



A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## Alimentos funcionais para animais monogástricos: revisão de literatura

Aves, suínos, alimentação, funcional.

Rannyelle Gomes Souza<sup>1\*</sup>

Jorge Cunha Lima Muniz<sup>2</sup>

Fernando Guilherme Perazzo Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Rannyelle Gomes Souza, Zootecnista, mestrandra da Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus II, Areia/PB-\* E-mail: [rannyellegomes@gmail.com](mailto:rannyellegomes@gmail.com)

<sup>2</sup> Jorge Cunha Lima Muniz . Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus II, Areia/PB.

<sup>3</sup> Fernando Guilherme Perazzo Costa Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus II, Areia/PB.

### RESUMO

Objetivou-se com esta revisão compilar informações sobre os alimentos funcionais usados na alimentação de animais monogástricos, já que nutrição pode influenciar direta e indiretamente a qualidade durante o período de formação e do produto final para atender as exigências do mercado consumidor. A dieta fornecida aos animais pode modificar a qualidade do produto final podendo alterar seu valor proteico, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos graxos e quantidade de vitaminas e minerais, mediante o tipo de alimento fornecido a esses animais, surgindo assim, o conceito de alimento funcional, que são aqueles que colaboram para melhorar o metabolismo e prevenir problemas de saúde nos animais.

**Palavras-chave:** aves, suínos, alimentação, funcional.

### FUNCTIONAL FOOD FOR MONOGASTRIC ANIMALS: LITERATURE REVIEW

#### ABSTRACT

The objective of this review was to compile information about the functional foods used to feed monogastric animals, since nutrition can influence directly and indirectly the quality during the training period and the final product to meet the demands of the consumer market. The diet given to the animals can modify the quality of the final product by altering its protein value, amino acid profile, fatty acid profile and amount of vitamins and minerals, according to the type of food provided to these animals, thus, the concept of food functional, which are those that collaborate to improve the metabolism and prevent health problems in animals.

**Keyword:** poultry, swine, feed, functional.

## INTRODUÇÃO

O grande dinamismo e arrojo da produção animal brasileira, dentre outros fatores, estão altamente relacionados à excelente capacidade dos profissionais da nutrição animal de formular dietas de qualidade e a custo reduzido (Araújo, 2005). Antigamente os livros de nutrição animal se baseavam em formular dietas a base de energia, proteína, NDT, cálcio e fósforo, com o passar dos anos surgiram a as vitaminas, aminoácidos (metionina, lisina entre outros). A nossa preocupação antigamente era apenas em satisfazer a exigência dos animais. A partir da década de 80, surgiu a preocupação em não só satisfazer a exigências dos animais, mas também com algo a mais que pudesse contribuir com a saúde e o bem-estar dos seres humanos.

A nutrição pode influenciar direta e indiretamente a qualidade durante o período de formação e do produto final para atender as exigências do mercado consumidor. A dieta pode modificar a qualidade do produto final podendo alterar seu valor proteico, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos graxos e quantidade de vitaminas e minerais, mediante o tipo de alimento fornecido a esses animais. Foi então que surgiu o uso de alimentos funcionais, que são aqueles que colaboram para melhorar o metabolismo e prevenir problemas de saúde nos animais.

## Revisão de Literatura

### Alimentos Funcionais

Segundo a ANVISA, Agência de Vigilância Sanitária, propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo. Desta forma, os alimentos funcionais são aqueles que além de possuírem a capacidade de nutrição, fornecem aos animais a possibilidade de melhorar outra característica à parte.

Alguns parâmetros devem ser levados em conta em relação aos alimentos funcionais. Para Borges (2001), eles devem exercer um efeito metabólico ou fisiológico que contribua para a saúde física e para a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas. Nesse sentido, devem fazer parte da alimentação usual e proporcionar efeitos positivos,

obtidos com quantidades não tóxicas e que exerçam tais efeitos mesmo após a suspensão da ingestão e que não se destinem a tratar ou curar doenças estando seu papel ligado à redução do risco de contrair doenças (ANJO, 2004).

Apesar dos vários conceitos existentes sobre os alimentos funcionais, ele deve atender alguns princípios básicos entre os quais podem ser citados:

- Ser um alimento convencional;
- Ser consumido como parte de uma dieta normal;
- Possuir um efeito positivo em uma funcionalidade específica além de seu valor nutricional;
- Melhorar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de doenças;
- Prover benefícios de saúde de forma a melhorar a qualidade de vida, incluindo aspectos fisiológicos, físicos e comportamentais;

A manipulação de dietas com nutrientes tem sido alvo de várias pesquisas com o propósito de melhorar o desempenho dos animais. Sendo assim, veremos a seguir alguns alimentos que podem ser usados como alimentos funcionais na alimentação de aves e suínos.

