elas exercem no organismo animal (VAN SOEST, 1994; CARNEIRO, SILVA; FARIA, 2014; GOULART et al., 2016). As fibras solúveis (cevada, aveia, trigo, centeio e farelo de arroz) promovem efeito benéfico à saúde intestinal, pois são fermentadas pela microbiota gerando nutrientes e inibindo o desenvolvimento de bactérias patogênicas por exclusão competitiva (prebiótico), além de reduzir o colesterol em monogástricos. Já a fibra insolúvel aumenta o volume do bolo alimentar, diluindo os nutrientes e acelerando o trânsito gastrintestinal (BRITO et al., 2008; MORGADO; GALZERANO, 2009; GOULART et al., 2016; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

São considerados fatores antinutricionais as substâncias que podem interferir na digestão dos alimentos pelos animais (taninos, ligninas, saponinas, mimosina - sintetizados pelas plantas para sua própria proteção contra predadores), podendo inibir o crescimento da microbiota devido sua toxicidade, além de afetar a saúde e reprodução, podendo levar à morte quando ingeridos em níveis elevados (OLIVEIRA; ZANINE; SANTOS, 2007a; FERRO et al., 2014).

Estes fatores estão ligados à fibra solúvel, que alteram a viscosidade do conteúdo gástrico, dificultando a difusão dos nutrientes e enzimas digestivas, devido à grande absorção de água. Já a fibra insolúvel, se consumida em grandes quantidades, diminui a digestibilidade dos nutrientes devido à redução no tempo do trânsito digestivo (CARNEIRO; SILVA; FARIA., 2014).

Os herbívoros monogástricos aproveitam melhor a hemicelulose que a celulose, (mais sensível à ação dos ácidos gástricos) ocorrendo fermentação microbiana no intestino grosso, afim de produzir substâncias nutritivas para os animais (NUTRICIÓN ANIMAL, 2016); já para os ruminantes a eficiência digestiva da hemicelulose é semelhante à da celulose (HOFFMAN et al., 2001; FERREIRA, 1994; MORGADO; GALZERANO, 2009)

Os alimentos volumosos são aqueles com baixo valor energético e elevado teor de fibra bruta e água (ANDRIGUETTO et al., 2002; LIMA et al., 2013; XAVIER et al., 2013); já os concentrados possuem baixa concentração de fibra bruta, além de conterem gorduras em sua composição (ANDRIGUETTO et al., 2002; LIMA et al., 2013). No

Quadro 4, observa-se a composição dos principais alimentos utilizados na nutrição animal.

Quadro 4. Tipos de alimentos utilizados em nutrição animal.

<u>TIPO DE ALIMENTO</u>	<u>TEOR DE FIBRA BRUTA</u>	<u>TEOR DE UMIDADE</u>	<u>TEOR DE PROTEÍNA BRUTA</u>	<u>EXEMPLOS</u>
Fibroso (baixo teor de energia)	> 18% Matéria seca	< 12% (secos)	-----	Fenos, cascas de sementes e palhas de cereais
		> 12% (úmidos)	-----	Capins verdes, silagens, cana-de-açúcar, raízes e tubérculos
Concentrado (alto teor de energia)	< 18% Matéria seca	-----	> 20% (protéicos)	Farelo de algodão e soja
		-----	< 20% (energéticos)	Milho, sorgo, raiz de mandioca, farelo de arroz

(Fonte: adaptado SALMAN et al., 2010; BARBOSA, 2015).

A qualidade dos alimentos volumosos (forragens) é determinada pela natureza e concentração dos carboidratos estruturais da parede celular, podendo corresponder de 30 a 80% da constituição. Com isso, o valor nutritivo das forrageiras será determinado pelo conteúdo de fibra, pela digestibilidade (quantidade de parede celular), além do grau de lignificação, que aumenta à medida que o vegetal envelhece (MACEDO JÚNIOR et al., 2007; MORGADO; GALZERANO, 2009).

Os mamíferos herbívoros necessitam consumir uma quantidade maior de alimentos volumosos, devido ao seu baixo valor nutritivo, além da baixa digestibilidade pelas enzimas endógenas, sendo necessária uma simbiose com microrganismos especializados, localizados no trato gastrointestinal (ANDRIGUETTO et al., 2002; DYCE et al., 2004).

Na nutrição de monogástricos, a alimentação representa 75% do custo total da produção, tendo os grãos como principais componentes das dietas, devido seu alto valor energético (conteúdo de amido), ainda que possuam uma fração de carboidratos estruturais resistentes à hidrólise no trato gastrointestinal (TAVERNARI et al., 2008).

A dificuldade na digestão da fibra (principalmente solúvel), reduz a

digestibilidade dos nutrientes (lipídeos, proteínas, vitaminas, minerais), podendo inferir diretamente na redução do crescimento e eficiência da conversão alimentar, no entanto proporcionando uma carcaça mais magra (CASTRO JR. et al., 2005; BRITO et al., 2008).

A ingestão de carboidratos não estruturais em quantidades elevadas pode gerar distúrbios digestivos, pois não sofrem hidrólise no intestino delgado, passando diretamente para o intestino grosso, ocorrendo uma rápida fermentação além da produção de gases e ácido lático em excesso, reduzindo o pH luminal (MORGADO; GALZERANO, 2009).

A eficiência da utilização da fibra pelos herbívoros depende da composição da dieta (carboidratos estruturais e não estruturais), da taxa de fermentação e da taxa de passagem no trato digestório (compartimentos fermentadores), tendo os equinos uma eficiência digestiva de fibras com 60 a 70% da eficiência da digestão dos ruminantes, pois apresentam uma taxa de passagem gastrointestinal mais rápida, reduzindo o tempo de exposição do alimento à ação da microbiota do intestino grosso. (HOFFMAN et al., 2001; MORGADO; GALZERANO, 2009).

As fibras são fontes energéticas que são utilizadas como substitutas na dieta base dos suínos pois são mais economicamente viáveis (CASTRO JR. et al., 2005; CHAMONE et al., 2010; XAVIER et al., 2013), e estas fibras sofrerão fermentação no intestino grosso para a produção dos AGV, dependendo da frequência de consumo, presença de fatores antinutricionais e do nível na dieta. Para animais jovens não são recomendadas fibras de baixa digestibilidade e o teor não deve ultrapassar 6-12%, pois o excesso acarreta perdas na eficiência digestiva e pode alterar a composição corporal, reduzindo o teor de gordura na carcaça (VAN SOEST, 1994; EMBRAPA, 2003).

Esses animais são mais hábeis em digerir hemicelulose (leguminosas) e pectina do que celulose, por meio de fermentação formando AGV, podendo contribuir em mais de 30% da energia requerida para sua manutenção (VAN SOEST, 1994; CASTRO JR. et al., 2005; XAVIER et al.; 2013).

Assim como os suínos, os equinos também digerem principalmente os carboidratos não-estruturais (amido, maltose e sacarose) no intestino delgado, e os carboidratos estruturais mais complexos são digeridos principalmente no intestino grosso (ceco-cólon), pela população de microrganismos que realiza o aproveitamento da parede celular para obtenção de energia (MORGADO et al., 2009). As fibras de tamanho muito reduzido ou volumoso excessivamente picado (menos de 2 cm), podem ser deglutidas inteiras e gerar parada do trânsito gastrointestinal (HILLEBRANT; DITTRICH, 2015).

A atividade atlética é a principal função realizada pelo equino, logo, suas exigências energéticas variam de acordo com a intensidade do trabalho (leve 25%, médio 50% e intenso 100% acima das necessidades de manutenção), e essa fração energética é fornecida pelo amido, grãos de cereais (carboidrato solúvel), sementes de leguminosas, celulose dos volumosos (pasto, feno, gramíneas e palhas) e porção fibrosa dos cereais (SANTOS, 1997; HOFFMAN et al., 2001; BARBOSA, 2015).

É recomendado um aporte mínimo de fibra de 1,5 a 3% do peso vivo em matéria seca, e 2 a 2,5 % em feno de gramíneas, a fim de promover o normal funcionamento do trato gastrointestinal, manutenção da microbiota simbiótica do intestino grosso, evitando o surgimento de microrganismos patogênicos. Além disso, a fibra proporciona efeito psicológico da saciedade (produção de β -endorfinas), prevenindo vícios de comportamento, sendo os animais em fase de crescimento, em trabalho e fêmeas lactantes, os que possuem as maiores necessidades quando comparados àqueles em manutenção (HOFFMAN et al., 2001; MORGADO; GALZERANO, 2009; FELTRE et al., 2014; HILLEBRANT; DITTRICH, 2015).

Os equinos possuem o metabolismo digestivo mais eficiente para carboidratos hidrolisáveis que para carboidratos fermentáveis, pois a digestão de carboidratos solúveis e proteínas ocorrerem antes do intestino grosso (MORGADO; GALZERANO, 2008), no entanto, o excesso pode comprometer a eficiência digestiva (intestino delgado) chegando diretamente no intestino grosso (ceco-cólon) para fermentação, influenciando negativamente a microbiota causando desordens metabólicas e digestivas (MORGADO; GALZERANO, 2008; MORGADO et al., 2009).

Ruminantes domésticos possuem vantagem nutricional em relação aos outros animais de produção, pois são capazes de utilizar grandes quantidades de fibras e convertê-las em produtos de elevado valor biológico assimiláveis pelo homem como a carne, o leite e a lã (FEITOSA, 2008; RANGEL et al., 2008). Cerca de 70 a 85 % da matéria seca da ração é digerida pela microbiota do rúmen, que degrada os carboidratos estruturais lentamente, convertendo-os à AGV e ácidos metabólicos e também realizam atividade proteolítica (FORTALEZA et al., 2009).

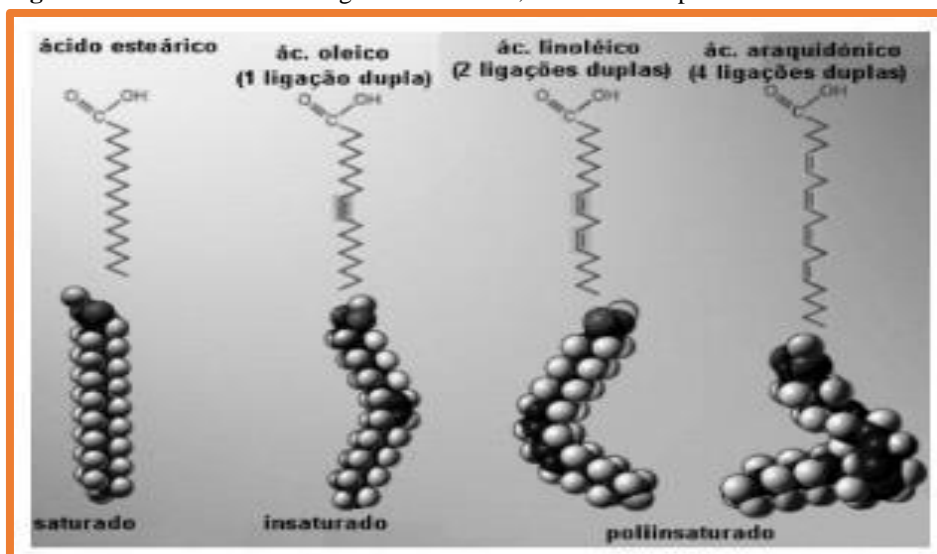
A fibra é de grande importância para os ruminantes, e sua deficiência ou insuficiência diminuem o pH ruminal, reduzindo a eficiência de conversão da microbiota (diminuição na porcentagem de gordura do leite), além de afetar a motilidade ruminal e a produção de saliva. Já as quantidades excessivas de carboidratos de rápida fermentação promovem o aumento dos AGV, excedendo a capacidade tamponante do bicarbonato,

gerando distúrbios metabólicos que acarretam na perda de eficiência e produção dos animais, e o excesso é eliminado em forma de gordura fecal, causando prejuízos econômicos aos produtores. A mistura de grãos de fermentação rápida (trigo, cevada) com os de fermentação mais demorada (milho, sorgo) otimizam o processo de fermentação do amido no rúmen, reduzindo a incidência de acidose (VAN SOEST, 1994; MACEDO JÚNIOR et al., 2007; VAN CLEEF et al., 2009).

4.3.2 Lipídios

Os lipídios são substâncias insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, sendo compostos principalmente pelos ácidos graxos, glicerol, mono, di e triglicerídeos e fosfolipídios (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016). São responsáveis pelas funções bioquímicas e fisiológicas do organismo animal, além de serem essenciais para a formação de esteroides, vitaminas e triglicerídeos para o desempenho e para a conversão alimentar. Devido a seu elevado valor energético, os lipídios podem fornecer 2,25 vezes mais energia e calor que os carboidratos e proteínas, constituindo uma forma de armazenamento e fonte de energia (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002; MORALES et al., 2011; VERUSSA, 2015). Na Figura 6 são apresentadas as estruturas químicas de lipídios (ácidos graxos).

Figura 6. Estrutura dos ácidos graxos saturados, insaturados e poliinsaturados.



(Fonte: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

Ao contrário dos carnívoros, os lipídios nas dietas para herbívoros são normalmente utilizados para suplementar animais de alto índice produtivo, como os equinos atletas e bovinos leiteiros, além de serem fontes de ácidos graxos essenciais para aves (ANDRIGUETO et al., 2002). Dietas com baixo teor de lipídios pode levar à degeneração de tecidos, carência grave de vitaminas lipossolúveis, sintomas dermatológicos, emagrecimento, alopecia e raquitismo (MORALES et al., 2011; VERUSSA, 2015).

Os triacilgliceróis são os lipídeos mais abundantes (90% do total) presentes nos alimentos utilizados para nutrição animal; sua adição na dieta promove melhor palatabilidade, reduz a poeira e perdas de alimento, além de resultar no incremento de depósitos de gordura corporal, aumento no teor de gordura do leite, melhor conversão alimentar (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002).

Em dietas de frangos, o uso de lipídios na dieta promove o aumento na ingestão de alimentos, melhorando o índice produtivo e elevando o nível energético (até 33,2%), no entanto, não deve ser utilizado para animais jovens, pois eles não são capazes de realizar a digestão de gorduras nos primeiros dias de vida (ausência de enzimas digestivas) e elas não serão aproveitadas e ainda promoverão oxidação, tornando as vitaminas lipossolúveis indisponíveis (ANDRIGUETTO et al., 2002; GONÇALVES et al., 2013). Em equinos a gordura também pode ser utilizada como fonte de energia, porém não deve ultrapassar 20% da dieta. (SANTOS, 1997).

Para suínos, os lipídios são utilizados como incremento energético (5-10%) para reduzir principalmente a mortalidade de leitões durante a fase de lactação, e em dietas de adultos, com proteína balanceada, ocorre melhora na palatabilidade e no ganho de peso, além de redução na exigência energética (ANDRIGUETTO et al., 2002; XAVIER et al., 2013). Utiliza-se como principais fontes as gorduras de origem animal (banha e sebo) e óleos vegetais (coco, palma, algodão, milho e soja), sendo que óleos vegetais possuem maior insaturação de ácidos graxos (maior digestibilidade), devendo os essenciais (linoleico, linolênico) serem fornecidos na dieta animal, tendo em vista que eles não são sintetizados de forma endógena no organismo (ZARDO; LIMA, 1999; VERUSSA, 2015).

O fornecimento de lipídeos na dieta é principalmente sob a forma esterificada em forragens e como triglicerídeos em alimentos concentrados, podendo ser adicionado cerca de 3 a 5 % na dieta para aumentar a energia em animais de alta produção (em excesso interferem diretamente no metabolismo da microbiota ruminal, dificultando a eliminação

dos gases formados na fermentação) e/ou reduzir o consumo de amido, favorecendo assim o aumento da relação forragem/concentrado reduzindo a incidência de distúrbios de fermentação ruminal (acima de 7% ocorre inibição), provocados pelo excesso de carboidratos rapidamente fermentáveis (ANDRIGUETTO et al., 2002; OLIVEIRA, ZANINE; SANTOS, 2007b; CARNEIRO, SILVA; FARIA, 2014).

4.3.3 Aminoácidos e Proteínas

Os aminoácidos são compostos orgânicos formados a partir da hidrólise das proteínas, que possuem grande importância fisiológica, pois são utilizados na síntese das substâncias proteicas ou de outros aminoácidos, podendo ainda ser fonte energética (20 – 40% de energia), quando presentes em excesso; sendo assim, animais em fase de crescimento necessitam desse nutriente para o desenvolvimento de sua musculatura (proteína corporal), além do desenvolvimento de órgãos e para o bom funcionamento do sistema imunológico (CHRISTENSEN, 1993; ZARDO; LIMA, 1999; GALLARDO et al., 2014). Na Figura 7 é representada a estrutura química geral dos aminoácidos.

Figura 7. Estrutura geral dos aminoácidos.



(Fonte: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

A classificação dos aminoácidos em essenciais, não essenciais e limitantes é baseada no metabolismo, espécie, estado fisiológico e nível de produção do animal. (BATTERHAM, 1992).

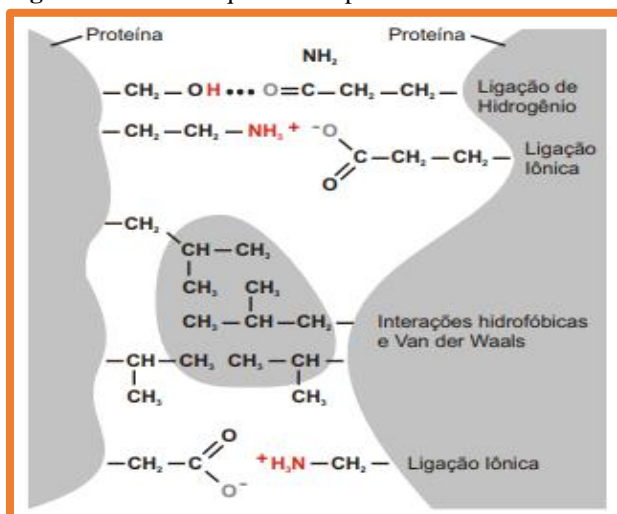
Os aminoácidos limitantes são aqueles que não suprem as demandas metabólicas do animal e não podem ser sintetizados a partir de outros, afetando o potencial de crescimento ou produtivo do animal, sendo a lisina e a metionina os primeiros aminoácidos limitantes, devido a sua baixa concentração na maioria das proteínas alimentares e sua susceptibilidade à reação de Maillard (BATTERHAM, 1992; GALLARDO et al., 2014). Um mesmo aminoácido pode ser considerado essencial e não essencial para determinado grupo de animais, dependendo de suas condições fisiológicas (CHRISTENSEN, 1993; GALLARDO et al., 2014).