### Prebióticos e Probióticos

Uma das principais funções relacionadas com esses aditivos alimentares é sua ação sobre a melhoria da condição estrutural da mucosa intestinal (LEMOS et al., 2017). Considerando a importância da integridade intestinal para o desempenho produtivo, a presença de uma microbiota benéfica é um fator determinante para otimizar os processos digestivos e absorptivos de nutrientes necessários para a produtividade.

De forma melhorar a saúde, evitar o estresse, retardar o envelhecimento e proporcionar uma melhor qualidade de vida aos nossos animais, é possível recorrer ao uso de um prebiótico ou probiótico.

#### • Probióticos

Probióticos são microrganismos vivos empregados na alimentação animal, que afetam benicamente o hospedeiro, promovendo o equilíbrio da microbiota intestinal e a saúde do hospedeiro, atualmente vêm sendo empregado vários tipos de microrganismos,

entre eles estão as bactérias ácido-lácticas, bactérias não ácidas - lácticas e leveduras (NUNES et al., 2013).

Os principais microrganismos utilizados como probióticos são as bactérias que pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidumbacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* e leveduras (Gaggia et al., 2010). Devido a esta variedade de bactérias probióticas a dose varia de acordo com a cepa e produto, não sendo possível generalizar a dosagem.

#### • Prebióticos

Prebióticos são substâncias que não podem ser hidrolisadas no trato digestivo, tendo ação seletiva somente sobre um limitado número de bactérias benéficas, as quais terão seus crescimento e metabolismo estimulados, alterando assim a microbiota intestinal (LEMOS et al., 2016), ou seja, os prebióticos estimulam seletivamente os microrganismos benéficos que vivem no TGI do animal, reduzem o pH intestinal, inibem a proliferação de *Escherichia coli*, *Clostridium* sp., e *Salmonella*.

Os principais prebióticos são: oligofruteose, inulina, galactooligossacarídeos, lactulose, arabinose, galactose, manose e lactose. Alguns oligossacarídeos (estaquiose, galactanas e mananas) atuam sobre bactérias patogênicas por meio de exclusão competitiva impedindo a colonização do TGI por se ligarem as fímbrias e impedindo a aderência destas bactérias a superfície do TGI.

Assim, pode dizer-se que os prebióticos e probióticos formam um conjunto de elementos conhecidos que se denominam como alimentos funcionais, já que são ingredientes alimentares que produzem efeitos benéficos para a saúde, o que permite entender como é possível atuar de forma natural e benéfica na melhoria do sistema imunitário dos animais de modo a evitar, adiar ou reduzir os efeitos nocivos das doenças, melhorando assim a qualidade de vida dos exemplares mantidos nos viveiros.

A sua utilização está indicada, quando existe um desequilíbrio da microflora intestinal, desequilíbrio

esse provocado principalmente pelo uso de antibióticos, Sulfaminas e Antiparasitários, assim como o estresse provocado por vários fatores, como a muda da pena, vacinações, reprodução, transporte, mudança de instalações.

Nas doenças, os agentes patogénicos liberam toxinas que danificam a microflora intestinal, além de outros fenômenos ligados à própria fisiologia do intestino e ao fluxo alimentar que arrastam a microflora para o exterior, através das excretas. Também a mudança repentina da dieta alimentar e do tipo de água, manejo inadequado, poderão provocar distúrbios da microflora intestinal.

Uma microflora saudável nos intestinos, não haverá espaço para a entrada de bactérias patogênicas. Assim, sempre que existam indicações, existe a alternativa de recorrer aos prebióticos e probióticos ao invés do uso de produtos farmacêuticos como antibióticos, antiparasitários, entre outros.

Em estudos conduzidos por TANG et al. (2017), investigando os efeitos de um prebiótico, um probiótico e sua combinação (simbiótico) sobre o desempenho da galinha poedeiras de 20 a 52 semanas de idade. Constataram que a utilização desses aditivos teve efeito positivo sobre o peso dos ovos e sobre a produção de ovos, quando comparadas com as aves do tratamento controle.

Os probióticos quando utilizados na alimentação de suínos melhoraram o desempenho zootécnico devido aos seus mecanismos de ação: competição por sítios de ligação; competição por nutrientes; antagonismo direto; estímulo do sistema imunológico; restauração da flora intestinal após tratamento com antibióticos; efeito nutricional; supressão de amônia; redução e neutralização de enterotoxinas (FREITAS et al., 2014). Trabalhos demonstram que a utilização de probióticos (*Lactobacillus plantarum*) na alimentação de suínos desmamados e desafiados com *S. Typhimurium*, aumentou a quantidade de IgM, IgG e IgA, ou seja, melhorou o sistema imune dos animais (NAGID et al., 2014). A utilização de probióticos melhorou o ganho de peso de suínos até o desmame, porém não influenciou na concentração de bactérias benéficas no TGI e nos parâmetros sanguíneos (BUSANELLO et al., 2015).

Trabalhos demonstram que a utilização de frutoligossacarídeos, um prebiótico na alimentação de suínos em terminação melhora o desempenho, digestibilidade de nutrientes, aumenta a concentração fecal de *Lactobacillus*, diminui a concentração de *E. coli* e a emissão de gases (ZHAO et al., 2014).

### **Antioxidantes**

Antioxidantes são substâncias que visam evitar a auto-oxidação dos alimentos, preservando o alimento, retardando a sua deterioração, rancificação e perda de coloração devido a oxidação. A oxidação de óleos e gorduras provoca odor e paladar desagradáveis e torna os alimentos menos nutritivos. Além de gorduras, os pigmentos e vitaminas ficam sujeitos à oxidação quando em contato com o ar. Os fatores umidade e calor são responsáveis pela aceleração da oxidação durante o processamento, o qual pode ser minimizado pela adição de antioxidantes. Segundo Rutz & Lima (1994), a ação dos antioxidantes pode ser explicada por um ou mais dos seguintes mecanismos: • Doação de H pelo antioxidante; • Doação de elétrons pelo antioxidante; • Incorporação do lipídeo ao antioxidante; • Formação de um complexo entre o lipídeo e o antioxidante.

Antioxidantes devem ser adicionados aos alimentos e às rações o mais rápido possível para inibir o início da oxidação. Estes micro ingredientes não podem reverter o processo de oxidação, uma vez ocorrido. Entretanto, os antioxidantes podem retardar o processo oxidativo de maiores consequências. A vitamina E e o ácido ascórbico são exemplos de antioxidantes naturais, enquanto que BHT, BHA e Etoxiquim são exemplos de antioxidantes sintéticos. O butil-hidroxi-tolueno (BHT), etoxiquin e o butil-hidroxi-anisol (BHA) são utilizados na concentração de 100 a 150 g/t com a finalidade de antioxidante, podendo associar-se e mostrarem sinergismo ao ácido cítrico.

#### **• Vitaminas Antioxidantes**

As vitaminas são comumente suplementadas a rações para aves submetidas a estresse por calor, principalmente em virtude de seu efeito antioxidante. Tanto a vitamina C e E são usadas em rações para aves por seus efeitos anti-estresse ambiental (SAHIN & KUÇUK, 2003), maneira efetiva de aliviar

os efeitos adversos do calor sobre a produção avícola, além de elevar a degradação de corticosteroides ( SAHIN et al., 2001) e diminuir a síntese de glicocorticóides (STILBORN et al., 1988) .

Vieira Vaz (2006) de que tanto a suplementação de vitamina C (0 a 400 mg/kg de ração) quanto a suplementação de vitamina E (0 a 300 mg/kg de ração) influenciam o ganho de peso, que aumenta de forma linear de 1 a 42 dias , quando as aves são mantidas em ambiente de alta temperatura.

Nas carnes, os antioxidantes mais utilizados são o ácido ascórbico (vitamina C) e o tocoferol (vitamina E). Segundo o NRC (1998), a necessidade de vitamina E no final do crescimento corporal para suínos é de 11mg kg<sup>-1</sup> de ração. Entretanto, quando a vitamina E é suplementada em níveis maiores (100 a 200mg kg<sup>-1</sup> de ração), é verificado um efeito antioxidante, aumentando o tempo de vida útil da carne (SOUZA, 2001). Em relação aos níveis de vitamina E no músculo L. dorsi em suínos na fase de terminação ocorreu diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos. Os animais que receberam a dieta contendo 10 ppm de ractopamina associada a vitaminas antioxidantes apresentaram maiores valores de vitamina E, comparados aos animais que receberam a dieta controle (0,23 vs 0,08mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente). A vitamina E protege os ácidos graxos mono e polinsaturados da carne (SOUZA & SILVA, 2006) e, quando aplicada via ração em níveis entre 100 a 200mg kg<sup>-1</sup> de ração, produz efeito antioxidante, o que aumenta o tempo de vida útil da carne.

### **Aditivos Fitogênicos, Extratos Vegetais e Óleos Essenciais**

Com a preocupação crescente da população em relação à qualidade dos alimentos e as restrições impostas pela União Europeia a respeito do uso de antimicrobianos na alimentação animal aumenta-se a demanda por pesquisa com produtos naturais (BARRETO, 2007). Os efeitos benéficos das plantas estão associados com a constituição de seus princípios ativos e compostos secundários. Tendo em vista a vasta variedade de plantas existentes, constituídas por inúmeras substâncias, o grande desafio na utilização de extratos vegetais, como aditivo alimentar consiste na identificação e quantificação dos efeitos exercidos pelos diferentes

componentes presentes nos óleos essenciais sobre o organismo animal.