O equilíbrio dinâmico do metabolismo pode ser prejudicado pelo excesso e pela falta de aminoácidos nas dietas, assim como pelo teor de proteína. A deficiência de um único aminoácido essencial, impede a síntese proteica, favorecendo a desaminação dos demais aminoácidos, levando ao consumo de energia desnecessário (CHRISTENSEN, 1993). A carência de aminoácidos pode levar a redução no desempenho do animal ou potencializar o catabolismo de outros aminoácidos, fazendo com que haja maior excreção de nitrogênio (GALLARDO et al., 2014).

Para as aves e os suínos, são considerados aminoácidos essenciais a arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano e valina. A glicina e a serina não são essenciais para as aves, entretanto, a glicina deve ser adicionada à dieta dos animais jovens, pois este aminoácido não é sintetizado por eles, e isto infere diretamente na velocidade de crescimento (BATTERHAM, 1992; CHRISTENSEN, 1993).

As proteínas são compostos orgânicos constituídos pela combinação de cadeias de aminoácidos, que de acordo com suas sequências determinam suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Têm como função a manutenção e reparo de tecidos, formação de enzimas e hormônios, proteção imunológica, transporte e armazenamento, equilíbrio ácido-base e fonte de energia (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002; MORALES et al., 2011, NUTRICIÓN ANIMAL, 2016). Diferem-se dos lipídios e carboidratos por possuir nitrogênio em sua composição (16%) e seu teor de aminoácidos é invariável (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002). Na Figura 8 é possível observar a estrutura química de proteínas.

Figura 8. Estrutura química de proteínas.



(Fonte: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

O valor protéico dos alimentos é dado em função da porcentagem de proteína bruta (PB), sua digestibilidade e sua disponibilidade para o animal, no entanto, não estabelece a composição em aminoácidos, os quais podem variar devido a distribuição dos protídeos (ZARDO; LIMA, 1999; ANDRIGUETTO et al., 2002; GALLARDO et al., 2014). As proteínas são absorvidas sob a forma de peptídeos e aminoácidos para que sejam re-sintetizadas pelo organismo na forma de proteínas novamente (NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

Os aminoácidos que compõem as proteínas podem ser essenciais (necessitam ser fornecidos) quando o organismo não produz em quantidade suficiente e não essenciais (não necessitam ser fornecidos) quando são produzidos pelo organismo em quantidade suficiente (ZARDO; LIMA, 1999; GALLARDO et al., 2014); logo, as proteínas de alto valor biológico serão aquelas que possuem os aminoácidos essenciais requeridos pelo animal, enquanto que as proteínas de baixo valor possuem quantidade reduzida de aminoácidos, alguns aminoácidos em excesso ou ainda não possuem um ou mais aminoácidos essenciais (SANTOS, 1997; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

Apesar da microbiota intestinal sintetizar proteínas de alto valor biológico (através da conversão do nitrogênio), a quantidade é insuficiente para suprir as necessidades de categorias mais exigentes como potros em crescimento, éguas na metade final da gestação, aves e suínos, influenciando diretamente na conversão alimentar, qualidade de carcaça e ganho de peso desses animais (SANTOS, 1997; GALLARDO, et al., 2014). Já em ruminantes, a microbiota é capaz de utilizar o nitrogênio das proteínas da dieta para sintetizarem suas próprias proteínas e os aminoácidos essenciais (NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

As dietas com maiores teores proteicos representam maior incremento calórico, o que leva a redução na energia líquida que poderia ser utilizada para deposição de tecido muscular e, conseqüentemente, diminui a eficiência alimentar (GALLARDO et al., 2014). As fontes naturais de proteínas estão presentes nos pastos verdes, alfafa, grãos, farinha de soja e de pescado (MORALES et al., 2011).

Para suínos, as dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (mais de 4%) têm sido amplamente utilizadas, porém é necessário uma suplementação com aminoácidos industriais, para ocorrer a otimização da utilização dos nutrientes da dieta, pois estes aminoácidos são absorvidos mais rapidamente que os que compõem os alimentos, promovendo redução na taxa e eficiência de crescimento, mesmo que todas as necessidades de nutrientes sejam atendidas, e o excesso na adição de aminoácidos

sintéticos pode levar a deposição de gordura na carcaça (FELTRE et al., 2014; GALLARDO et al., 2014).

A exigência proteica de frangos ocorre de maneira decrescente, onde nas fases mais jovens são requisitados altos níveis (acima de 21%), e ao decorrer de seu desenvolvimento, esses valores vão se reduzindo (GONÇALVES et al., 2013). A qualidade e quantidade de proteína interfere diretamente no crescimento do animal, ganho de peso, conversão alimentar e a composição da carcaça, pois os aminoácidos em menor quantidade em relação à exigência, tornam-se limitantes e restringem o valor da proteína. Para poedeiras, altos níveis de proteína influenciam positivamente no peso dos ovos, devendo-se evitar o excesso, pois após a desaminação dos aminoácidos, o nitrogênio é excretado na forma de ácido úrico gerando gasto energético para o animal (GALLARDO et al., 2014).

A deficiência proteica na dieta dos ruminantes leva à redução na atividade da microbiota ruminal, deprimindo a digestão da celulose, levando também ao menor consumo voluntário (SIQUEIRA, 2007).

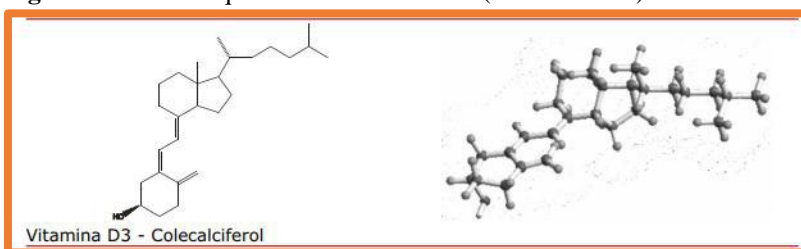
Para potros em crescimento e éguas em gestação e lactação, os subprodutos das oleaginosas são muito utilizados na alimentação pois são ótimas fontes de proteína, principalmente o bagaço de soja, que é rico em lisina e metionina, além de possuir bom equilíbrio entre os demais aminoácidos. Assim como o grão seco de triticale, que ainda possui elevado teor de proteína, sendo mais usados em concentrados que o milho; já o trigo, mesmo com elevado teor energético, deve ser evitado, pois este provoca cólicas, laminite e mioglobínúria, quando utilizado em proporção maior que 0,5 kg para cada 100 kg de peso vivo por dia (BARBOSA, 2015).

4.3.4 Vitaminas

As vitaminas são compostos orgânicos essenciais para o desenvolvimento e manutenção dos animais, sendo requeridas em pequenas quantidades e a maioria não sintetizados pelo organismo, tendo parte das suas exigências (vitaminas do complexo B) atendidas através da coprofagia ou síntese pela microbiota ruminal. Elas estão relacionadas à absorção e metabolismo dos nutrientes, não sendo fontes energéticas, nem possuindo papel estrutural, mas podendo agir como catalizadoras das reações de carboidratos, proteínas e gorduras (ZARDO; LIMA, 1999; SANTOS, 1997; ANDRIGUETTO et al., 2002; SALMAN et al., 2010; XAVIER et al., 2013;

NUTRICIÓN ANIMAL, 2016). Na Figura 9 é apresentada a estrutura química de uma vitamina.

Figura 9. Estrutura química da vitamina D3 (colecalfiferol).



(Fonte: PINHEIRO; PORTO; MENEZES, 2005).

As vitaminas que possuem funções específicas no organismo animal são divididas em hidrossolúveis (vitaminas do complexo B e C) e lipossolúveis (A, D, E, K), e várias delas estão presentes em quantidades suficientes nos ingredientes das dietas, além de algumas serem sintetizadas pela microbiota intestinal (suínos), como a vitamina K e a biotina (ANDRIGUETTO et al., 2002; XAVIER et al., 2013; MORALES et al., 2011; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016) (Quadro 5).

Quadro 5. Importância de cada vitamina para o organismo animal.

VITAMINA	FUNÇÕES BIOLÓGICAS
Vitamina A	Nutrição do globo ocular, manutenção do equilíbrio de mucosas e pele, regulação do metabolismo de carboidratos e proteínas, proteção contra doenças infecciosas
Vitamina B1	Coenzima energética, ativação da transacetolase para o metabolismo das pentoses, condução de impulsos nervosos
Vitamina B2	Produção de energia (glicogênio), antioxidante, conversão da piridoxina e ácido fólico em suas formas de coenzima, crescimento e reprodução
Vitamina B4	Metabolismo da gordura
Vitamina B5	Metabolismo de gorduras, proteínas e carboidratos, fornecimento de energia dos alimentos, síntese de hormônios, esteróis e lipídios essenciais, Metabolismo de fármacos
Vitamina B12	Formação de células sanguíneas, bainhas dos nervos e proteínas, replicação celular e criação de material genético (DNA e RNA)
Vitamina C	Resistência de tecidos ósseos e cartilagosos, antioxidante, estimulante do sistema imunológico
Vitamina D	Absorção e manutenção das concentrações de cálcio e fósforo no sangue
Vitamina E	Proteção da membrana muscular, antioxidante de gorduras no organismo, reprodução
Vitamina K	Síntese de formas biologicamente ativas de proteínas, funcionamento de proteínas envolvidas na coagulação sanguínea

(Fonte: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2012).

As principais fontes de vitaminas são os pastos e as forragens verdes, os grãos germinados, feno, óleos, farinha de peixe, cereais e frutas cítricas; os animais que se alimentam com esses elementos e ficam expostos à luz do sol, raramente apresentam sintomas de deficiência vitamínica (SANTOS, 1997; MORALES et al., 2011).

Em dietas para suínos é necessária a suplementação com as vitaminas A, D, E, K, riboflavina, niacina, ácido fólico, ácido pantotênico, colina, biotina, piridoxina, tiamina e vitamina B12. (ZARDO; LIMA, 1999; XAVIER et al., 2013). Nas aves, é necessário o fornecimento na ração, visto que a síntese microbiana ocorre no nível dos cecos, o que não propicia um ótimo aproveitamento das vitaminas (LOPES, 2011).

4.3.5 Minerais

Os minerais são compostos inorgânicos considerados nutrientes essenciais, para os mecanismos de desenvolvimento e regulação do metabolismo corporal, suas necessidades quantitativas são pequenas, porém, eles são vitais para a manutenção e produção do animal, logo, devem ser fornecidos na alimentação uma vez que o organismo não é capaz de sintetizá-los (ZARDO; LIMA, 1999; SALMAN et al., 2010).

Segundo o critério de requerimento, 13 minerais são considerados essenciais e desempenham funções corporais de extrema importância, como contração muscular, desenvolvimento de ossos, produção de leite entre outras, podendo ser divididos em macrominerais (sódio, cloro, potássio, cálcio, fósforo, enxofre e magnésio), que são requeridos em maior quantidade e geralmente respondem pelas funções estruturais, regulação da pressão osmótica e manutenção do equilíbrio ácido básico, e microminerais (iodo, ferro, zinco, cobalto, manganês e cobre) que são requeridos em menor quantidade devido seu efeito tóxico, e participam, como integrante dos sistemas enzimáticos (SANTOS, 1997; ZARDO; LIMA, 1999; SALMAN et al., 2010; MORALES et al., 2011; NUTRICIÓN ANIMAL, 2016).

Os minerais estão presentes naturalmente nos alimentos (sal comum, na farinha de ossos e de peixe, nos grãos de cereais e nas pastagens verdes) e na água de bebida dos animais, no entanto suas formas e quantidades são em proporções variáveis, podendo estar presentes em traços ou em quantidades maiores. (ANDRIGUETTO et al., 2002; MORALES et al., 2011). Seu consumo pode ser afetado pelo tipo de forragem, fertilização do solo, energia e proteína disponíveis nos alimentos, teor de minerais na água de bebida e presença de parasitas. (NUTRICIÓN ANIMAL, 2016). À medida que

submetemos os animais a uma pressão produtiva maior, esses elementos devem essencialmente, estar presentes nas dietas (PEELER, 1972).

É comum a deficiência de fósforo, devido à escassez no solo, e de cálcio, por ser encontrado na forma insolúvel no vegetal, com isso as dietas devem ser balanceadas nesses minerais, mas respeitando sempre a proporção Ca/P de 2:1 (SANTOS, 1997). Para aves poedeiras, esses minerais são essenciais, pois participam da formação dos ovos e quando associado a deficiência de vitamina D, ocorre a formação de ovos com casca fina; diferente dos outros minerais que tem suas exigências reduzidas com o avanço do tempo, o cálcio aumenta com o avanço da postura; e associado a deficiência de fósforo com vitamina D, influência na casca dos ovos (LOPES, 2011, RUTZ et al., 2013).

Já o sódio representa um nutriente importante para os frangos jovens devido sua participação nos mecanismos de absorção de nutrientes, sendo necessário que ele esteja em concentração mais elevada na dieta desses animais do que na dos adultos (GONÇALVES et al., 2013).

Para suínos, são considerados minerais essenciais o cálcio, fósforo, sódio, potássio, cloro, magnésio, ferro, enxofre, iodo, manganês, cobre, cobalto, zinco, flúor, molibdênio, selênio e cromo; dentre estes, apenas oito (Ca, P, Na, Cl, Fe, Zn, I, e Cu) são comumente deficientes e devem ser acrescentados nas dietas desses animais, priorizando seu uso racional, afim de satisfazer as necessidades dos animais (ZARDO; LIMA, 1999; XAVIER et al., 2013).

As necessidades de vitaminas e de minerais são mantidas durante toda a vida do animal. Já as proteínas e aminoácidos são avaliados de acordo com o rendimento no desempenho produtivo do animal, podendo ser reduzidos se o animal não tiver seu desempenho afetado (RUTZ et al., 2013).

4.4 ADITIVOS NUTRICIONAIS

Modificações na fisiologia natural do animal através da manipulação do metabolismo com o uso de agentes externos e internos, levam a variações na quantidade e qualidade dos produtos originados por estes animais, surgindo produtos de acordo com o que é idealizado pelo homem (PORTUGAL, 2002).

Existem várias substâncias que podem intervir na população microbiana e sua atividade, e são conhecidas como aditivos ou promotores de crescimento, que aumentarão a eficiência, baixarão os custos de produção (tornando mais competitiva) e reduzirão os

efeitos poluidores dos animais, sendo eles os compostos tampão (NaHCO_3 , CaCO_3 e MgO); antibióticos ionóforos (monensina, lasalocida); antibióticos não-ionóforos (tilosina e virginamicina); suplementos; fitogênicos; simbióticos; prebióticos e probióticos (PORTUGAL, 2002; VAN CLEEF et al., 2009).

Na nutrição animal, os aditivos são usados visando promover o bem-estar e o máximo desempenho dos animais, além de não serem prejudiciais aos animais e ao próprio homem, não deixando resíduos contaminantes nos produtos destinados ao consumo humano e nem contaminando o meio ambiente (CATALAN et al., 2012).

Os aditivos podem ser classificados de acordo com os critérios estabelecidos pelos órgãos reguladores de cada país (SALMAN et al., 2010; MORALES et al., 2011; XAVIER et al., 2013). No Brasil, o responsável é o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que por meio da Instrução Normativa nº13, de 30 de novembro de 2004, no Art. 2º, define o aditivo como:

- a) aditivo para produtos destinados à alimentação animal: substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais saudáveis ou atenda às necessidades nutricionais; (NR)

Nos Estados Unidos, o órgão regulador é a *Food and Drug Administration* (FDA), e segundo este, um aditivo é “*a substância adicionada no alimento dos animais afim de melhorar seu desempenho, não deixando resíduos nos produtos que serão consumidos por humanos, estando seu uso sob determinação de normas específicas*” (FDA, 1994).

Já a União Europeia, possui a *European Food Safety Authority* (EFSA) como órgão de regulação de alimentos, e define os aditivos como “*substâncias ou preparados dessas que são adicionados nos alimentos dos animais, podendo influenciar as características desses alimentos ou da produção animal*” (EFSA, 2009).

Segundo o Anexo II da IN nº 13/2004 (MAPA), os aditivos, no Brasil, são divididos em quatro grupos, e a fabricação, o fracionamento, a importação, a exportação, a comercialização e o uso na alimentação animal devem observar as regras dispostas nesta IN e no Decreto nº 6.296/07.

GRUPOS DE ADITIVOS

3. Aditivos nutricionais - incluem os seguintes grupos funcionais:

- a) vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares;

- b) oligoelementos ou compostos de oligoelementos;
 - c) aminoácidos, seus sais e análogos;
 - d) uréia e seus derivados.
4. Aditivos zootécnicos - incluem os seguintes grupos funcionais:
- a) digestivo: substância que facilita a digestão dos alimentos ingeridos, atuando sobre determinadas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para a alimentação animal;
 - b) equilibradores da flora: microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm um efeito positivo sobre a flora do trato digestório;
 - c) melhoradores de desempenho: substâncias definidas quimicamente que melhoram os parâmetros de produtividade, excluindo-se os antimicrobianos.
- (NR)

Os aditivos enzimáticos não possuem função nutricional direta, pois as enzimas são proteínas de alta complexidade molecular que atuam sobre substratos específicos (catalisadores), tornando os nutrientes mais disponíveis para absorção, melhorando a digestibilidade (CAMPESTRINI, SILVA; APPELT, 2005; FIALHO et al., 2008; SLOMINSKI, 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

Os aditivos nutritivos e zootécnicos, como as vitaminas, os oligoelementos e alguns estabilizadores da flora intestinal são os mais utilizados na nutrição de equinos (BARBOSA, 2015).