Espécies vegetais como alho, manjerona, orégano, hortelã, alecrim, tomilho, zimbro, pimenta vermelha e cebola despertam interesse dos pesquisadores da nutrição animal, pois possuem princípios ativos que poderiam trazer benefícios aos animais. Portanto, esses aditivos fitogênicos, extratos herbais e extratos vegetais, fazem parte de uma classe de produtos que poderão substituir os agentes antimicrobianos, devido aos efeitos benéficos associados aos seus princípios ativos e compostos secundários (KAMEL, 2000). Os extratos vegetais possuem a capacidade de aprimorar o desempenho dos animais pelos seguintes mecanismos: aumentam a palatabilidade da ração; estimulam a secreção de enzimas endógenas e da função digestiva; possuem efeito trófico da mucosa, modulam a microbiota intestinal e auxiliam na redução de infecções subclínicas (LAUGHOUT, 2005).

Os óleos essenciais constituem-se complexas misturas de substâncias voláteis, geralmente lipofílicas, cujos componentes incluem hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, ácidos orgânicos fixos, etc., em diferentes concentrações, nos quais, um composto farmacologicamente ativo é majoritário (SIMÕES & SPITZER, 1999). De forma geral, os óleos essências modificam a microbiota intestinal e reduzem a carga microbiana ao impedir a proliferação de bactérias, fungos, protozoários e vírus, melhoram a renovação do revestimento intestinal e evita ataque de parasitas, permitindo o desenvolvimento de células mais saudáveis (BRUERTON, 2002).

A capsaicina, componente ativo da pimenta vermelha e o cinamaldeído presente na canela têm-se mostrado eficientes em estimular as enzimas pancreáticas e intestinais em animais monogástricos. Promovendo a redução na viscosidade intestinal e melhorando o processo de digestão dos alimentos. Outro exemplo desses aditivos fitogênicos é o alho, de nome científico *Allium sativum*, tem sido testado em animais, para o controle de parasitas e como um auxiliar no cresci-

mento. Possui efeito antidiarreico, anti-inflamatório, anticéptico, antifúngico, antiviral, anticarcinogênico, antioxidante, facilita a desintoxicação hepática e renal, é imunoestimulante e exerce efeito trófico na mucosa intestinal (SANTOS, 2010). A propriedade de imunoestimulação do alho está relacionada com os altos teores de zinco e selênio, ambos considerados metais antioxidantes. Carrijo et al. (2005), ao testar a inclusão do alho em pó beneficiou a conversão alimentar, porém não substituiu com eficácia o antibiótico usado como promotor de crescimento. No entanto, Shi et al. (1999), ao fornecerem 0,2, 1,0 ou 2,0 % de alho em dietas de frango de corte, verificaram redução da mortalidade, maiores peso corporal e consumo de ração e melhores índices econômicos com o nível de 1,0% de alho na dieta.

Oleforuh-Okoleh et al. (2015) e Kim et al. (2009) e encontraram efeito significativo ( $P<0,05$ ) para os parâmetros de desempenho de frangos de corte, no período total de criação, recebendo alho em pó e sob infusão nas rações, respectivamente.

Costa et. al. (2007), avaliando a substituição de antimicrobianos promotores de crescimento por óleos essenciais de cravo e orégano para leitões na fase de creche, observaram que os agentes antimicrobianos (colistina + tiamulina), proporcionaram os melhores desempenhos de leitões em fase de creche. Os extratos vegetais de cravo e orégano, individualmente, apresentaram efeitos ligeiramente redutores sobre o desempenho dos animais. Por outro lado, a combinação dos extratos de cravo e orégano promoveu desempenho muito próximo ao obtido com os antimicrobianos, demonstrando ser uma alternativa promissora como promotor de crescimento de leitões recém-desmamados.

### Ácidos orgânicos

Em seu mecanismo de ação potencial, os ácidos orgânicos e os óleos essenciais (fitoterápicos) podem ser o tipo mais relevante de aditivos para desenvolver uma estratégia de alimentação isenta de antibióticos (JESUS, 2010). A utilização de óleos essenciais tem mostrado potencial no controle de infecções e são seguros para a saúde humana e animal (NOSTRO et al., 2004).

A acidificação dos alimentos torna possível o controle das bactérias, podendo melhorar o crescimento e a eficiência alimentar, eliminando microrganismos que competem por nutrientes. Benefício semelhante é atribuído aos antibióticos; entretanto, os ácidos orgânicos não deixam resíduos na carcaça e não promovem o aparecimento de bactérias resistentes, de acordo com Garcia et al. (2000).

Durante muitas décadas, os ácidos orgânicos têm sido usados para controlar eficazmente o crescimento microrganismos dos alimentos baixando o pH (Murphy et al., 2006). Na legislação de alimentação estão inscritos como conservantes, mas os seus efeitos positivos sobre a saúde animal e desempenho, quando adicionadas em quantidades suficientes na ração, são também apresentados na literatura (GAMA et al. 2000; BONATO et al., 2009; YOUSSEF et al., 2013).

Portanto, os ácidos orgânicos quando usados corretamente junto com medidas nutricionais, de manejo e biosseguridade, podem ser um instrumento para manter a saúde o trato intestinal, melhorando o rendimento zootécnico sem risco de (PARTANEN & MROZ, 1999).

A quantidade de acidificante a ser adicionada à ração depende do seu pH e de sua capacidade tamponante. Dos diversos ácidos orgânicos utilizados na alimentação de suínos o ácido fumárico e o ácido cítrico são os mais utilizados, enquanto o ácido fosfórico é o ácido inorgânico mais comum.

O ácido cítrico e fumárico são acidificantes que podem ser empregados nas rações pré-iniciais. Entretanto, o efeito do acidificante na dieta sobre o desempenho dos suínos, depende da idade dos animais, da composição da dieta e da presença ou ausência de antimicrobianos. As quantidades de acidificantes empregadas dependem da capacidade em reduzir o pH. Animais adultos ajustam o pH gástrico por intermédio da secreção de HCl pelas células parietais, entretanto, em leitões recém-desmamados a situação é diferente, pois esses animais apresentam pH gástrico mais elevado e mais variável em relação aos animais adultos; portanto, presume-se que a insuficiência digestiva e as desordens intestinais de leitões desmamados

podem estar, parcialmente, relacionadas com a condição de não manterem o pH gástrico baixo, pelos efeitos sobre a ativação da pepsina, pela proliferação de coliformes e pela taxa de esvaziamento estomacal (ROSTAGNO & PUPA, 1998).

Vários pesquisadores observaram que a acidificação da dieta inicial melhora o desempenho dos leitões recém-desmamados. Os ácidos orgânicos de cadeia curta (AOCC) surgem com possibilidades de reduzir a carga bacteriana no trato digestivo e melhorarem o desempenho dos animais. No caso dos AOCC há um efeito antibacteriano específico à semelhança dos antibióticos, principalmente para AOCC, sendo particularmente efetivos contra *E. coli*, *Salmonella* e *Campylobacter*. Entretanto, na avicultura, os efeitos dos AOCC têm sido variáveis devido às características físico-químicas dos AOCC e à capacidade tampão dos ingredientes, a qual influí no pH do trato gastro intestinal e por conseguinte na heterogeneidade da microbiota intestinal (DIBNER & BUTTIN, 2002 e RICKE, 2003).

Segundo resultados encontrados por Vasconcelos et al. (2016), Tabela 1, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, e conversão alimentar por dúzia de ovos.

**Tabela 1.** Consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, e conversão alimentar por dúzia de ovos de poedeiras comerciais semipesadas alimentadas com ácidos orgânicos, óleos essenciais e simbióticos

Variáveis	TRATAMENTOS						
	C.N <sup>1</sup>	C.P <sup>2</sup>	AOE <sup>3</sup>	SIMBIO <sup>4</sup>	Média	EPM <sup>5</sup>	p-valor
CR <sup>6</sup> (g/ave/dia)	83,03	85,84	84,35	85,96	84,80	1,081	0,9512
PRO <sup>7</sup> (%)	86,76	89,14	87,51	88,39	87,95	0,360	0,3229
PESIVO <sup>8</sup> (g)	60,76	61,07	60,71	60,65	60,80	0,200	0,9315
MO <sup>9</sup> (g/ave/dia)	52,68	54,45	53,13	53,62	53,47	0,279	0,3345
CAM <sup>10</sup> (kg/kg)	1,552	1,560	1,562	15,78	1,563	0,017	0,9343
CADZ <sup>11</sup> (kg/kg)	1,123	1,165	1,159	1,171	1,155	0,013	0,9742

<sup>1</sup>C.N - Controle negativo; <sup>2</sup>CP - Controle positivo; <sup>3</sup>AOE - Ácidos orgânicos e óleos essenciais; <sup>4</sup>SIMBIO - simbiótico;

<sup>5</sup>EPM - Erro padrão da média; <sup>6</sup>CR - Consumo de ração; <sup>7</sup>PRO - Produção de ovos; <sup>8</sup>PESIVO - Peso do ovo; <sup>9</sup>MO - Massa de ovos; <sup>10</sup>CAM - Conversão alimentar por massa do ovo; <sup>11</sup>CADZ - Conversão alientar por dúzia de ovos.

**Fonte:** Vasconcelos et al. (2016).

A falta de efeito dos aditivos testados sobre as variáveis de desempenho podem ser vistos como um

índicio de que estes não interferiram no aproveitamento dos nutrientes da dieta, permitindo a manutenção da flora benéfica do trato digestivo, excluindo-se assim a possibilidade de efeitos tóxicos de tais aditivos.

### Vitaminas, minerais

Nesses grupos a função exercida pelos minerais ou vitaminas tem efeito puramente nutricional, sendo incluídos como micro ingredientes de formulação dentro de pré-misturas de vitaminas e minerais. Porém, algumas vitaminas podem ser classificadas noutros grupos como, por exemplo, as vitaminas E e C, que também atuam como antioxidantes como mencionadas nos tópicos anteriores.