Quando se faz a suplementação com minerais, prefere-se o uso de fontes orgânicas, (omplexos, quelatos ou biossintetizados) em substituição a fontes inorgânicas, devido ao fato de serem mais biodisponíveis, propiciando melhor desempenho e saúde aos animais (XAVIER et al., 2013).

A suplementação com aminoácidos na ração reduz a quantidade de proteínas empregadas nas dietas, reduzindo assim, a quantidade de nitrogênio excretado, além de proporcionar redução no custo da alimentação, visto que alimentos com alto valor proteico possuem valor econômico mais elevado (FIALHO et al., 2008).

Segundo o MAPA (2004), as substâncias melhoradoras do desempenho animal podem ser classificadas em antimicrobianos (antibióticos) e anticoccidianos (ionóforos), de acordo com o princípio de seu mecanismo de ação contra os patógenos, e respeitando os critérios de eficiência econômica; rastreabilidade na ração; segurança para a saúde humana e animal; ausência de efeitos negativos sobre a qualidade da carne, leite e ovos (resíduos), e compatibilidade com a preservação ambiental (EMBRAPA, 2003).

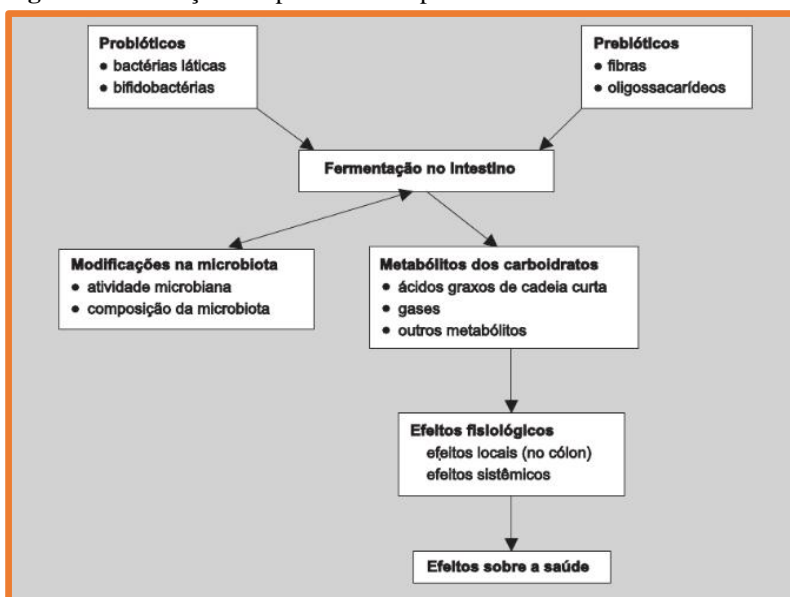
O antibiótico como promotor de crescimento para monogástricos, principalmente aves e suínos, tem o importante papel profilático de manter o tipo e número de microrganismos benéficos do trato digestório, protegendo de forma adequada a mucosa

do intestino, melhorando a digestibilidade dos alimentos e promovendo o crescimento do animal, além de manter a sanidade do rebanho quando se encontra baixa (BELLAYER, 2000; GONZALES, MELO; CAFÉ; 2012). Porém, a crescente preocupação com o surgimento de resistência bacteriana aos antibióticos para humanos e animais, mesmo que usados em concentrações mínimas inibitórias, levou a União Europeia a proibir o uso dos mesmos na alimentação animal através do regulamento CE N°. 1831/2003, Art. 5, Inciso 4: *“Os antibióticos que não sejam coccidiostáticos ou histomonostáticos, não são autorizados como aditivos para a alimentação animal”*.

Com o rigor da legislação, a tendência é que ocorra restrição ao uso de antibióticos na alimentação animal; tendo em vista esta restrição e visando reduzir as perdas na produtividade, especialmente em animais jovens ou em iminente condição de estresse, o conceito de alimentos funcionais passou a concentrar-se de maneira intensiva nos aditivos alimentares que exercem algum efeito benéfico sobre a microbiota intestinal, além dos benefícios nutricionais (ARAÚJO et al., 2007; OLIVEIRA, 2014; SANTOS et al., 2016).

Nesse cenário, surgem novas alternativas tão quanto eficientes para o melhoramento do desempenho e que não produzem efeitos colaterais residuais, sendo eles os aditivos alternativos como as enzimas exógenas e compostos fitogênicos (otimizar a digestão); probióticos, prebióticos e simbióticos (manutenção da microbiota do trato gastrointestinal) (Figura 10); ácidos orgânicos (reduzir a carga microbiana do TGI e melhorar a absorção dos enterócitos e vilosidades) e coccidiostáticos (ARAÚJO et al., 2007; OLIVEIRA, 2014; SANTOS et al., 2016).

Figura 10. Interação dos probióticos e prebióticos com a microbiota intestinal e seus efeitos sobre a saúde.



(Fonte: SAAD, 2006).

Como os probióticos e prebióticos agem diretamente sobre a microbiota do TGI, são capazes de promover efeitos que beneficiam a saúde animal, reduzindo os efeitos prejudiciais ao ambiente.

4.4.1 Probióticos

Os probióticos, segundo a Instrução Normativa 13/2004 do MAPA são: “*são cepas de micro-organismos vivos (viáveis), que agem como auxiliares na recomposição da microbiota do trato digestório dos animais, contribuindo para o seu equilíbrio (NR)*”.

É possível encontrar outras definições semelhantes para os probióticos, denominando-os como microrganismos vivos não patogênicos, que agem como auxiliares para a microbiota digestiva dos animais, reduzindo o número de patógenos indesejáveis, produzindo efeito direto e benéfico à saúde do hospedeiro (prevenção e auxílio no tratamento de doenças), devendo ser adicionados nas dietas dos animais, sendo necessário que eles permaneçam viáveis durante sua passagem pelo TGI (para ruminantes usa-se a microencapsulação) (MAGNABOSCO et al., 2010; CARNEIRO; SILVA; FARIA, 2014; SANTOS et al., 2016).

O mecanismo de ação desta substância é através das alterações provocadas pela microbiota sobre o TGI, afetando de forma significativa a produtividade e sanidade destes animais (MACEDO et al., 2008; BUSANELLO et al., 2012). Além disso, produzem substâncias antimicrobianas e levam a exclusão competitiva de patógenos por sítios de ligação na mucosa intestinal, impedindo a competição por nutrientes e modulando o sistema imune (SANTOS et al., 2016). Em ruminantes, eles alteram a microbiota do rúmen modificando os padrões de fermentação aumentando a taxa de passagem de nutrientes no intestino, a digestibilidade da dieta e melhorando o sistema imune (MAGNABOSCO et al., 2010).

Os principais microrganismos utilizados como probióticos são algumas espécies de *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* e *Propionibacterium*, além de fungos dos gêneros *Saccharomyces*, *Aspergillus orizae* (CUARÓN, 2006; BARBOSA, 2015). Esses probióticos tem apresentado efeitos positivos principalmente em frangos, bovinos, suínos e coelhos, levando ao aumento nos parâmetros de produtividade e sanidade (MAGNABOSCO et al., 2010).

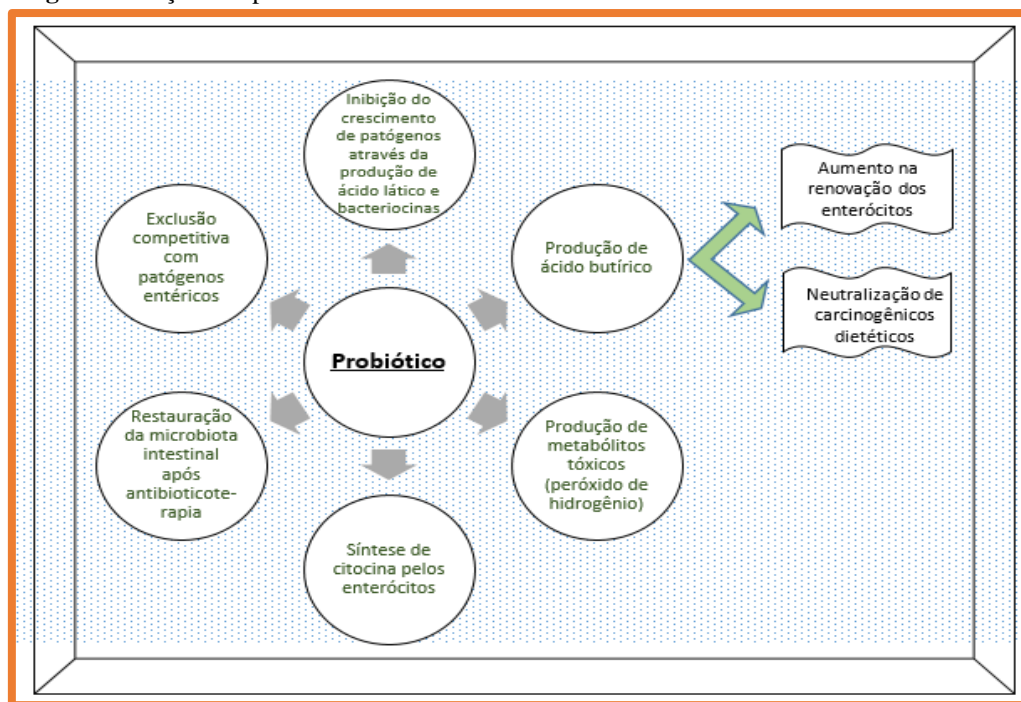
Os probióticos devem ser mantidos sob temperaturas refrigeradas, devido ao seu curto prazo de viabilidade e ação. Ao serem ingeridos com os alimentos, seguem para o

intestino e se incorporam-se à microbiota já existente, sem se fixarem, promovendo o equilíbrio da mesma, e com isso facilitando a absorção dos nutrientes (OLIVEIRA, 2014).

O comportamento do animal em resposta ao uso de probióticos é influenciado pelo tipo de probiótico, dose utilizada, idade e raça do animal, tipo de exploração, manejo, uso de antibióticos e o ambiente de criação. As respostas mais expressivas da administração de probióticos são notadas nos animais estressados, fase de crescimento, engorda e em recém-nascidos ou desmamados (ALVES et al., 2000; OLIVEIRA, 2014).

Ao protegerem o organismo da colonização por microrganismos patogênicos, os probióticos são considerados potenciadores dos sistemas de produção, pois promovem a produção de ácidos graxos de cadeias curta e média, bacteriocinas, reduzem do pH intestinal, disputam os mesmos sítios de ligação intestinais que as bactérias patogênicas e estimulação da resposta imune. Além disso, eles possuem critérios de segurança elevados afim de preservar a integridade do animal, conforme Figura 11 (GAGGIÀ; MATTARELLI; BIAVATI, 2010).

Figura 11. Ação dos probióticos.



(Fonte: adaptado KAUR; CHOPRA; SAINI, 2002).

Para aves, os probióticos agem-no princípio da exclusão competitiva prevenindo doenças intestinais, principalmente as causadas por *E. coli* e *Salmonella* sp (MACEDO et al., 2008), promovendo um efeito de barreira física (impede a colonização de bactérias nocivas); efeito biológico (ambiente com baixa tensão de oxigênio), efeito químico

(produção de ácidos orgânicos -redução do pH intestinal), efeito bioquímico (produção de bacteriocinas) e efeito nutricional (competição por nutrientes). Para recém-eclodidos (nascidos) é muito importante uma dieta com probióticos, visto que a produção de ácidos graxos voláteis e o pH intestinal não competentes para suprimir os enteropatógenos (YONEMURA et al., 2010).

4.4.2 Prebióticos

Os prebióticos são aditivos equilibradores da microbiota do TGI e segundo a Instrução Normativa 13/2004 do MAPA, são definidos como “*ingredientes que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pela microbiota do trato digestório dos animais, contribuindo para o seu equilíbrio (NR)*”.

Outras definições também podem ser encontradas para os prebióticos, como sendo componentes alimentares não digeríveis (carboidratos), favoráveis à fermentação, que beneficiam o hospedeiro, estimulando seletivamente o desenvolvimento ou ativação de populações bacterianas desejáveis TGI, podendo inibir a multiplicação de patógenos, atuando mais frequentemente no intestino grosso, embora também possa agir sobre os microrganismos do intestino delgado (SAAD, 2006; MAGNABOSCO et al., 2010; CARNEIRO; SILVA;FARIA, 2014; SANTOS et al., 2016).

O prebiótico é um ingrediente alimentar (carboidratos) não digerível na porção proximal do TGI de monogástricos (não sofrem ação enzimática), mas que promove efeito de seletividade positiva na microbiota intestinal (fermentação no cólon), promovendo seu desenvolvimento e assim beneficiando a saúde do animal, com a redução da colonização por bactérias enteropatogênicas (MAIORKA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2012; BARROSO et al., 2013).

Além de atuar no sistema imune, os prebióticos também agem sobre o sistema enzimático, promovendo o crescimento de bactérias benéficas nativas do hospedeiro (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*) que possuam a capacidade de sintetizar substâncias imunoestimulatórias que levam a modulação da resposta à produção de citocinas, a proliferação de células mononucleares, fagocitose macrofágica, a eliminação e síntese de imunoglobulinas, em especial, as IgA (PELICANO, SOUZA; SOUZA, 2002). Além disso, ele não deve ser metabolizado ou digerido durante seu trânsito pelo TGI; e deve ser capaz de modificar a microbiota intestinal induzindo o aumento do trânsito intestinal

e o número de evacuações beneficiando o desempenho do hospedeiro (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

O interesse no uso de prebióticos na alimentação humana e animal tem crescido recentemente, buscando melhoria para a saúde animal e humana, por meio do equilíbrio da microbiota intestinal, evitando a disseminação de patógenos, com o uso de recursos de baixo custo econômico e fácil utilização, sendo considerado como uma estratégia “verde”, à medida que reduz a contaminação ambiental com os dejetos animais (GAGGIÀ; MATTARELLI; BIAVATI, 2010).

As principais fontes de prebióticos são os carboidratos (fibras solúveis ou não), os peptídeos, as proteínas, os álcoois de açúcares e os oligossacarídeos. Nem todo carboidrato insolúvel é considerado prebiótico, uma vez que pode servir também como fonte de nutrientes para bactérias patogênicas. Os oligossacarídeos que agem diretamente no trato digestório são os mais utilizados (FOS, fruto-oligossacarídeos; GOS, galacto-oligossacarídeos; e MOS, mananoligossacarídeos), pois impedem o estabelecimento dos microrganismos patogênicos, além de promover melhorias na morfologia intestinal, com aumento na área de absorção e diminuição da renovação das células epiteliais (NICOLI; VIEIRA, 2000). Entre os prebióticos, os mais utilizados são a glicose, frutose, galactose, manose, ribose, xilose, inulina, frutoligossacarídeos e arabinose (CUARÓN, 2006, BARBOSA, 2015).

Existe uma hipótese de que oligossacarídeos, como a estaquiiose, a galactana e os mananos, atuam diretamente sobre *E. coli* e *Salmonella* sp, impedindo a proliferação destas populações patogênicas no sistema digestivo, uma vez que suas glicoproteínas se ligam aos oligossacarídeos exógenos, e não se aderem a mucosa intestinal (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

Na nutrição de aves, os prebióticos mais utilizados são os oligossacarídeos, principalmente os MOS, os FOS e os GOS, os quais não sofrem hidrólise pelas enzimas digestivas. Estes compostos são geralmente extraídos da parede celular de vegetais, mas também podem ser extraídos através de processos fermentativos da sacarose e do amido pelas enzimas bacterianas (SILVA, 2010).

Os MOS foram os primeiros prebióticos utilizados na nutrição de aves, e são formados por derivados da parede celular de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (polissacarídeos mananos e glucanos). Eles possuem grande afinidade de ligação à bactérias patogênicas gram negativas com fímbrias do tipo 1, pois eles têm a capacidade de se assemelharem aos sítios de ligação dos enterócitos reduzindo a fixação desses

patógenos e com isso, facilitando a sua expulsão juntamente com as excretas. A parede celular integral de *Saccharomyces cerevisiae* ao ser comparada com antimicrobianos melhoradores de desempenho (antibióticos e quimioterápicos), ela se mostra capaz de melhorar os índices produtivos e proporcionar benefícios ao trato intestinal, mantendo o desempenho e a saúde dos frangos (BARROSO et al., 2013).

A inulina, oligofrutose e os FOS são carboidratos funcionais quimicamente similares, com as mesmas propriedades nutricionais de estimular o sistema imune e reduzir os níveis de patógenos (SILVA, 2010).

O FOS age sobre as bifidobactérias, as quais possuem especificidade fermentativa devido a presença da enzima β -frutosidase (inulinases), e ao realizar a fermentação acidifica o pH intestinal, fazendo com que ocorra a inibição do crescimento de microrganismos patogênicos. A lactulose, também sofre fermentação pelas bifidobactérias, além dos lactobacilos, formando ácidos graxos produzidos que promovem efeitos sistêmicos e luminiais benéficos (SILVA; NORNBORG, 2003).

Os prébióticos podem exercer diversas funções no TGI animal, como pode ser observado no Quadro 6.

Quadro 6. Prebióticos e suas principais funções no TGI.

<u>Prebióticos e suas funções no Trato Gastro Intestinal (TGI)</u>	
Efeitos sobre o TGI superior	Resistência à digestão
	Esvaziamento gástrico retardado
	Aumento do tempo do trânsito oro-cecal
	Reduzida absorção de glicose e baixo índice glicêmico
	Hiperplasia do epitélio do intestino delgado
	Estimulação da secreção de peptídeos intestinais hormonais
Efeitos sobre o TGI inferior	Atuação como alimento para a microbiota do cólon
	Atuação como substrato para fermentação
	Produtos finais da fermentação (principalmente AGCC)
	Estimulação da fermentação sacarolítica
	Acidificação do conteúdo do cólon H
	Hiperplasia do epitélio do cólon
	Estimulação da secreção de peptídeos hormonais do cólon
	Efeito no volume da produção fezes
	Regularização na produção de fezes (frequência e consistência)
	Aceleração do trânsito ceco-anal

(Fonte: Adaptado GAGGIA; MATTARELLI; BIAVATI, 2010).

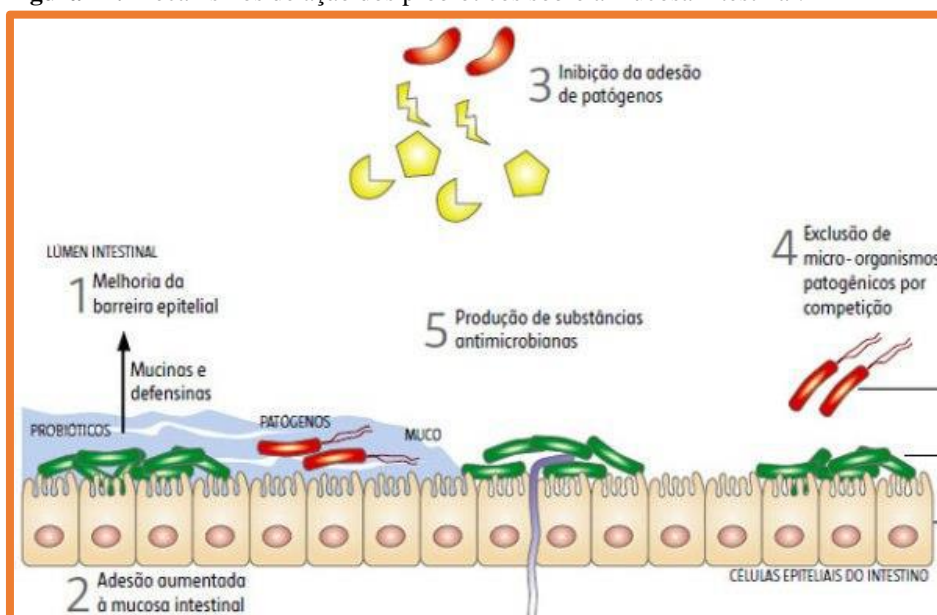
O uso de prebióticos na alimentação animal pode atuar como modulador intestinal contribuindo para a fixação de bactérias (bifidobactérias e lactobacilos) que exercem efeitos benéficos sobre o animal (GAGGIÀ; MATTARELLI; BIAVATI, 2010).

4.4.3 Simbióticos

A associação entre probióticos e prebióticos formando um único produto também está sendo muito utilizada na alimentação animal, e estes compostos são conhecidos como simbióticos, favorecendo os animais a melhor aproveitamento dos suplementos dietéticos pela microbiota no TGI, uma vez que estimulam o crescimento e metabolismo da mesma, o que podem trazer ganhos zootécnicos e econômicos para a produção (CARAMORI JÚNIOR et al., 2008).

Os simbióticos favorecem o organismo dos animais, de maneira que o ambiente intestinal adquire característica favoráveis para a estimulação do crescimento de bactérias não patogênicas no TGI, através do processo de exclusão competitiva, onde os prebióticos se ligam às fimbrias das bactérias patogênicas, conduzindo-as junto ao bolo fecal, além de promoverem uma estimulação seletiva para o crescimento e a ativação do metabolismo das bactérias benéficas juntamente com os probióticos facilitando assim, a nutrição dos enterócitos, proporcionando um melhor equilíbrio e saúde intestinal (LIMA, 2004). O mecanismo de ação sobre o epitélio intestinal pode ser observado na Figura 12.

Figura 12. Mecanismos de ação dos probióticos sobre a mucosa intestinal.



(Fonte: CUNHA, 2016).

Nessa combinação, os microrganismos probióticos têm sua capacidade de ação potencializada, através da utilização dos prebióticos como fonte de substrato para a realização da fermentação, além de aumentar seu índice de sobrevivência durante a passagem pelo TGI, tornando-se mais estáveis para agirem em seus sítios específicos (YONEMURA et al., 2010; OLIVEIRA, 2014). Uma combinação adequada e usual de simbiótico é o uso em conjunto de bifidobactérias e frutoligossacarídeos (MOROTI et al. 2009). Os benefícios do uso dos simbióticos podem ser observados na Figura 13.

Figura 13. Benefícios do uso de simbiotes.



(Fonte: Tradução USAMI et al., 2011).

Alguns aditivos estão sendo proibidos em muitos países, como no caso dos antibióticos, devido à preocupação com a saúde humana, pelo fato de que o uso destes aditivos na alimentação animal pode contribuir para a formação de populações de bactérias resistentes (MAGALHÃES, 2007). Por isso, o uso de aditivos alternativos vem ganhando espaço na nutrição animal (MORAIS et al. 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RUMINANTES

5.1.1 Probióticos

Jones e Megarrity (1986), assim como Alisson, Hammond e Jones (1990), realizaram o processo de manipulação da fermentação ruminal, de cabras, através da suplementação com a forrageira tropical *Leucaena leucocephala*, a qual não eram adaptadas, e da inoculação da bactéria probiótica *Synergistes jonesii*, onde, esta bactéria, após se estabelecer no rúmen, promoveu o efeito de desintoxicação nos animais, através da inativação do composto DHP (3-hidroxi-4(H)-piridona - oriundo do aminoácido não protéico mimosina, presente na forrageira), o qual promove efeitos gastrogênicos negativos naqueles não adaptados à forrageira.

Outros agentes como os extratos e culturas vivas de *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae*, também são utilizados como manipuladores ruminais em bovinos; sendo que, em testes realizados com bovinos leiteiros, a suplementação com *A. oryzae* promoveu melhores efeitos no início da lactação do que no meio ou no fim, além disso, ocorreu maior produção de leite quando a suplementação com o probiótico foi associada a uma dieta com maior teor de concentrado (grãos) que volumoso (forrageiras) (DENIGAN, 1991; FULLER, 1992).

No experimento de Nocek e colaboradores (2003) realizado com vacas leiteiras nos períodos de 20 dias pré-parto a 70 dias pós-parto, sendo estas suplementadas com probiótico a base de *Enterococcus faecium* e leveduras *S. cerevisiae*, foram observados aumentos no consumo de matéria seca, na produção de leite e no teor de proteína do leite.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, Magalhães e colaboradores (2008), e Martins e colaboradores (2012) ao suplementarem bovinos com culturas de leveduras de *S. cerevisiae*, observaram que o uso deste probiótico também promoveu o aumento na ingestão de matéria seca (melhor digestão da fibra), na produção de leite e alterava a composição do leite (redução de células somáticas e aumento no teor de proteína) de vacas leiteiras, principalmente daquelas que possuíam maior capacidade genética produtiva. Em ambos os experimentos, foi observado que fatores como a fase do ciclo de lactação, o tipo de forrageira fornecida, a estratégia de alimentação e a proporção de volumoso/concentrado podem interferir no mecanismo de ação dos probióticos.

Em estudo realizado com vacas leiteiras ordenadas de acordo com a data de parição e a produção de leite, foram distribuídas em 2 grupos de maneira aleatória, em que um destes foi suplementado com probiótico a base de levedura *S. cerevisiae*, e estes animais suplementados apresentaram aumento na ingestão de matéria seca nos últimos sete dias de gestação e nos primeiros 42 dias de lactação, além de menor perda de peso corporal e menor utilização das reservas energéticas para produção de leite. Sendo observado que os resultados mais eficazes foram obtidos no período de transição e no início da lactação, onde o estresse para o animal é mais intenso (DANN et al., 2000; CHEVAUX et al., 2002 *apud* MARTINS et al., 2012).

Trabalhos realizados com vacas leiteiras suplementadas com probiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae*, observaram que estas tiveram seus índices produtivos aumentados, devido à melhor digestibilidade da fibra alimentar (degradação de fibra estrutural), redução na concentração de ácido láctico (oriundo da fermentação dos carboidratos da dieta) e estimulação do crescimento de bactérias anaeróbias (*Selenomonas ruminantium*, utilizam o lactato), reduzindo conseqüentemente a acidez ruminal. Além de reduzir uma hora no intervalo entre as refeições dos animais (também reduz a acidez do rúmen), porém estes efeitos só foram observados após uma semana de tratamento com o probiótico (NISBET; MARTIN, 1991; BACH; IGLESIAS; DEVANT, 2007).

Os probióticos à base de culturas de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* são comumente utilizados em ruminantes, e os produtos disponíveis no mercado são amplamente variáveis de acordo com a cepa utilizada, o número e viabilidade das células que os compõem. Essas cepas são capazes de estimular a digestão ruminal, prevenindo a redução do pH (abaixo de 6,0) e o aumento na concentração de lactato ruminal (ácido láctico), fazendo com que ocorra a correta degradação dos componentes da dieta, evitando aparecimento de distúrbios como a acidose clínica e subclínica (comum em animais suplementados com dietas ricas em concentrados _ grãos). Além disso, essas leveduras estimulam, de maneira seletiva, o crescimento das bactérias ruminais *Megasphaera* e *Selenomonas*, o crescimento do fungo *Neocallimastix frontalis* e alguns protozoários, alterando positivamente a composição da população bacteriana (MAGALHÃES et al., 2008; CARNEIRO; SILVA; FARIA, 2014).

Bovinos de corte que foram suplementados com leveduras probióticas *Saccharomyces cerevisiae* apresentaram melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar de 2,5%, devido a relação simbiótica entre a levedura e as bactérias fermentadoras ruminais (*Selenomonas ruminantium* e *Megasphaera elsdenii*). A

levedura fornece vitaminas do complexo B e aminoácidos para o crescimento dessas bactérias, que consomem o lactato ruminal diminuindo a concentração do mesmo, promovendo o controle do pH ruminal, reduzindo assim os índices de acidose nos animais. O uso de probiótico com *Lactobacillus* spp. e *Propionibacteria* sp também controlou do pH ruminal por meio do aumento das bactérias celulolíticas, limitando o crescimento das produtoras de lactato e melhorando a degradação da fibra alimentar (NOCEK et al., 2003; SILVA et al., 2015).

O uso de um probiótico composto pela associação de cepas de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus*, *Bifidobacterium bifidum* e *Enterococcus faecium* foi adicionado ao leite da alimentação de bezerros holandeses recém-nascidos (1 a 60 dias de idade), promovendo a redução de casos de diarreia, e no número de dias que os animais permaneciam com a doença (TIMMERMAN et al., 2005). Já Oliveira (2014), ao avaliar bezerros suplementados com probiótico a base de *Lactobacillus* e *Streptococcus*, verificou que o índice de diarreias também foi reduzido nestes animais quando comparados com um grupo controle. As leveduras atuam no desenvolvimento do rúmen de animais recém-nascidos, estabelecendo precocemente a microbiota, pois ao nascer, os bezerros têm o rúmen livre de microrganismos (CHAUCHEYRAS-DURAND; NICOLA; BACH, 2008).

A adição de probiótico composto por *Lactobacillus acidophilus* à dieta láctea de bezerros com idade entre 35 e 91 dias não promoveu efeito significativo em relação a peso vivo, ganho médio diário de peso vivo, consumo de matéria seca e conversão alimentar. No entanto, houve apresentação de resultados positivos para as mesmas variáveis em animais com idade de 92 a 119 dias. Já os bezerros suplementados com probiótico composto por *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* e *Sacharomyces cerevisiae*, apresentaram aumento de 6,2% no peso vivo ao abate, 5,6% de aumento no ganho médio de peso diário e 8,5% na conversão alimentar aos 42 dias de idade, quando submetidos a estresse ambiental; além disso, foi observada redução na incidência de diarreias e manutenção na consistência das fezes dos animais suplementados com o probiótico (ALVES et al., 2000).

De acordo com um levantamento bibliográfico realizado por Carneiro e colaboradores (2014), nas duas últimas décadas, foi observado que as doses de probióticos a base de leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, que produziram resultados positivos nos ruminantes, que variaram de 0,5 a 80g/cabeça/dia. Alguns dos estudos avaliados, mostraram que levedura *S. cerevisiae* eram capazes de estimular a produção

de propionato a partir do acetato, estimulando assim o crescimento de bactérias acetogênicas, consumidoras de hidrogênio no rúmen, evitando assim a queda no pH após a alimentação com dieta de concentrados além estimular a atividade bacteriana do rúmen.

As dietas a base de silagens contendo probióticos com cepas específicas (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*) têm promovido pequenos aumentos no consumo da matéria seca e na digestibilidade de nutrientes por meio da quebra dos açúcares residuais das fibras, proporcionando melhor utilização dos alimentos, levando ao melhor desempenho dos ruminantes; no entanto, o consumo médio de nutrientes, de modo geral, não foi afetado indicando que as dietas avaliadas foram nutricionalmente equivalentes (SILVA et al., 2006).

Os mecanismos que levam ao aumento no desempenho dos animal estão relacionados com a produção de compostos antimicrobianos (ácidos, bacteriocinas, antibióticos), além do processo de exclusão competitiva com patógenos, da produção de nutrientes que estimulam o crescimento de microrganismos benéficos ao trato digestivo, produção de enzimas, alteração no metabolismo com a detoxificação de compostos tóxicos, estimulação do sistema imune do hospedeiro e produção de nutrientes (aminoácidos, vitaminas) que levam o animal ao crescimento (CARNEIRO; SILVA; FARIA, 2014) e o aumento na digestibilidade pode ser a chave para a explicação da melhora no desempenho animal em dietas com silagens tratadas com inoculantes microbianos (MUCK, 1993).

O uso de probiótico em dietas de bovinos mostrou que depende de certa padronização nas dosagens suplementadas, no tempo de tratamento, no tipo de cepa escolhida, na dieta fornecida e na idade do animal.

No entanto, de maneira geral, ocorreu melhoria na síntese proteica, na degradação da fibra, no aumento da digestibilidade do amido e na mitigação da emissão do gás metano, na redução da proporção de energia perdida, na estabilização do pH ruminal, e no aumento no volume. Além de melhoria na qualidade do leite, com aumento no teor de gordura e redução na contagem de células somáticas, por meio da estimulação do sistema imune, com a produção de imunoglobulinas.

5.1.2 Simbióticos

A ação dos simbióticos se dá pela estabilização do meio intestinal, através do aumento do número de bactérias benéficas (produtoras de ácido lático); os prébióticos

têm a capacidade de se ligarem às bactérias patogênicas, além de estimularem o crescimento de um número limitado de microrganismos da microbiota. Somando a estas ações, os probióticos, facilitam a nutrição dos enterócitos do trato digestório, proporcionando equilíbrio e saúde no ambiente intestinal (BRITO et al., 2013).

Vacas leiteiras suplementadas com prebiótico (FOS e MOS) + probiótico com leveduras vivas (simbiótico) durante 3 semanas (tempo necessário para a colonização do rúmen e intestino delgado pelo probiótico) apresentaram aumento na ingestão de matéria seca e na produção de leite (10%), melhorando sua qualidade com redução na contagem de células somáticas (34%) e aumento no índice de gordura, refletindo positivamente no preço do mesmo para o produtor (WOHLT et al., 1998; MAGNABOSCO et al., 2010).

5.2 AVES

5.2.1 Probióticos

Ao utilizar um probiótico contendo apenas uma cepa bacteriana (*Lactobacillus sp.*) na dieta de aves, foi observado aumento no teor de carne na carcaça (rendimento de carcaça), na musculatura peitoral, asas, pernas e dorso, além da redução de gordura abdominal e dor odor característico da carne. Melhores índices de eficiência foram obtidos quando o probiótico foi administrado nos primeiros dias de vida das aves, promovendo melhor modulação imunológica no intestino dos animais, favorecendo melhores índices zootécnicos, com maior produtividade (MARUTA, 1993; OLIVEIRA et al., 2012).

Em trabalho avaliando a eficiência do uso de aditivos na dieta de frangos de corte, comparando um antibiótico (avoparcina) e um probiótico (*Enterococcus faecium*), foi observado um aumento nos valores de energia metabolizável e na digestibilidade da gordura da dieta, além de maior ganho de peso e melhor conversão alimentar com o uso do probiótico (LODDI et al., 2000).

Segundo Leandro e colaboradores (2010) e Oliveira (2014), foram avaliados os efeitos de um probiótico comercial sobre o desempenho inicial, digestibilidade dos nutrientes da ração e presença de *Salmonella enteritidis* como desafio para o sistema gastrintestinal, sendo este probiótico inoculado em ovos embrionados de frangos. Foi observado que a suplementação com probiótico gerou redução dos microrganismos *Salmonella* no ceco dos pintos eclodidos dos ovos inoculados. Com isso, o processo de

inoculação de probiótico no ovo permitiu evitar a colonização do papo e do ceco dos pintos que são desafiados após a eclosão ao patógeno *Salmonella enteritidis*, melhorando seu peso vivo aos 21 dias de idade.

Menten (2001), analisando frangos, observou que os probióticos promoviam a digestão de uma fração de celulose devido à ação do *Lactobacillus* de secretar enzimas (amilase, protease e lipase), além de promover pequena redução no pH intestinal proporcionando maior absorção dos ácidos graxos de cadeia curta. *Lactobacillus* podem ser importantes no desenvolvimento de imunocompetência em animais jovens, particularmente quando é necessária proteção contra antígenos que causam reações inflamatórias no intestino (OLIVEIRA et al., 2012).