- **Cromo**

Produtos que promovem melhorias na qualidade das carcaças têm sido lançados no mercado com o objetivo de melhorar a relação carne magra: gordura nas carcaças. O cromo sob forma de complexos orgânicos vem sendo testado com relação a sua efetividade na melhoria da carcaça. A função primária do Cr é ajudar a manter a homeostase glicêmica pela regulação da ação do hormônio insulina. Quando em presença de Cr em forma fisiologicamente ativa, os níveis de insulina necessários ao metabolismo normalmente são menores. Esse mineral tem, portanto, ação potencializadora da insulina, mas não se constitui em substituto do hormônio, para promover absorção de glicose pela célula. O Cr potencializa a ação da insulina influenciando desta forma o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas (MERTZ, 1993).

Entre os vários experimentos conduzidos, Renteria & Cuarón testando 558 suínos em crescimento e terminação com 200 ppb de picolinato de Cr, sendo que não encontraram efeitos no desempenho. Porém, as carcaças dos animais apresentaram diminuição da espessura de toucinho de 3,14 para 2,95 cm. A área de olho de lombo (AOL) aumentou de 28,6 para 31,4 cm<sup>2</sup>. Um achado importante foi que houve interação do Cr suplementar com o peso de abate ( $P<0,03$ ), sendo que o efeito do Cr foi evidente somente nos pesos altos de abate. Esses dados corroboram com os encontrados por Lien et al. (2001) e Xi Gang et al. (2001).

Os últimos autores mostraram acentuada melhoria na porcentagem de carne magra (7,58%) e área de

olho de lombo (15,55 %) e diminuição de espessura de toucinho (10,90%). A análise do hormônio lipase sensitivo, revelou-se 79,58 % mais ativo ( $p < 0,05$ ) e as atividades da isocitrato desidrogenase e da malato desidrogenase decresceram ( $P<0,05$ ) 15,06% e 54,53% respectivamente, no grupo tratado com Cr.

Sahin et al. (2002) que, avaliando níveis de picolinato - cromo (CrPi) em dietas para codornas japonesas em postura mantidas em ambiente de alta temperatura (32,5°C), observaram que a suplementação de Cr à dieta resultou em aumento do consumo de ração das aves. Em estudos conduzidos com galinhas poedeiras sob estresse por frio (SAHIN et al., 2001) e com frangos de corte em ambiente termoneutro (LIEN et al., 1999) e sob estresse por calor (SAHIN et al., 2002 e 2003), foi observado aumento do consumo em resposta à suplementação de Cr às dietas.

- **Betaína**

Os consumidores conscientes do que representa a alimentação para a saúde, tem motivado os nutricionistas, a buscarem estratégias de alimentação animal que possam atender a demanda. A betaína e a carnitina são duas substâncias que fazem parte dessas estratégias que tem sido estudada para verificar o efeito no crescimento, inferindo-se a possibilidade de aumentar a porcentagem de carne e diminuir a gordura na carcaça. Descoberta ainda no século XIX a partir do extrato do suco de beterraba (*Beta vulgaris*), a betaína é um composto aromático encontrado naturalmente nas células e sintetizada por uma grande variedade de microrganismos e plantas (CRAIG, 2004).

As pesquisas com esses agentes têm sido bastante intensas e devem continuar para elucidar o mecanismo de atuação dos produtos. A betaína é um composto metabólico, produto da oxidação da colina e que serve como doador de metilas no ciclo da adenosil-metionina a cisteína. Desta forma ela funciona como um poupadão de metionina e/ou colina nos processos metabólicos. Ao reduzir o gasto energético para manutenção das atividades metabólicas da célula (EKLUND et al., 2005), disponibiliza energia para outros processos metabólicos de produção e crescimento, trazendo benefícios no desempenho produtivo (BARBOSA, 2009).

Na nutrição animal, a betaina é amplamente apresentada como “modificador de carcaça” devido ao seu efeito lipotrófico (EKLUND et al., 2005). Participa da síntese de lecitina, que facilita o transporte da gordura pelo corpo (RATRIYANTO et al., 2009), e interage com o metabolismo lipídico por estimular o catabolismo oxidativo dos ácidos graxos por meio do aumento da síntese de carnitina no fígado assim como da atividade da enzima lipasehormônio-sensível nas células adiposas, proporcionando redução na gordura abdominal (ZHAN et al., 2006) e oferecendo assim um potencial para a redução de gordura de carcaça na produção comercial (SCHUTTE et al., 1997).