Sen e colaboradores (2012), ao investigarem os efeitos da suplementação dietética com o probiótico *Bacillus subtilis* em frangos de corte, verificaram que houve melhorias no desempenho das aves, além da retenção de nutrientes, aumento na altura das vilosidades do duodeno e íleo, e redução no número de clostrídios no ceco. Thirabunyanon e Thongwittaya (2012), utilizaram o mesmo probiótico, porém realizaram ensaios *in vitro* com isolados bacterianos oriundos do TGI de frangos, e observaram que o *B. subtilis* não demonstrou citotoxicidade para as células intestinais dos animais, e ainda promoveu efeito redutor na fixação da *Salmonella enterica* sorovar Enteritidis sobre a superfície do epitélio intestinal e clostrídios no ceco. Já Santos e colaboradores (2013) observaram que além de apresentarem melhorias em seus desempenhos, e na retenção dos nutrientes, a altura das vilosidades no duodeno foi maior quando as aves receberam um probiótico com microbiota indefinida.

Os frangos que receberam probiótico a base de *Bifidobacterium longum*, obtiveram sua integridade intestinal melhorada, através da modulação da microbiota, com o estabelecimento de bifidobactérias e lactobacilos colonizando seu trato gastrointestinal, exercendo o efeito benéfico de exclusão competitiva com outras espécies patogênicas como *Campilobacter jejuni* (SANTINI et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2014).

Em análise histoquímica do jejuno de aves suplementadas com probiótico *Bacillus subtilis* cepa C3102, foi observada maior quantidade de sialomucinas, que possuem efeito lubrificante na mucosa intestinal, e de manter o pH mais próximo da neutralidade, promovendo a proteção dos vilos e superfícies absorptivas intestinais contra patógenos, além do aumento do número de células calciformes em toda a região do intestino delgado (ROCHA; BARROS; EVÊNCIO-NETO, 2016).

Em frangos de corte suplementados com o probiótico *Bifidobacterium longum*, foi observada redução na concentração da bactéria *Campilobacter jejuni*, porém estas continuaram presentes nos excretas das aves mesmo após 6 dias do término da suplementação com o probiótico (SANTINI et al., 2010).

Menten (2001) em seu trabalho, fez um levantamento bibliográfico sobre a eficiência dos probióticos em relação a conversão alimentar e o ganho de peso em aves de corte, quando comparadas a um grupo controle, e os resultado podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7. Eficiência dos probióticos sobre o ganho de peso e conversão alimentar.

<u>Referência pesquisada</u>	<u>Probiótico</u>	<u>Idade (dias)</u>	<u>Ganho de peso</u>	<u>Conversão alimentar</u>
			<u>% de resposta</u>	
Bertechini e Hossain (1993)	<u>L. acidophilus</u> + <u>E. faecium</u> + <u>S. cerevisiae</u> , 3×10 ⁸ /Kg	49	5,2	5,3
Franco et al. (1993)	Idem	49	2,1	-1,0
Cavalcanti	Idem	28	0,4	1,1
Henrique et al. (1998)	Idem	42	1,4	0,5
Silva (1999)	Idem	42	-1,7	-1,0
Zuanon et al. (1998)	<u>Bacillus toyoi</u> , 2,5×10 ⁸ /Kg	42	1,0	0
Loddi et al. (1998)	<u>E. faecium</u> , 4×10 ⁸ /kg	42	-1,5	0
Henrique et al. (1998)	<u>B. subtilis</u> 3×10 ¹⁰ /Kg	42	1,8	1,0
Loddi et al. (2000)	Idem	21	-1,0	0
Vargas Jr et al. (2000)	<u>B. subtilis</u> , 3×10 ¹⁰ /Kg + <u>L. reuteri</u> , 6,6×10 ⁹ /Kg + <u>L johnsoni</u> , 3,3×10 ⁹ /Kg	21	2,6	0,7

(Fonte: adaptado MENTEN, 2001).

Faria Filho e colaboradores (2006) em uma revisão bibliográfica de estudos publicados entre 1995 e 2005 no Brasil, avaliaram a eficácia do uso de probióticos (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e *Lactococcus*) como promotores de crescimento adicionados na alimentação de frangos de corte. Observaram que os animais que receberam estes probióticos em suas dietas, obtiveram melhores índices de ganho de peso

e conversão alimentar tanto para as fases iniciais (1 a 28 dias de vida) quanto para as demais fases da criação (até 35-48 dias de vida), concluindo que são alternativas viáveis como promotores de crescimento em substituição aos antibióticos, uma vez que eles não são residuais nos produtos de origem animal para consumo pelo homem.

Em seu trabalho, Traldi e colaboradores (2007) observaram que o uso de probiótico em frangos favoreceu o aproveitamento do nitrogênio presente na proteína das dietas, melhorando sua absorção, mas não sua retenção, havendo assim, maior excreção de ácido úrico, convertido em amônia, a qual é volatilizada na cama das aves.

A avicultura há muito tempo depende da utilização dos antimicrobianos para manter ou melhorar os índices de produtividade dos frangos, porém seu uso está sendo restringido em muitos países, devido sua capacidade residual nos produtos de origem animal. Com isso, recentes estudos têm demonstrado a eficácia dos probióticos, agindo sobre a estrutura da microbiota dos animais, podendo prevenir infecções por meio da modulação do sistema imune e melhorar a qualidade de carcaça e de ovos (redução de colesterol na gema).

Além de reduzir a mortalidade, melhorar a conversão alimentar e o ganho de peso, obtendo os mesmos índices de produtividade, variando de acordo com a fase de criação dos animais, os probióticos podem ser utilizados como substitutos aos antibióticos e coccidiostáticos, tornando-se fundamentais para os criadores, sendo necessário convencê-los de que os gastos com alimentos contendo probióticos se converterão em melhor produção e melhor qualidade dos produtos animais, garantindo assim um lucro econômico esperado.

5.2.2 Prebióticos

A principal forma de ação dos prebióticos é através da modulação da microbiota nativa do hospedeiro, onde o MOS é capaz de bloquear a adesão de patógenos ao epitélio intestinal, evitando sua colonização, além de a ativação de macrófagos estimulando a imunidade sistêmica e aumentar a uniformidade e altura das vilosidades intestinais, promovendo melhor absorção dos nutrientes (GERON et al., 2013).

De acordo com Silva e Nörnberg (2003), os prebióticos estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas no intestino, que atuam positivamente no sistema imune e promovem melhorias no ambiente e no epitélio intestinal, este fato reflete no melhor desempenho animal.

Em estudo realizado com frangos de corte, observou-se que o MOS melhorou o desempenho produtivo dos animais, além de promover melhor rendimento de carcaça devido seus efeitos positivos sobre a microbiota intestinal e sistema imune, reduzindo a colonização por bactérias patogênicas (*Escherichia coli*) pelo do princípio de exclusão competitiva, levando ao aumento da população cecal de *Bifidobacteria* e *Lactobacillus* (JAMROZ et al., 2004; GOULART et al., 2016).

A utilização de MOS na dosagem de 0,1% em dietas de frangos, promoveu aumento nos vilos intestinais (absorção de nutrientes no intestino delgado), proporcionando maior superfície de contato com os substratos, levando ao aumento na absorção dos nutrientes no lúmen intestinal (LODDI, 2003).

Em estudos realizados com frangos de corte, foram avaliadas a influência do uso de aditivos como antibiótico, prebiótico e probiótico, sobre seu desempenho e as características de carcaça, utilizando prebiótico à base de mananoligossacarídeos (MOS), probiótico à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* e o antibiótico avilamicina. Concluiu-se que o uso do prebiótico à base de MOS e o probiótico são ótimos substitutos ao uso dos antibióticos nas rações, pois promovem os mesmos efeitos de positivos de desempenho e não são residuais nos produtos obtidos destes animais (GODOI et al., 2008).

Para frangos de corte com 1 a 21 dias de idade, a suplementação com o prebiótico FOS proporcionou o aumento das *Bifidobacteria* e *Lactobacillus*, agindo como substrato para esses microrganismos, favorecendo o aproveitamento e absorção dos nutrientes da dieta, refletindo em maior ganho de peso final para as aves (SILVA, 2010).

Segundo Corrigan e colaboradores 2011, ao adicionar o prebiótico MOS (parede celular de *S. cerevisiae*) em diferentes dosagens na ração de frangos de corte, foi possível observar que as populações de *Clostridium perfringens* e *Escherichia coli* foram reduzidas, enquanto que os *Lactobacillus* apresentaram um efeito de crescimento significativo. Já Barroso e colaboradores (2013), utilizando o mesmo prebiótico porém na dosagem de 0,2% na ração de frangos de corte criados em ambientes limpos e com pouco estresse, foi observado aumento no rendimento de carcaça e de peito, sugerindo que este aditivo pode ser utilizado para melhorar a metabolização da ração, reduzir a contagem total de coliformes no íleo dos frangos além de aumentar o desempenho desses animais.

Em seu trabalho, Donalson e colaboradores (2007) investigaram o crescimento do patógeno *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium em um sistema de fermentação cecal

in vitro, e puderam observar que ao adicionar os prebiótico FOS, ocorreu inibição no crescimento da bactéria. Santana e colaboradores (2012), realizou estudo semelhante, porém com o uso do prebiótico lactulose (inoculado via oral) afim de avaliar o desempenho e a capacidade de prevenção deste contra o mesmo patógeno em frangos, e observou que houve melhora no desempenho dos animais até uma semana após a inoculação, com alteração na altura das vilosidades intestinais, reduzindo a excreção do patógeno nas fezes, levando a conclusão de que o prebiótico promoveu melhoria na integridade intestinal dos animais, com melhor absorção de nutrientes.

Em estudo realizado com frangos de corte utilizando o prebiótico MOS, observou-se que este aditivo estimulou o crescimento de simbióticas (*Lactobacillus sp.*) ao trato gastrointestinal dos animais, além de inibir as patogênicas (*Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*), promovendo melhoria na saúde e no desempenho das aves (NASCIMENTO et al., 2014).

Ao realizar experimento com o uso de prebióticos (inulina e oligofrutose) em aves, Seifert e Watzl (2007) observaram que as placas de Peyer (presentes nas aves) são sensíveis a estes prebióticos, sendo estimuladas a promoverem mudanças na composição da microbiota intestinal, além de regular processos imunológicos ao nível do GALT (tecido linfóide associado ao intestino) e aumentar a produção de imunoglobulinas e metabólitos bacterianos, com isso, demonstrando sua ação sobre o sistema imunológico.

Em trabalhos utilizando o prebiótico MOS na dosagem de 0,2% a 3% em rações de frangos de corte, foi observado maior consumo de ração, ganho de peso (maior volume na musculatura) e conversão alimentar (1 a 10%), semelhante ao obtido com o uso de antibióticos, quando comparados aos animais com dietas sem a inclusão do prebiótico, confirmando assim, a necessidade destes aditivos na dieta dos animais para a manutenção de sua saúde, principalmente em condições de estresse (temperaturas elevadas, superpopulação, desafio sanitário), onde sua ação é mais efetiva do que em condições normais (SILVA; NÖRNBERG, 2003; SANTINI et al., 2010; BARROSO et al., 2013).

De acordo com Koiyama (2016), a inclusão de prebiótico a base de levedura hidrolisada ou parede celular de levedura na dieta de aves poedeiras, promoveu aumento no desempenho produtivo dos animais, com maior conversão alimentar levando a ganhos na qualidade dos ovos (casca e interior), proporcionando melhor viabilidade econômica reduzindo os gastos com alimentação e maximizando a margem de lucro para os criadores.

Em trabalho realizado com frangos de corte, recebendo prebióticos (MOS com baixa concentração de leveduras e MOS com alta concentração de leveduras) ou antibiótico (avilamicina) buscou-se avaliar o rendimento dos cortes da carcaça e o desempenho dos animais, visando a substituição dos antibióticos na dieta; foi observado que os animais que receberam o antibiótico e o MOS com alta concentração de leveduras, de maneira separada, apresentaram maior ganho de peso, corroborando esses resultados para substituição dos antibióticos pelos prebióticos sem causar prejuízos à produção (ALBINO et al., 2006; BRITO et al., 2013).

5.2.3 Simbióticos

Utilizando simbióticos na ração de frangos de corte criados em sistemas convencional e alternativo, foi possível observar melhora na conversão alimentar, levando a consequente melhora no desempenho das aves aos 42 dias de idade em ambos sistemas de criação, principalmente nos frangos desafiados com *Salmonella enterica* sorovar Enteritidis, promovendo aumento significativo das vilosidades jejunais; no entanto, o acréscimo deste aditivo na ração promoveu aumento nos custos da produção (SARTORI et al., 2007).

Pelícia e colaboradores (2004) ao realizarem tratamentos à base de prebióticos e probióticos em aves com idade de 1 a 35 dias, observaram que eles promoveram menor índice de mortalidade dos animais (fase mais crítica da criação) pois é o período no qual as aves são mais sensíveis por ainda não apresentarem a microbiota do trato gastrointestinal definida; ocorreu colonização TGI pelas bactérias probióticas, conferindo maior resistência aos animais, e o prebiótico (MOS) promoveu maior ganho de peso nos frangos (desenvolvimento da mucosa intestinal) devido a melhor absorção dos nutrientes. Já as aves mais velhas (64 a 84 dias de vida) que receberam a mesma suplementação com prebióticos e probióticos, apresentaram aumento de ganho de peso com maior rendimento de carcaça.

Um estudo realizado em frangos de corte com o objetivo de comparar o efeito de dietas contendo probiótico composto por *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*, acrescido de prebiótico MOS, observou que, na primeira semana, as aves que receberam o probiótico associado ao prebiótico apresentaram maior ganho de peso em relação aos animais que não receberam, e que os animais que receberam somente probiótico, apresentaram melhor conversão alimentar (BRITO et al., 2013).

5.3 SUÍNOS

5.3.1 Probióticos

Ao acrescentarem duas concentrações de probióticos compostos por *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium bifidus* e *Bacillus subtilis* nas rações de suínos em fases de creche, foram observados resultados positivos no desempenho dos leitões em relação ao consumo de ração e ganho diário de peso diários, bem como a conversão alimentar e o peso final. Esses resultados mostram-se bem eficientes no controle dos quadros de diarreia (comum nessa fase de vida) por meio da exclusão competitiva com outros microrganismos, no entanto, sua administração necessitou ser de forma contínua e em doses elevadas (SILVA et al., 2007).

Foram isoladas cepas de *Lactobacillus* de dois probióticos comerciais e foram testadas sua capacidade como inibidores de patógenos, em que, cerca de metade dos agentes isolados, foram capazes de inibir duas espécies de *Salmonella* e seis sorotipos de *E.coli*. Isso ocorreu devido a sua atividade antagonista (principalmente as bactérias lácticas) contra os patógenos pela produção de substâncias bactericidas (bacteriocinas, ácidos orgânicos e peróxido de hidrogênio), além de glicopeptídeos, que atuam na imunomodulação do hospedeiro (MENTEN, 2001).

O suíno é um monogástrico que tem exigências nutricionais (principalmente energia), diferentes em cada fase da vida, sendo a fase de leitão e a lactação as que apresentam altas taxas de exigências nutricionais, e conforme o avanço da idade vão reduzindo, levando em conta ainda seu potencial genético, sendo a energia importante para os processos fisiológicos, além do crescimento (ZARDO; LIMA, 1999; EMBRAPA, 2003; XAVIER et al., 2013; VERUSSA, 2015) no entanto, o uso de dietas com alto nível energético (excede 10-15%) e granulometria muito fina levam à fermentação bacteriana da região esofageana provocando irritação da mucosa, além da redução do consumo calórico e palatabilidade devido ao excesso de volume alimentar, sendo assim recomendado o uso de rações secas peletizadas, visto que elas proporcionam redução nas perdas, melhoria na digestibilidade dos nutrientes e menor gasto de energia para a ingestão do alimento (EMBRAPA, 2003; XAVIER et al., 2013).

Em leitões desmamados suplementados com probiótico a base de *Lactobacillus acidophilus*, ocorreu aumento nos leucócitos sanguíneos circulantes, e na concentração

plasmática de IgG, sendo justificada pela capacidade de imunomodulação do probiótico, além de melhores ganho de peso e conversão alimentar com aumento de 6 a 8% na fase de creche e 6 a 11% na fase de crescimento (CRISTANI; WHITE; SABINO, 1999). Além de menor incidência de diarreia (*E. coli* e *Rotavirus*) no período de 5 a 9 dias após o desmame, devido a produção enzimática de lactase e galactosidase que melhoram a digestão dos nutrientes permitindo sua melhor absorção, o que também foi observado com o uso do probiótico composto por *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis* (ALEXOPOULOS et al., 2005).

Em experimento realizado com probióticos compostos por *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, foi observado melhoria no ganho de peso diário de leitões recém-desmamados, devido ao maior consumo de ração, além de reduzir a incidência de diarreias causadas por *E. coli* nestes animais, devido ao aumento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e redução de *Streptococcus* spp em sua microbiota nativa, sendo que estes resultados foram observados somente em animais com pior estado nutricional e expostos a desafios sanitários no ambiente em que viviam; já em animais hígidos e em ambientes com boas condições sanitárias não houve alteração na microbiota intestinal e nem a frequência de diarreias (UTIYAMA et al., 2006).

Huaynate e colaboradores (2008) observaram em seu trabalho que a eficácia do probiótico depende da dosagem administrada, sendo encontrada melhorias de 10% e 15% no ganho diário de peso e na conversão alimentar, com melhor digestão dos nutrientes pelos leitões suplementados com probiótico. E essa variabilidade nos resultados se dá devido à diferença das espécies de microrganismos utilizados como probióticos, sua concentração, e as condições imunológicas dos animais e sanitárias do ambiente em que eles vivem.

O uso do probiótico *Lactobacillus rhamnosus* promoveu a manutenção do equilíbrio da microbiota gastrointestinal, melhor digestão e absorção dos nutrientes, e melhoria no sistema imunológico mantendo o controle sobre o desenvolvimento de bactérias patogênicas, melhorando assim a saúde das porcas e dos leitões no período de desmame, aumentando seus indicadores de produtividade. Sendo assim, conclui-se que o probiótico pode substituir o uso de antibióticos em suínos em crescimento e terminação sem afetar os parâmetros produtivos (LONDOÑO, 2013).

A adição de probiótico na dieta de porcas prenhez, teve efeito direto sobre o desenvolvimento dos fetos, promovendo melhoria no peso (massa) dos leitões ao nascerem, e menores índices de morbidade e mortalidade relacionados a problemas

gastrointestinais (desnutrição e diarreia), tendo em vista que no final da gestação, as porcas passam pelo fenômeno de anabolismo gestacional (acumulam toda a energia dos alimentos para a fase de lactação), fazendo com que ocorra perda de peso e redução de energia para o desenvolvimento dos fetos. Além disso, o probiótico aumentou a concentração total da microbiota e de *Enterococcus*, especificamente nas fezes, indicando que houve aumento na população desta bactéria no TGI (LÁZARO et al., 2005).

Aves e suínos suplementados com probióticos apresentaram um efeito positivo sobre a consistência das fezes, sendo seu efeito mais evidenciado nos casos de diarreia, e também podendo ser influenciado pelas condições sanitárias, temperatura das instalações e doenças prévias (SANTOS et al., 2016).

5.3.2 Prebióticos

Em experimentos realizados com a adição de diferentes níveis do prebiótico fruto-oligossacarídeo (FOS), em rações para leitões, foi observado que houve aumento no consumo diário de ração (36 aos 50 dias de idade), no ganho diário de peso (21 aos 35 dias de idade), além da redução na concentração de *E. coli*, aumento na concentração de bifidobactérias no cólon distal e alterações no sistema imune (produção de citocinas, células mononucleares, IgA). Já com o uso do prebiótico inulina, ocorreu melhor absorção e utilização do ferro presente nas dietas dos leitões, aumentando as concentrações de hemoglobinas (em até 28%), quando utilizado na dosagem de 4% (BUDIÑO; CASTRO JÚNIOR; OTSUK, 2010). Goulart e colaboradores (2016), em suas pesquisas, observaram que o uso de prebiótico com β -glicanas na dieta de leitões na proporção de 50 ppm, promoveu um efeito positivo levando ao aumento de ganho de peso de 12,7%.

Leitões recém-desmamados em fase de creche e com baixo desafio sanitário, suplementados com prebiótico FOS apresentaram crescimento de 9% de ganho de peso, e aqueles com desafios sanitários elevados, apresentaram aumento de 14%, devido a ação favorável do prebiótico sobre o sistema imune dos animais, agindo no epitélio intestinal promovendo melhor absorção de nutrientes e aumento no volume da biomassa microbiana, levando também ao aumento na frequência de defecações (aumento na velocidade do trânsito intestinal), semelhante à ação da fibra dietética. Já aqueles animais que receberam elevado teor de FOS (acima de 7,5g/kg), foi observada redução temporária no consumo e ganho diário de peso, demonstrando que níveis elevados do prebiótico

podem gerar efeitos antinutricionais (resposta imune não específica) ao animal (SANTOS et al., 2016).

A utilização do prebiótico MOS na dieta dos leitões recém-desmamados também proporcionou melhoria no ganho de peso diário, devido à ação imunomoduladora do prebiótico sobre patógenos específicos, promovendo a imunidade humoral (aumento de IgG no sangue e IgA na mucosa intestinal) e levando a economia energética para o animal, tendo em vista que uma resposta inflamatória despense maior gasto de energia (UTIYAMA et al., 2006).

Fatores relacionados ao nível de polissacarídeos não amiláceos na dieta (grãos de cereais), assim como o excesso de prebiótico e a sua não seletividade sobre as bactérias (não é fermentado somente por bifidobactérias e/ou lactobacillus) podem levar o animal a não apresentar resposta satisfatória em seu desempenho (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

5.3.3 Simbióticos

Suínos em desmame, sob desafio sanitário, induzido ou natural, nas instalações ao receberem dieta contendo probióticos e prebióticos com lactose, apresentaram melhora na saúde intestinal, com o aumento da população de *Lactobacillus*, pois o desmame precoce dos suínos leva à redução no consumo de ração (principalmente na primeira semana pós-desmame) levando a atrofia das vilosidades intestinais e queda na capacidade de aproveitamento dos nutrientes (SANTOS et al., 2016).

A verificação dos efeitos da suplementação dietética com probiótico, prebiótico e simbiótico sobre o desempenho dos leitões, sendo observado semelhante desempenho ao dos antibióticos promotores de crescimento. Já nos suínos adultos, o probiótico melhorou o desempenho dos animais promovendo melhor rendimento na carcaça, com menor teor de *dripping* (retenção de água) e maior maciez na carne, sendo importante que o início da suplementação ocorra nos primeiros dias de vida, para assim promover a exclusão competitiva dos patógenos gerando equilíbrio na microbiota intestinal, principalmente nos casos em que os animais são expostos a estresse ambiental (BRITO et al., 2013).

O emprego de prebióticos e probióticos na suinocultura promoveu maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e menor índice de mortalidade nos leitões, mantendo-os saudáveis, de tamanhos e pesos uniformes. Além de manter as matrizes mais saudáveis com melhor performance reprodutiva, reduzindo a contaminação por bactérias patogênicas pelo mecanismo de exclusão competitiva.

5.4 EQUINOS

5.4.1 Probióticos

Em trabalhos realizados com equinos recebendo probiótico a base de levedura viva de *S. cerevisiae* associado com as bactérias *L. acidophilus* e *L. plantarum* (próprias da microbiota digestiva dos equinos), foi observada melhoria no uso da porção fibrosa (hemicelulose), sendo esta utilizada como fonte de energia gerada pela microbiota do intestino grosso, obtendo aumento de 4,1% na digestibilidade, consequentemente aumentando o desempenho dos animais (MOURA et al., 2011). Em potros, também ocorreu melhora na eficiência digestiva, porém eles receberam, em sua dieta, probiótico composto somente pela levedura *S. cerevisiae*, o qual promoveu a redução no teor de oxigênio e favoreceu a fermentação pelas bactérias anaeróbias do intestino (MOURA et al., 2009).

O uso de probióticos (*S. cerevisiae*) na quantidade de 10 e 50 g em equinos de esporte promoveu melhoria no desempenho e performance desses animais, devido ao aumento no uso da energia, além de melhorar a digestibilidade da matéria seca, reduzindo a queda do pH e das concentrações de ácido lático no ceco e no cólon após as refeições, aumentando a capacidade aeróbica dos animais por meio de melhor uso do nitrogênio advindo da dieta, levando ao aumento de massa e vascularização muscular, promovendo uma melhor eficiência metabólica e consequentemente melhor desempenho cardiovascular, além de controlar a endotoxina sérica produzida pelo exercício físico (MEDINA et al., 2002; REZENDE et al., 2012; COSTA et al., 2015).

Respostas diferentes foram obtidas em outros estudos, em função da diferença de concentração das leveduras no suplemento e a qualidade da fibra e dos nutrientes ofertados aos animais, nos quais equinos alimentados com 10 g de levedura associada a dietas com grandes teores de fibra e amido, não apresentaram qualquer influência sobre a digestibilidade. Já potros suplementados com 5 g de levedura associada a pastagens e pôneis alimentados com 10 g de levedura associada a 65% de feno e 35% de concentrado, apresentaram melhor digestibilidade de matéria seca, proteína bruta e fibra alimentar. A utilização de levedura não alterou os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas quando considerados fenos de mesmo valor nutricional,

observou-se que o efeito positivo da suplementação com o probiótico é evidenciado em animais que recebem dietas com baixa qualidade de nutrientes (FURTADO et al., 2010; AGAZZI et al., 2011).

Em trabalho realizado com equinos adultos recebendo diferentes tipos de dieta (fenos de baixa qualidade; 80% volumoso e 20% concentrado) associadas ao probiótico a base de *S. cerevisiae*, e potros alimentados com diferentes dietas (fenos de gramínea e leguminosa + concentrado; pasto + concentrado) associadas ao mesmo probiótico, foi observado aumento significativo nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra alimentar principalmente em dietas que continham maior teor de concentrado e volumosos com baixa qualidade, o que caracteriza um desafio nutricional (MORGAN; COVERDALE; FROETSCHER, 2007).

Equinos alimentados com dietas compostas por elevadas quantidades de fibra e amido, recebendo suplementação com 10 g/dia do probiótico, apresentaram maior índice de degradabilidade da fibra, devido a estimulação da ação fibrolítica da levedura no intestino grosso. Alguns dos animais que receberam probiótico com feno de baixa qualidade tiveram aumento da população de *Lactobacillus* e *Streptococcus* nas fezes e os que receberam probiótico com feno de alta qualidade tiveram aumento somente de *Streptococcus* nas fezes. No entanto, em ambas as dietas ocorreu aumento nas populações de protozoários, bactérias celulolíticas e bactérias utilizadoras de lactato (FURTADO et al., 2010).

O aumento do coeficiente de digestibilidade dos equinos suplementados com probiótico, pode ser justificado pela redução na excreção de nitrogênio fecal (reciclagem endógena), pelo aumento da atividade microbiana favorecendo a digestibilidade do nitrogênio no intestino grosso, e pelo aumento do pH no intestino devido ao aumento na utilização do lactato pelas bactérias proteolíticas (MEDINA et al., 2002). Observando os resultados verificou-se algumas disparidades em relação à quantidade do probiótico a ser utilizada, mas isso se deve ao fato de que os trabalhos estudados foram realizados com animais em diferentes idades, raças e sexo, além de dietas com diferentes composições (FURTADO et al., 2010).

Segundo Gobesso e colaboradores (2011) a suplementação com *S. cerevisiae* para equinos, promoveu aumento da concentração de células vivas viáveis no ceco e cólon, além de modificar o pH e as concentrações de ácido lático e amônia, sendo encontradas alterações mais significativas e em maior quantidade no ceco do que no cólon,

coincidindo com o local de maior concentração de atuação do probiótico, o qual limitou alterações indesejáveis (na microbiota intestinal dos equinos) provocadas pela saturação na digestão dos concentrados oferecidos na dieta.

Os probióticos são utilizados com a finalidade de auxiliar na produção de enzimas digestivas, além de buscar estabelecer o equilíbrio na microbiota intestinal; com isso, são utilizados variados tipos de microrganismos como probióticos, porém, os mais comuns para equinos são os dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, além das leveduras vivas de *Saccharomyces cerevisiae* (OITICICA, 2007).

A influência do probiótico composto por *S. cerevisiae* sobre a digestibilidade aparente e a taxa de passagem em cavalos alimentados com concentrado e volumosos em proporções iguais foi avaliada, e observou-se que o uso do probiótico melhorou a digestibilidade da fibra, estimulando a ingestão de matéria seca, sem influenciar o tempo de retenção da fração sólida da ingesta (GOBESSO et al., 2011).

Moura e colaboradores (2011) em seu trabalho realizado com potros alimentados com forrageira em estado avançado de maturação (9,99% de lignina e 3,67% de proteína bruta) e suplementados com probiótico composto por leveduras vivas de *S. cerevisiae* e bactérias vivas *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, observaram aumento de 8,86% na digestibilidade aparente da hemicelulose da fibra alimentar, o que reflete a ação do probiótico sobre a atividade proteolítica da microbiota, além de seu sinergismo os microrganismos e a exclusão competitiva com potenciais patógenos, favorecendo o desenvolvimento da microbiota presente no trato digestivo dos equinos (especialmente das bactérias do gênero *Lactobacillus*), melhorando a digestibilidade da proteína bruta (reciclagem do nitrogênio endógeno e redução na excreta).

Em um experimento realizado com potros neonatos suplementados com probiótico composto por cinco variedades de cepas de *Lactobacillus* isoladas do ceco de equinos, promoveram aumento de 6% no ganho de peso dos animais, 17,06% na digestibilidade aparente do cálcio (redução do pH com sua solubilização facilitando a absorção), e maior biodisponibilidade do fósforo (bactérias celulolíticas); e com esses resultados concluiu-se que a utilização de microrganismos específicos da microbiota do animal, como probióticos, são mais eficientes e produzem resultados mais satisfatórios. (YUYAMA et al., 2000).

No trabalho de Garcia e colaboradores (2014), equinos em atividade física (nível moderado) receberam uma dieta com nutrientes balanceados (50% de volumoso e 50%

de concentrado) e probiótico composto por *Saccharomyces cerevisiae* e mix de bactérias (*Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*) durante seis semanas, sendo os animais que apresentaram os resultados positivos mais significativos, aqueles que receberam o probiótico por maior período de tempo.

Ao analisar diferentes estudos sobre os efeitos da suplementação com probiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae* (isoladamente ou em associação com bactérias) na digestibilidade da dieta de equinos, foram encontrados resultados díspares, que em alguns casos ocorreu melhora na digestibilidade de apenas um nutriente da dieta, enquanto em outros isto ocorreu com diversos nutrientes, estando esta diferença encontrada relacionada com a idade, raça e sexo dos animais utilizados nos experimentos (FURTADO et al., 2010; GARCIA et al., 2014).

Avaliando os efeitos da suplementação com probióticos a base de *Saccharomyces boulardii*, sobre a duração e a gravidade de diarreias (enterocolite) em equinos, foi observado que os animais que receberam o probiótico durante 10 dias, tiveram a duração e gravidade da doença reduzidas quando comparados a um grupo placebo. Já em animais infectados por *Salmonella*, foram utilizados probióticos compostos por *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum* e *E. faecium*, e estes promoveram redução na infecção em 65% dos animais que estavam doentes. Já em pôneis, o uso de probióticos a base *Bacillus cereus* durante cinco semanas promoveu aumento no número total de bactérias anaeróbias e de bactérias proteolíticas no ceco, favorecendo aumento de seu desempenho produtivo (BARNHART, 2015).

O probiótico passa a ser uma estratégia para estimular a digestão da celulose e melhorar o estado nutricional de cavalos submetidos a dietas com concentrado e volumoso (FULLER, 1992).

A adição de probiótico na dieta de equinos promoveu aumento do pH fecal, independentemente da qualidade nutricional do feno, podendo ser mais benéfica em dietas com volumosos de baixa qualidade, favorecendo a digestibilidade dos nutrientes, trazendo benefícios à saúde, além de melhorar a performance e o desempenho de animais em treinamento físico.

Os coeficientes de digestibilidade apresentam diferentes respostas em função da maturidade e o tipo de volumoso, dos níveis de inclusão, das concentrações das cepas de leveduras e da composição da dieta. Este aditivo também pode ser utilizado como

profilático para atenuar distúrbios sobre a microbiota em situações de estresse, doença, medicações ou mudanças na dieta.

5.4.2 Simbióticos

Em potros suplementados com probióticos compostos somente por leveduras vivas, em associação com bactérias vivas e o prebiótico fitasa, apresentaram melhor digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta. Sendo assim, os probióticos podem ser considerados como estratégia de suplementação na dieta dos potros, além do prebiótico fitasa, que promoveu melhor aproveitamento da fibra alimentar. No entanto, a escolha das cepas que compõem os probióticos deve ser realizada criteriosamente, utilizando espécies-específicas, as quais promovem melhores vantagens nutricionais para os animais (LONDOÑO, 2013).

5.5. ANIMAIS DE PRODUÇÃO EM GERAL

A dieta é um dos fatores que podem influenciar nos resultados obtidos com uso de probióticos; além disso, o efeito estimulante de crescimento no animal ocorre de maneira variável, sendo afetado diretamente por alterações no desenvolvimento da microbiota e pela viabilidade do probiótico (FULLER, 1992).

Os prebióticos podem ser utilizados de maneira isolada ou concomitante com os probióticos, promovendo melhoria no desempenho dos animais por meio de melhor conversão alimentar e ganho de peso diário, com maior digestibilidade dos nutrientes, melhor atuação no sistema imune e manutenção da saúde em geral.

Os animais de produção expostos à ambientes estressantes, desenvolvem desequilíbrio em sua microbiota gastrointestinal, tornando-se um fator de risco para infecções patogênicas. No entanto, a utilização de probióticos (cepas individuais ou combinadas), prebióticos e simbióticos na alimentação favorece a modulação da microbiota intestinal promovendo um efeito significativo na absorção e na utilização dos nutrientes presentes nos alimentos, controle de pH, e aumento no ganho diário de peso corporal, promovendo melhores desempenhos produtivos para esses animais.

6 CONCLUSÃO

- O uso de probióticos como aditivo na nutrição de animais de produção é uma alternativa viável visto que ele reduz os custos na alimentação e aumenta a produtividade;
- A interação do uso de prebióticos concomitantemente com os probióticos produz um efeito de sinergismo entre eles potencializando o efeito dos mesmos nos animais;
- Os prebióticos e os probióticos produzem efeitos positivos na conversão alimentar, ganho de peso, melhoria da carcaça e aumentam os índices produtivos dos animais, consequentemente melhorando seu desempenho produtivo;
- É possível substituir os aditivos alimentares a base de antibióticos e coccidiostáticos pelos prebióticos e probióticos sem afetar a saúde e o desempenho dos animais de produção, sendo que eles ainda possuem o diferencial de não serem residuais nos produtos de origem animal, não comprometendo a saúde dos humanos que os consomem.