Vários estudos estão sendo conduzidos no sentido de avaliar o uso de betaina em suínos em crescimento e terminação e seus efeitos sobre a qualidade de carcaça. Mathews et al. (2001) alimentou suínos com peso corporal entre 55 e 109 kg com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com 0,125% de betaina, contendo 0,85% de lisina e 126 mg/kg de colina. A adição de betaina às dietas não alterou o desempenho dos animais nem as características da carcaça, no entanto provocou um pequeno aumento na porcentagem de carne magra. Mais tarde em outro trabalho Mathews et al. (2001) encontraram que a betaina, com o uso de 0,250%, ocorreu melhoria significativa de alguns aspectos de qualidade da carcaça. Wang & Xu (2000), concluíram que a suplementação de 1500 ppm de betaina para castrados e leitoas abatidos aos 65 kg, aumentou o ganho de peso em 10,3% e 15,6%, respectivamente. Também houve melhorias nas características de carcaça com redução da espessura de toucinho de 18% e 11% para castrados e fêmeas.

Além disso, o uso de betaina aumentou o rendimento de carcaça de frangos de corte (BOEMO, 2012), de cortes em patos (WANG et al., 2004), de peito em frangos de corte (BOEMO, 2012).

### Enzimas

As enzimas digestivas promovem a hidrólise dos componentes dos alimentos tornando os nutrientes mais disponíveis para a absorção. São produzidas a partir de um substrato dependente. Contudo, em algumas circunstâncias (idade, saúde, fisiologia da

espécie animal) as enzimas são produzidas em quantidades insuficientes ou mesmo nem são produzidas, dificultando a digestão dos alimentos. Assim, a utilização de enzimas exógenas nas rações pode se constituir em ferramenta eficiente para melhorar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais.

#### • Fitase

As fitases são enzimas exógenas comumente usadas na alimentação dos animais monogástricos. Ao hidrolizar o fitato a enzima libera o fósforo, melhora a assimilação pelo animal e reduz os impactos negativos da excreção de fósforo inorgânico para o meio ambiente.

Tem sido largamente estudada em dietas de suínos e aves. Nos vegetais cerca de 2/3 do fósforo (P) encontra-se ligado aos fitatos e em geral, seria suficiente para atender as funções essenciais dos suínos, não fosse sua baixa disponibilidade, variando de 15 a 50% dependendo do vegetal. Isso ocorre devido ao fósforo estar presente na forma de fitato, o qual é praticamente indigestível, sendo eliminado nas fezes. Assim, há necessidade de se suplementar P através de fontes inorgânicas para atender as exigências para máximo desempenho. Obviamente, se os suínos são alimentados com quantidades de fósforo acima do requerido, o excesso é eliminado através dos dejetos, agravando-se o problema de contaminação ambiental. A fitase usada na quantidade de 466 FTU/kg de dieta proporcionou uma redução nas excreções de N, P e Ca em dietas de suínos (LUDKE et al., 2000).

Fitases são enzimas que possuem a propriedade de romper a ligação do fósforo orgânico ligado aos sais de ácido fítico, tornando-o disponível biologicamente nas formas de inositol e ortofosfato. Por isso a adição de fitase exógena às dietas serve para disponibilizar o P orgânico presente nos vegetais. Mede-se a atividade das fitases (FTU) pela quantidade de micromoles de P inorgânico liberado pelo fitato de sódio, em um minuto, na temperatura de 37 °C e em pH de 5,5 ( 1 FTU = 1 µmol P inorgânico).

#### • Complexos enzimáticos

A associação de enzimas pode ser usada satisfatoriamente com melhoria no aproveitamento dos nutrientes, no equilíbrio da microbiota bacteriana e com resultados positivos no desempenho das aves (BARBOSA et al., 2012); devido atuarem de maneira sinérgica (MENEGHETTI, 2013).

Preparações comerciais envolvendo enzimas como amilase, xilanase, proteases, alfagalactosidase, pectinases, celulases, lipases, tem sido usadas com sucesso na melhoria do desempenho de aves (GARCIA et al., 2000). Beta-glucanas e pentosanas solúveis (xilose + arabinose) são observadas em diversos cereais e possuem a capacidade de formar géis, em contato com a água, dando origem a soluções viscosas que retardam a absorção de nutrientes. O uso de complexo enzimático (fitase, protease, xilanase,  $\beta$ -glucanase, celulase, amilase e pectinase) com níveis de 0; 100; 200; 300 e 400 g/ton em dietas à base de milho e de farelo de soja foram avaliados sobre os parâmetros de desempenho, de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de frangos de corte. A inclusão do complexo enzimático não influenciou o desempenho, o rendimento de carcaça e a qualidade da carne. No entanto, os níveis de 200g/ton aumentou o rendimento de peito e das asas aos 42 dias (DALÓLIO et al., 2016).

### Ácidos graxos

Não há dúvidas de que os alimentos de origem animal fornecem grande quantidade de nutrientes para a humanidade, como proteína de alto valor biológico, vitaminas, minerais, e outros. Entretanto, a quantidade e a natureza dos lipídios dos alimentos de origem animal têm preocupado os consumidores. Há evidências que a dieta humana seja deficiente em ácidos graxos insaturados (AG-I) e ácidos graxos poliinsaturados ou PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids).