7 REFERÊNCIAS

- AGAZZI, A. et al. **Evaluation of the effects of live yeast supplementation on apparent digestibility of high-fiber diet in mature horses using the acid insoluble ash marker modified method.** Journal of Equine Veterinary Science, New York, v.31, p.13-18, 2011.
- ALBINO, L. F. T. et al. **Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n..3, 2006.
- ALENCAR, M. M. **O Zebu no Brasil.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10 (112), Abr. 1984.
- ALEXOPOULOS, C et al. **Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters.** Journal of animal physiology and animal nutrition, n.88, p.381-92, 2005.
- ALLISON, M.; HAMMOND, A.C.; JONES, R.J. **Detection of rumen bacteria that degrade toxic dihydroxypridine compounds produced from mimosine.** Appl. Exp. Microbiol., v.56, p.590-594, 1990.
- ALVES, A. R. et al. **Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal.** PUBVET, v.10, n.6, p.448-459, Jun., 2016.
- ALVES, P. A. P. M. et al. **Uso de probiótico por *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* e *Sacharomyces cerevisiae* na dieta de vitelos bovinos : efeitos sobre o desempenho e a qualidade da carne.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 416-422, 2000.
- AMANCIO, V. F. S. V.; PEREIRA, T. S. **Panorama da caprinocultura de corte e leite no Brasil.** Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT. 1 ed. Nov. 2013. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/hYUYV9t7kvOM0Lg_2014-4-16-20-28-30.pdf>. Acessado em 07 Abr 2018.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal / alimentos.** v.1, São Paulo: Nobel, 395p., 2002.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtrópico brasileiro.** Tópicos em Ciência do Solo, 8: 325-380, 2013.
- ARAÚJO, J. C. et al. **Uso de aditivos na alimentação de aves.** Acta Veterinária Brasileira, Mossoró, v.1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- ARCURI, P.B.; MONTOVANI, H.C. **Recentes avanços em microbiologia ruminal e intestinal/ Biotecnologias para nutrição ruminantes.** V Simpósio produção gado de corte, Viçosa – MG, 2006. Disponível em: <http://simcorte.com/index/Palestras/5_simcorte/simcorte10.pdf>. Acesso em :12 fev 2018.
- ARO, D. T.; POLIZER, K. A.; PENA, S. B. **O agronegócio na ovinocultura de corte no Brasil.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, ano III, n., 07, Jun. 2006.

BACH, A.; IGLESIAS, C.; DEVANT, M. **Daily rumen pH pattern of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation.** Animal Feed Science and Technology, n.136, v.1; p.146-153, 2007.

BARBOSA, M. L. M. **A utilização de alimentos compostos em sistemas de produção do cavalo de desporto em Portugal.** Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal. Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa., 2015.

BARNHART, K. L. **The Influence of Probiotic Supplements on Microbial Diversity in the Gastrointestinal Microbiome of Healthy Horses.** Thesis Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in the Graduate School of The Ohio State University, Graduate Program in Animal Sciences, Ohio, 2015.

BARROSO, D. C. et al. **Adição da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta para frangos de corte.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.4, p.1139-1148, 2013.

BATTERHAM, E.S. **Availability and utilization of amino acids for growing pigs.** Nutrition Research Reviews. 5: 1-18. 1992.

BELLAVER, C. **O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar.** Facultad de Ciencias Veterinarias da Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Rio Cuarto e Embrapa Suínos e Aves. In: CONGRESSO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 2000, Buenos Aires. p 93-108.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos.** Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 450 p., 2004.

BÍBLIA, A. T. Provérbios. In BÍBLIA. Português. **Bíblia Sagrada Católica: Antigo e Novo Testamentos.** Tradução Frei João José Pedreira de Castro. São Paulo: Editora Ave-Maria, 2010. p. 810.

BORDIM, S. et al. **Microscópicos e eficientes: importância dos microrganismos no ambiente ruminal.** Revista Brasileira de Zootecias, n. 17(2): 28-30, 2016.

BRASIL. MAPA. **Decreto 6.296 de 11 de dezembro de 2007.** D.O.U., Brasília, 12 de dezembro de 2007. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br>>. Acesso em: abr. 2018.

BRASIL. MAPA. **Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004** (Alterada pela Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015). D.O.U., Brasília, 01 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br>>. Acesso em: abr. 2018.

BRASIL. MAPA. **Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009.** D.O.U., Brasília, 28 de maio de 2009. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br>>. Acesso em: abr. 2018.

BRITO, J. M. et al. **Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes – Revisão.** Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 205, n.4, v. 10, p. 2525 – 2545, jul-ago/2013.

BRITO, M. S. et al. **Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão.** Acta Veterinaria Brasilica, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

- BUDIÑO, F. E. L.; CASTRO JÚNIOR, F. G.; OTSUK, I. P. **Adição de frutoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados: desempenho, incidência de diarreia e metabolismo.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2187-2193, out. 2010.
- BUSANELLO, M. et al. **Probióticos, seus modos de ação e a produção animal.** Revista Scientia Agraria Paranaensis, v. 11, n. 4, p. 14-24, 2012.
- CABRAL, A. J. **Custo de produção do leite de cabra no contexto da agricultura familiar.** 2006.75p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. **Utilização de enzimas na alimentação animal.** Revista Eletrônica Nutritime, v.2, n°6, p.259-272, nov./dez. 2005.
- CARAMORI JÚNIOR, J. G. et al. **Efeito de Simbiótico na ração inicial de frangos de corte sobre o desempenho, qualidade de carcaça e carne.** Acta Scientiarum Animal Science, Maringá, v. 30, n. 1, p. 17-23, 2008.
- CARDOSO, E. G. **Engorda de bovinos em confinamento – aspectos gerais.** Campo Grande: Embrapa Gado de corte, 1996.
- CARNEIRO, H. et al. **Melhoria da eficiência ruminal: Inoculação de bactérias.** In: Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG). Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, n.74, set. 2014.
- CARNEIRO, H.; SILVA, M. R.; FARIA, L. S. **Redução da emissão de metano pelos ruminantes: o papel de aditivos, fatores nutricionais e alimentos.** In: Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Escola de Veterinária da UFMG) Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora, n.74, set. 2014.
- CARRIJO JUNIOR, O. A.; MURAD, J. C. B. **Animais de grande porte II.** NT Editora. Brasília: 2016. 192p.
- CARVALHO, P. A. et al. **Desenvolvimento de estômago de bezerros holandeses desaleitados precocemente.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 6, p.1461-1468, 2003.
- CASTRO JÚNIOR, F. G. et al. **Fibra na alimentação de suínos.** B. Indústr.anim., N. Odessa, v.62, n.3, p.265-280, 2005.
- CATALAN, A. A. S et al. **Aditivos fitogênicos na nutrição animal: Panax ginseng.** Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v.111, p.15-21, 2012.
- CHAMONE, J. M. A. et al. **Fisiologia digestiva de leitões.** Revista Eletrônica Nutritime, v. 07, n. 05. p.1353-1363, Set./Out., 2010.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; NICOLA, W.; BACH, A. **Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future.** Animal Feed Science and Technology, n. 145, v.1, p. 5-26, 2008.
- CHRISTENSEN, H.N. **Amino acid nutrition: A two-step absorptive process.** Nutrition Reviews. 51 (4): 95-100. 1993.

CORRIGAN, A. et al. **Effect of dietary supplementation with a *Saccharomyces cerevisiae* mannan oligosaccharide on the bacterial community structure of broiler cecal contents.** Applied and Environmental Microbiology, v. 77, n. 18, p. 6653–6662, sept. 2011.

COSTA, O. A. A.; LUDKE, J. D.; COSTA, M. J. R. P. **Aspectos econômicos e de bem estar animal no manejo dos suínos da granja até o abate.** IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – Avesui 2005 Suinocultura: Nutrição e Manejo maio de 2005 – Florianópolis – SC.

COSTA, R.L. **Efeito do 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) – Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

CRISTANI, J.; WHITE, C.; SABINO, N. **Efeitos do uso do *Lactobacillus acidophilus* como aditivo alimentar na produção de suínos.** In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 9., 1999, Belo Horizonte. Anais..., Belo Horizonte, ABRAVES, p.433-434, 1999.

CUARÓN J.A.C. **Estímulo de la inmunidad por pre y probióticos.** In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2. *Anais...* São Paulo, abr. 2006.

CUNHA, H. V. F. **Probióticos: o futuro da nutrição e saúde humana (e animal).** Food Safety Brazil, ago., 2016. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/probioticos-futuro-da-nutricao-e-saude-humana-e-animal/>>. Acesso em: ago. 2018.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de Fisiologia Veterinária.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 3ª ed., 579p., 2004.

DENIGAN, M.E.; **Effect of feeding varying levels of Amaferm (culture of *Aspergillus oryzae*) on performance of dairy cows.** Thesis Submitted to the Faculty of the DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCES, in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of MASTER OF SCIENCE with a MAJOR IN ANIMAL SCIENCES, in the Graduate College THE UNIVERSITY OF ARIZONA, 1991.

DÍAZ et al. **Fisiología animal aplicada.** Ciencia y Tecnología: Universidad de Antioquia, Colombia, 2009.

DONALSON, L. M. et al. **In vitro anaerobic incubation of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium and laying hen cecal bacteria in poultry feed substrates and a fructooligosaccharide prebiotic.** Anaerobe, Iowa, v. 13, n. 5-6, p. 208-214, 2007.

DYCE, K. M.; SACK, M. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária.** Rio de Janeiro: Elsevier, 3 ed. 813p., 2004.

EFSA. **European Food Safety Authority.** Disponível em: <www.efsa.europa.eu>. Acesso em: jan. 2018.

EGITO, A. A. **Diversidade genética, ancestralidade individual e miscigenação nas raças bovinas no Brasil com base em microssatélites e haplótipos de DNA mitocondrial: subsídios para a conservação.** 2007. 246 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Área de concentração: Biologia Molecular) – Curso de Pós-Graduação em Biologia Molecular do Instituto de Ciências Biológicas - Departamento de Biologia Celular - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

EMBRAPA. **Produção Suínos**. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Concórdia - SC: EMBRAPA-CNPSA, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/nutricao.html>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. 63p.

FARIA FILHO, D. E. et al. **Probiotics for broiler chickens in Brazil: systematic review and meta-analysis**. Brazilian Journal of Poultry Science, Jaboticabal, v. 8, n. 2, p. 89-98, 2006.

FDA. **Food and Drug Administration**. Disponível em: <www.fda.gov>. Acesso em: jan. 2018.

FEITOSA, F. L. F. **Semiologia Veterinária: a Arte do Diagnóstico**. 2 ed. São Paulo: Roca, 752 p., 2008.

FELTRE, K. et al. **Suplementação de equinos com coenzima Q-10**. In: SILVA, L.F.P. et al. (Org.). *Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal*. Anais do VIII Simpósio de Pós-Graduação e pesquisa em nutrição e Produção animal – VNP. Pirassununga: Faculdade de Medicina veterinária e zootecnia da USP, 5D ed., 465 p., 2014.

FERNANDES, T. A. et al. **Características comportamentais dos bovinos: Influências da domesticação e da interação homem-animal**. Revista Electronica de Veterinaria. v.18, n.12, p.1-29, 2017.

FERREIRA, M.W. **Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não ruminantes**. P. 85-113 In: Simpósio Internacional de Produção de Não-Ruminantes. Anais da XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 17-21 julho de 1994. Maringá, Paraná.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R.; SILVA, F. C. **Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares**. Quím. Nova. v. 32, n. 3, São Paulo, 2009.

FERRO, M. M. et al. **Compostos secundários em co-produtos agroindustriais**. Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, MT, v.12, n.1, p.87-100, 2014.

FIALHO, E.T. et al. **Redução da poluição ambiental por dejetos de suínos utilizando os instrumentos da nutrição**. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal no Ceará, 2008, Fortaleza. Anais do I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal no Ceará. Fortaleza: Edit. Ceara, v. 1. p. 1-20, 2008.

FORTALEZA, A. P. S.; MASSARO JÚNIOR, F. L.; SILVA, L. D. F. **Microbiologia do rúmen – fauna ruminal**. PUBVET, Londrina, v. 3, n. 3, Art.493, jan. 2009.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. Tradução: VANZELOTTI, I.R. Guanabara Koogan, 7 ed. Rio de Janeiro, 2011.

FULLER, R. **Probiotics: The scientific basis**. Edinburgh: Springer-Science+Business Media Dordrecht, 1 ed., 397 p., 1992.

FURTADO, C. E. et al. **Uso de levedura em equinos alimentados com dietas compostas de fenos de diferentes qualidades nutricionais**. R. Bras. Zootec., v.39, n.10, p.2194-2199, 2010.

- GAGGIÀ, F.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. **Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production.** International Journal of Food Microbiology, Torino, v. 141 Suppl. 1, n. p. S15-28, 2010.
- GALLARDO, C. et al. **Limites da redução de proteína dietética com o uso de aminoácidos suplementares na alimentação de monogástricos.** In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 08., 2014, Pirassununga -SP. Anais... São Paulo: VNP/ FMVZ/ USP, 2014.
- GARCIA, T. R. et al. **Digestibilidade e consumo dos nutrientes em éguas Mangalarga Marchador suplementadas com *Saccharomyces cerevisiae* durante treinamento aeróbico.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2011-2018, jul./ago. 2014.
- GERON, L. J. V. et al. **Aditivos promotores de crescimento (antibióticos, ionóforos, probióticos, prebióticos e própolis) utilizados na alimentação animal.** PUBVET, Londrina, n.14, v. 7, ed. 237, art. 1563, jul. 2013.
- GETTY, R. **Sisson/Grossman: Anatomia dos Animais Domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 5º ed., vol. 1 e 2, 2006.
- GOBESSO, A. A. O. et al. **Utilização de leveduras na alimentação de equinos.** In: SANTOS, M. V. et alii. (Org). *Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal.* Pirassununga: 5D, 2011. 260 p.
- GODOI, M. J. de S. et al. **Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília, v. 37, n. 6, p. 1005-1011, 2008.
- GONÇALVES, F. M. et al. **Manejo inicial de frangos de corte.** In: GENTILLI, F. P.; ANCIUTI, M. A. *Tópicos atuais na produção de suínos e aves.* Pelotas: Instituto Federal Sul-rio-grandense, 271 p., 2013.
- GONZALES, E.; MELLO, H. H. C.; CAFÉ, M. B. **Dossiê pecuária: Uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação e produção animal.** Revista UFG, Goiás, Ano XIII n. 13, dez. 2012.
- GOULART, F. R. et al. **Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes.** Revista de Ciência e Inovação - v. 1, n. 1, p. 141-154, 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, 2015.
- HOFFMAN, R.M.; et al. **Hydrolyzable carbohydrates in pasture, hay, and horse feeds: direct assay and seasonal variation.** Journal of Animal Science, v.79, p.500-506, 2001.
- HUAYNATE, R. A. R. **Probiótico em dietas de suínos.** Tese (doutorado) apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia – Área de Concentração em Produção Animal. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, fev. 2008, 76 p.
- JAMROZ, D. et al. **Response of broiler chickens to the diets supplemented with feeding antibiotic or mannan oligosaccharides.** Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, v. 7, n. 2, 2004.

JOAQUIM, S.F. et al. **Zoonoses em animais de produção: aspectos gerais.** Vet. E Zootec., n. 23, v.1, p:49-71, mar.2016.

JONES, R. J.; MEGARRITY, R. G. **Successful transfer of DHP-degrading bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of Leucaena.** Aust. Vet. J., v.63, p.259-262, 1986.

JÚNIOR ARQUIMEDES; CECHIN, F. C. **Seminário de Fisiologia Animal – Sistema Digestivo de Não Ruminantes.** nov. 2011. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/francielecristinacechin/seminrio-fisiologia>>. Acesso em: jul. 2018.

KAUR, I. P.; CHOPRA, K.; SAINI, A. **Probiotics: Potential Pharmaceutical Applications,** European Journal of Pharmaceutical Sciences, Vol. 15, No. 1, pp. 1-9, 2002.

KOIYAMA, N. T. G. **Levedura na alimentação de poedeiras comerciais e seu impacto sobre desempenho produtivo e qualidade dos ovos.** 2016. 108f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

LÁZARO, C. D. et al. **Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones.** Rev Inv Vet Perú, n.16, v.2, p. 97-102, 2005.

LEANDRO, N. S. M. et al. **Probiótico na ração ou inoculado em ovos embrionados. Desempenho de pintos de corte desafiados com Salmonella Enteritidis.** R. Bras. Zootec. v.39, n.7, p.1509-1516, 2010.

LENSINK, B.J. **A Relação homem – animal na produção animal.** I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte - EMBRAPA, 02 de setembro à 15 de outubro de 2002 — Via Internet.

LIMA, J. D. **Coccidiose dos ruminantes domésticos.** XIII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária & I Simpósio Latino-Americano de Rickettsioses, Ouro Preto, MG, 2004. Rev. Bras. Parasitol.Vet., v.13, suplemento 1, 2004.

LIMA, R.N. et al. **Limitações da fisiologia dos animais em transição.** PUBVET, Londrina, V. 7, N. 3, Ed. 226, Art. 1496, 2013.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje.** 2 ed. v.2. São Paulo: Ática, 2103.

LODDI, M. M. et al. **Uso de Probiótico e Antibiótico sobre o Desempenho, o Rendimento e a Qualidade de Carcaça de Frangos de Corte.** Rev. bras. zootec., n.29, v.4, p.1124-1131, 2000.

LODDI, M. M. **Probióticos, prebióticos e acidificante orgânico em dietas para frangos de corte.** 2003, 52 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2003.

LONDOÑO, M. A. A. **Uso de Probióticos em la nutrición de monogástricos como alternativa para mejorar um sistema de producción.** Trabajo presentado como requisito para Optar al Título de Especialista en Nutrición Animal Sostenible, 109 p. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD” - Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente, Facatativá, set- 2013.

- LOPES, D. C. N. et al. **Manejo zootécnico de suínos na fase inicial**. In: GENTILLI, F. P.; ANCIUTI, M. A. *Tópicos atuais na produção de suínos e aves*. Pelotas: Instituto Federal Sul-rio-grandense, 271 p., 2013.
- LOPES, D. D. **Variabilidade genética, estrutura populacional e relações evolutivas de cabras crespas com base em marcadores moleculares microssatélites e DNA mitocondrial**. 2012. 82 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012.
- LOPES, J. C. O. **Técnico em agropecuária: avicultura**. Florianópolis, PI: EDUFPI; UFRN, 94 p., 2011.
- LUCHIARI FILHO, A. **Produção de carne bovina no Brasil: qualidade, quantidade ou ambas**. II SIMBOI - Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte, 29 a 30.04.2006, Brasília-DF.
- MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. **Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes**. *Ciência Animal*, n.17, v.1, p.7-17, 2007.
- MACEDO, L. N. et al. **Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium spp.* e *Lactobacillus spp.* em leite**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 4, p. 935-942, 2008.
- MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock**. Porto Alegre: Artmed, 14 ed., 1031 p., 2016.
- MAGALHÃES, V. J. A. **Desempenho, saúde e resposta imune de vacas leiteiras e de bezerros suplementados com levedura e extratos de parede celular de leveduras**. Tese (doutorado), 87 p. - Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal. Maringá, 2007.
- MAGALHÃES, V. J. A.; et al. **Effect of feeding yeast culture on performance, health, and immunocompetence of dairy calves**. *Journal of Dairy Science*, v. 91, p. 1497-1509, 2008.
- MAGNABOSCO, C. U et al. **Efeito da adição de probióticos e prebióticos na quantidade e qualidade do leite de vacas da raça girolando no bioma cerrado**. EMBRAPA CERRADOS: Comunicado Técnico 165, Planaltina, jan., 2010.
- MAIHARA, V. A. et al. Avaliação nutricional de dietas de trabalhadores em relação a proteínas, lipídios, carboidratos, fibras alimentares e vitaminas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, n.26, v.3, p: 672-677, jul.-set. 2006.
- MAIORKA, A et al. **Utilização de Prebióticos, Probióticos ou Simbióticos em Dietas para Frangos**. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 2001, vol.3, n.1, p.75-82, 2001.
- MARTINS, J.M.S. et al. **Utilização de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de vacas lactantes**. *PUBVET*, Londrina, v. 6, n. 19, Ed. 206, Art. 1375, 2012.
- MARUTA, K. **Probióticos e seus benefícios**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. Anais ... Santos: Associação Brasileira de Produtores de Pintos de Corte, p 203-219, 1993.
- MEDINA, B. et al. **Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet**. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2600-2609, 2002.

MENTEN, J.F.M. **Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. Anais...Piracicaba, SBZ, 2001, p.141-157.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDICE). **Estudo de viabilidade técnica e econômica destinado a implantação do parque produtivo nacional de aditivos da indústria de alimentação de animais de produção**. coordenação de André Sorio. - Passo Fundo: Méritos, 300 p., 2012.

MOLENTO, C.F.M. **Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – Revisão**. Archives of Veterinary Science v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MORAIS J. A. S. et al. **Aditivos**. In: BERCHIELLI, T.T. et al. 2011. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2. ed., p.565-599, 2011.

MORALES, C. C. M. et al. **Sistemas de Producción animal II**. Colombia: Espacio gráfico comunicaciones, 1 ed., 60 p., 2011.

MORGADO, E. S. et al. **Digestão dos carboidratos de alimentos volumosos em equinos**. R. Bras. Zootec., v.38, n.1, p.75-81, 2009.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. **A Importância dos Carboidratos na Alimentação dos Equinos**. REDVET. Revista electrónica de Veterinária: v. IX, n. 10, p. 1695-7504, 2008.

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

MORGAN, L. M.; COVERDALE J. A.; FROETSCHER, M. A. et al. **Effect of Yeast culture supplementation on digestibility of varying forage quality in mature horses**. Journal of Equine Veterinary Science, v.27, n.6, p.260-265, 2007.

MOROTI, C. et al. **Potencial da Utilização de Alimentos Probióticos, Prebióticos e Simbióticos na Redução de Colesterol Sanguíneo e Glicemia**. UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde. v.11, n.4, 63-67 p., 2009.

MOURA, R. S. et al. **Feed efficiency in Mangalarga Marchador foals fed diet supplemented with probiotics or phytase**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.38, p.1045-1050, 2009.

MOURA, R. S. et al. **Digestibilidad aparente de dietas con probióticos o fitasa para potros Mangalarga Marchador**. Archivos de zootecnia v. 60, n. 230, p. 193-203, 2011.

MUCK, R.E. **The role of silage additives in making high quality silage**. New York: Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, n.67, p.106-116, 1993.

NASCIMENTO, G. M. et al. **Aditivos alimentares como alternativa aos antibióticos promotores de crescimento em dietas para frangos de corte**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; 119-146 p., 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NICOLI, J.R.; VIEIRA, L.Q. **Probióticos, Prebióticos e Simbióticos – Moduladores do Ecosistema Digestivo**. Ciência Hoje, v. 28, n. 163, p. 34 – 38, 2000.

NISBET, D. J.; MARTIN, S. A. **Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium***. Journal of Animal Science. n.69, v.1, p.4628-4633, 1991.

NOCEK, J. E et al. **Direct-fed microbial supplementation on the performance of dairy cattle during the transition period**. Journal Dairy Science, v.86, p. 331-335, 2003.

NUTRICIÓN ANIMAL. **Manual del Protagonista**. Nicaragua: Instituto Nacional Tecnológico, 2016.

OIE - CÓDIGO SANITÁRIO DE ANIMAIS TERRESTRES. **Bem estar animal e sistemas de produção de gado de corte**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: 2014A. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/recomendacoes-oie>>. Acesso em: abr. 2018.

OIE - CÓDIGO SANITÁRIO DE ANIMAIS TERRESTRES. **Bem estar animal e sistemas de produção de gado leiteiro**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: 2014B. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/recomendacoes-oie>>. Acesso em: abr. 2018.

OITICICA, P. C. **Avaliação do efeito da suplementação dietética a base de *Saccharomyces cerevisiae* sobre o ganho de peso, altura, perfil hematológico e índice de cólica de potros em crescimento**. Dissertação (Mestrado em Diagnóstico e Cirurgia de Equinos) - Faculdade de Jaguariúna, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, A. F. M. et al. **O processo de domesticação no comportamento dos animais de produção**. PUBVET, Londrina, V. 5, N. 31, Ed. 178, Art. 1204, 2011.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. **Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes**. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, v. VII, n.2, 2007 A.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. **Fisiologia, manejo e alimentação de bezerros de corte**. Arquivos de Ciências Veterinária e Zootecnia. Unipar, Umuarama, v.10, n.1, p. 39-48, 2007 B.

OLIVEIRA, L. **Probióticos, prebióticos e simbióticos: definição, benefícios e aplicabilidade industrial**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas/ Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC: Dossiê Técnico, 2014.

OLIVEIRA, M. D. et al. **Aditivos alternativos na alimentação de aves**. PUBVET, Londrina, v. 6, n. 27, Ed. 214, Art. 1425, 2012.

OLIVEIRA, N. **IBGE mostra que em 2014 cresceu abate de frangos e suínos**. Agência Brasil, 19 mar. 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-03/ibge-cresceabate-de-frangos-e-suinos-e-cai-o-de-bovinos-em-2014>>. Acesso em: mar. 2018.

OLIVEIRA, V. S. et al. **Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária; ano XI, n. 20, jan. 2013.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Departamento de Educação e Trabalho, Colégio Agrícola Estadual de Umuarama. **Avicultura de corte 1º ano**.

Curitiba, 2012. Disponível em: <http://www.umrcolagricola.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/28/2830/1555/arquivos/File/Avicultura_de_Corte.pdf>. Acesso em: ago. 2018.

PARLAMENTO EUROPEU. **REGULAMENTO (CE) N.º 1831/2003** (Alterado pelo REGULAMENTO (UE) 2015/327 DA COMISSÃO de 2 de março de 2015). Jornal Oficial da União Europeia 22 de Set./ 2003.

PEELER, H.T. **Biological availability of nutrients in feeds: availability of major mineral ions**. *J. Anim. Sci.*, v.35, p.695-712, 1972.

PELICANO, E. R. L., SOUZA, P. A., SOUZA, H. B. A. **Prebióticos e probióticos na nutrição de aves**. *Ciência Agr. Saúde. FEA. Andradina*, v.2, n.1, p. 59-64, 2002.

PELÍCIA, K. et al. **Use of prebiotics and probiotics of bacterial and yeast origin for free-range broiler chickens**. *Brazilian Journal of poultry science*, v. 6, n. 3, p. 163-169, jul-set, 2004.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. - 5. ed. - Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008. 617p.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. **A química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas e minerais (Conversando sobre ciências em Alagoas)**. Maceió: EDUFAL, 52 p., 2005.

PORTUGAL, A. V. **Sistemas de produção de alimentos de origem animal no futuro**. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, n. 542, v. 97, p. 63-70, abr. -jun., 2002.

PÚBLIO, P. P. P. **Efeitos benéficos da alfafa peletizada em equinos**. In: ZÜGE, R. *Efeitos benéficos da alfafa peletizada em equinos*. *Zootecnia Ativa*, mar., 2015. Disponível em: <<https://zootecniaativa.com/equideos/97>>. Acesso em: ago. 2018.

QUINN, P. J. et al. **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. Artmed: Porto Alegre, 2005.

RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica Veterinária. Um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 9 ed. 1737 p. 2002.

RANGEL, A. H. et al. **Utilização de ionóforos na produção de ruminantes**. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.8, n.1, p. 264-273, 1º sem. 2008.

REGITANO, J. B.; LEAL, R. M. P. **Comportamento e impacto ambiental de antibióticos usados na produção animal brasileira**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.3, p.601-616, 2010.

REZENDE, A. S. C. et al. **Yeast as a feed additive for training horses**. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 36, n. 3, p. 354-362, maio/jun., 2012.

ROCHA, P. M. C., BARROS, M. E. G. e EVÊNCIO-NETO, J. **Análise morfométrica da parede intestinal e dinâmica de mucinas secretadas no jejuno de frangos suplementados com probiótico *Bacillus subtilis* cepa C3102**. *Pesq. Vet. Bras.* n.36, v.4, p.312-316, abr- 2016.

RUTZ, F. et al. **Manejo nutricional de poedeiras**. In: GENTILLI, F. P.; ANCIUTI, M. A. *Tópicos atuais na produção de suínos e aves*. Pelotas: Instituto Federal Sul-rio-grandense, 271 p., 2013.

- SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 42, n. 1, jan./mar., 2006.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SALMAN, A. K. D. et al. **Metodologia para avaliação de ruminantes**. Embrapa: Documentos 136, Rondônia, 21p., 2010.
- SANTANA, E. S. et al. **Performance of broilers experimentally inoculated with Salmonella Typhimurium and fed diets with addition of lactulosis**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 41, n. 8, p. 1884-1889, 2012.
- SANTINI, C. et al. **Characterization of probiotic strains: an application as feed additives in poultry against Campylobacter jejuni**. International Journal of Food Microbiology, Amsterdam, v. 141 Suppl 1, n. p. S98-108, 2010.
- SANTOS, A.V. et al. **Aditivos antibiótico, probiótico e prebiótico em rações para leitões desmamados precocemente**. Cienc. anim. bras., Goiânia, v.17, n.1, p. 1-10 jan./mar. 2016.
- SANTOS, J. R. et al. **Morfometria de frangos de cortes alimentados com diferentes tipos de probióticos**. In: Conferência FACTA, 2013. Campinas. Anais... Campinas: Fundação APINCO de ciência e tecnologia avícolas, 2013.
- SANTOS, L.C. **Desenvolvimento de papilas ruminais**. PUBVET: Londrina, v. 2, n. 40, Art 387, Out. 2008.
- SANTOS, S. A. **Recomendações sobre manejo nutricional para equinos criados em pastagens nativas no pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP: Documentos 22, 63p. 1997.
- SARTORI, J. R. et al. **Enzima e simbiótico para frangos criados nos sistemas convencional e alternativo**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 235- 240, 2007.
- SEBRAE. **Suinocultura: carne in natura, embutidos e defumados**. Estudos de mercado SEBRAE/ESPM– relatório completo, fev.2008.
- SEGANFREDO, M. A. **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 302 p., 2007.
- SEIFERT, S.; WATZL, B. **Inulin and oligofructose: review of experimental data on immune modulation**. The Journal of Nutrition, Amsterdam, v. 137, n. 11 Suppl, p. 2563-2567, 2007.
- SEN, S. et al. **Effect of supplementation of Bacillus subtilis LS 1-2 to broiler diets on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology**. Research in Veterinary Science, London, v. 93, n. 1, p. 264- 268, 2012.
- SILVA, A. G.; CAMPOS, O. F. **Fisiologia da digestão da proteína em bezerros durante o período pré-ruminante**. Pesq. agropec. bras., Brasília, 21(7):777-784, jul. 1986.
- SILVA, A. V. et al. **Consumo e digestibilidades dos nutrientes em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano**. R. Bras. Zootec., v.35, n.6, p.2469-2478, 2006.

- SILVA, C. A. da. et al. **Uso de probiótico e de antibióticos na alimentação de leitões em fase de creche.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 4, p. 739-746, 2007.
- SILVA, L.F.P. et al. **Fontes de Carboidratos não fibrosos na terminação de bovinos de corte.** In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 08., 2014, Pirassununga -SP. Anais... São Paulo: VNP/ FMVZ/ USP, 2014.
- SILVA, L. F. P. et al. **Uso de Probióticos para aumento da eficiência da fermentação ruminal em bovinos de corte.** In: GOBESSO, A. A. O. et al. (Org.). *Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal.* Pirassununga: Programa de Pós Graduação em Nutrição e Produção Animal USP, 5D ed., 357 p., 2015.
- SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. **Prebióticos na nutrição de não-ruminantes.** Rev. Ciência Rural, v.33, n.4, p. 55-65, 2003.
- SILVA, W. T. M. **Probiótico e simbiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em 36 Nutrição e Alimentação Animal) – Campus Marechal Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2010.
- SIQUEIRA, G. B. **Energia e proteína na nutrição de ruminantes.** Revisão apresentada como exigência do Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Lavras, como parte integrante do Exame de Qualificação do Curso de Doutorado em Zootecnia. Palmas: Universidade Federal do Tocantins, 2007. 51 p.
- SLOMINSKI, B.A. **Recent advances in research on enzymes for poultry diets.** Poultry Science. Champaign, n. 90, p. 2013-2023, 2011.
- SOUZA, B. B. de **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção.** 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/index.htm>. Acesso em: abr. 2018.
- SOUSA, D. C. **Morfologia do tubo digestório de frangos de corte alimentados com dieta contendo glicerina.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal (Nutrição e produção de alimentos), Bom Jesus-Pi, 2014.
- SOUSA, D. C. et al. **Sistema Digestório das aves e o glicerol na dieta de frangos de corte: Revisão.** PUBVET: Maringá, v.9, n.8, p. 369-380, ago., 2015.
- SZARFARC, S. C. **A adequação do consumo de alimentos de origem animal e sua relação com renda familiar.** Rev. Saúde públ., S. Paulo, 13:26-31, 1979.
- TAVERNARI, F. C. et al. **Polissacarídeo não- amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves.** Revista Eletrônica Nutritime, v.5, n.5, p. 673-689, set./out., 2008.
- TAVERNARI, F. C.; MENDES, A. M. P. **Desenvolvimento, crescimento e características do sistema digestório de aves.** Revista Eletrônica Nutritime, v.6, n.6, p.1103-1115, Nov./Dez., 2009.
- THIRABUNYANON, M.; THONGWITTAYA, N. **Protection activity of a novel probiotic strain of Bacillus subtilis against Salmonella Enteritidis infection.** Research in Veterinary Science, London, v. 93, n. 1, p. 74-81, 2012.
- TIMMERMAN, H. M. et al. **Health and Growth of Veal Calves Fed Milk Replacers With or Without Probiotics.** Journal of Dairy Science v. 88, n. 6, 2005.

- TOLEDO, M.; HERMOSILLA, L. **ESGB – Ferramenta para o estudo do sistema gástrico bovino utilizando técnicas de realidade virtual**. Revista científica eletrônica de psicologia. Ano V, n. 08, Fev. 2008.
- TOMS, E. et al. **Perfil de consumo e percepção da qualidade da carne suína por estudantes de nível médio da cidade de Irati, PR**. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 4, p. 449-459, out./dez. 2010.
- TRALDI, A. B. et al. **Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada**. R. Bras. Zootec., v.36, n.3, p.660-665, 2007.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Apostila de fisiologia part.4**. IFSC/USP, 2010. Disponível em: <<http://biologia.ifsc.usp.br/bio2/apostila/apost-fisiol-parte4.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.
- USAMI, M. et al. **Effects of perioperative symbiotic treatment on infectious complications, intestinal integrity and fecal flora and organic acids in hepatic surgery with or without cirrhosis**. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, Urbana, v. 35, n. 3, p. 317-328, 2011.
- UTIYAMA, C. E. et al. **Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados**. R. Bras. Zootec., v.35, n.6, p.2359-2367, 2006.
- VAN CLEEF, H. E. et al. **Distúrbios Metabólicos por manejo alimentar inadequado em ruminantes: novos conceitos**. Rev. Colombiana cienc. Anim. n.1, v.2, 2009.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Comstock Pub., 476.p., 1994.
- VERUSSA, G. H. **Uso de lipídios na nutrição de suínos**. Revista Eletrônica Nutritime, Vol. 12, n. 05, set/out 2015.
- VIANA, J. G. A. **Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil**. Revista Ovinos, Ano 4, N° 12, Porto Alegre, mar.2008.
- VICTOR, R. P.; ASSEF, L. C.; PAULINO, V.T. **Forrageiras para equinos**. Secretaria de agricultura e abastecimento – Instituto de zootecnia. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1188937298.pdf>>. Acesso em: mar. 2018.
- XAVIER, E. G. et al. **Manejo da nutrição e alimentação de suínos**. In: GENTILLI, F. P.; ANCIUTI, M. A. *Tópicos atuais na produção de suínos e aves*. Pelotas: Instituto Federal Sul-rio-grandense, 271 p., 2013.
- YONEMURA, C. Y. et al. **Antibióticos, Probióticos, Prebióticos e Simbióticos como aditivos zootécnicos para frangos de corte**. In: Novos desafios da pesquisa em nutrição animal. Pirassununga, SP: Editora 5D; Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal, 260 p, 2010.
- YUYAMA, T. et al. **Evaluation of a host-specific *Lactobacillus* probiotic in neonatal foals**. Inter. Journ. Appl. Res. Vet. Med., v.2, p. 26-33, 2000.
- ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos**. Boletim Informativo de Pesquisa - Embrapa Suínos e Aves e Extensão (BIPERS): EMATER/RS; ano 8, n. 12 dez.1999.