A classificação dos ácidos graxos ocorre de acordo com o número de duplas ligações, onde há os saturados (sem dupla ligação), monoinsaturados (uma dupla) e poliinsaturados. Os ácidos graxos poliinsaturados caracterizam-se por possuírem 18 ou mais átomos de carbono em sua estrutura química e duas ou mais insaturações. As principais séries de ácidos graxos poliinsaturados são os ômegas 3 e 6.

### • Ômega-3 e 6

A classificação ômega está relacionada à posição da primeira dupla ligação, iniciando-se a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos poliinsaturados -3 apresentam a primeira ligação dupla entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados-6 têm a primeira ligação dupla entre as séries dos ácidos graxos poliinsaturados -3 e -6 são originadas dos precursores: ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico, respectivamente, e são denominados de ácidos graxos essenciais, uma vez que os mamíferos e as aves necessitam adquiri-los através da dieta, pois não são capazes de sintetizá-los (HORNSTRA, 2001).

O uso de estratégias nutricionais para melhorar a qualidade e a composição dos produtos de origem animal, utilizados na alimentação humana, tem se constituído no elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana. Atenta a essa nova tendência, a indústria avícola vem pesquisando e promovendo a comercialização de ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3.

A percentagem de composição da gema do ovo em seus elementos principais – proteína, água, gordura, vitaminas e minerais, ácidos graxos saturados, a composição em ácidos graxos mono e poliinsaturados da gema pode ser alterada pela manipulação da quantidade e do tipo de gordura incluída na dieta das galinhas poedeiras.

Para suprir essa deficiência, produtos comerciais ou alimentos ricos em ácidos graxos do grupo ômega-3 (ácido docosahexanóico – DHA; ácido docosapentanóico - C22:5), tem sido utilizados na alimentação das poedeiras, objetivando a produção de ovos com maior nível nutricional de "ácidos graxos essenciais", como os exemplos a seguir:

- a) **Produto obtido de algas**
- b) **Óleo de peixe**
- c) **Farinha de peixe**
- d) **Fontes vegetais**
- e) **Óleo de linhaça**

A suplementação de rações de aves poedeiras com produtos que aumentem o conteúdo de ácidos graxos insaturados do grupo ômega-3 deve vir acompanhada de maior adição de antioxidantes.

Outras justificativas de se usar óleos e gorduras na dieta é por apresentar em grande densidade energética, melhorar a palatabilidade, aumentar o consumo de ração, melhorar a digestibilidade, melhorar a conversão alimentar, diminuir a pulverulência da ração, reduzir o estresse calórico das aves, além de melhorar a absorção das vitaminas lipossolúveis (PUCCI et al., 2003; LARA et al., 2005).

O óleo de linhaça possui alto valor econômico devido às altas quantidades de ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3 n-3 cis-9, 12, 15). Essa fonte lipídica tem sido cada vez mais utilizada para poedeiras com o intuito de produzir ovos enriquecidos com ácido graxo da família ômega 3 além dos benefícios que essa fonte lipídica pode proporcionar para o organismo das aves gerando possíveis melhorias na qualidade de ovos de acordo com Basmacioglu et al. (2003), a inclusão de óleo de peixe na dieta de galinhas poedeiras diminui o colesterol e enriquece a quantidade de ômega 3 do ovo. Nessa pesquisa citada, os resultados demonstram que o perfil de ácidos graxos do ovo pode ser claramente manipulado pela dieta, indicando que o uso de óleo de peixe na ração de poedeiras pode produzir ovos com maior valor biológico, implicando em possibilidade de obtenção de maior retorno econômico.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, podemos observar a importância de se oferecer aos animais uma alimentação balanceada que supra com as exigências de cada um e com a importância de se oferecer alimentos que melhorem o desempenho dos mesmos, melhorando a qualidade do produto final e consequentemente a saúde do consumidor.

Desta forma, os alimentos funcionais que são aqueles que além de possuírem a capacidade de nutrição, fornecem aos animais a possibilidade de melhorar outra característica à parte, cumprem com o papel que hoje em dia é tão importante do mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *Jornal de cirurgia vascular brasileiro*. v.3, n.2, p.145-54. 2004.

ARAUJO D.M. 2005. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, 66p.

BARBOSA, N. A. A. **Avaliação de aditivos em dietas de frangos de corte.** 2009.190 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,Jaboticabal. 2009.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. *Ciência Rural*, v.42,n.8, 2012.

BARRETO, M. S. R.; MENTEN, J. F. M; RACANICCI, A. M. C; PEREIRA, P. W. Z; RIZZO, P. V. Energia metabolizável de rações suplementadas com extratos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Campinas, Suplemento 9, p.33, 2007b.

BASMACIOĞLU, H.; ÇABUK, M.; ÜNAL, K.; ÖZKAN, K.; AKKAN, S.; YALÇN,H. Effects of dietary fish oil and flaxseed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. *South African Journal of Animal Science*.,v. 33,p. 265-273, 2003.

BOEMO, L. S.N.N. **Dimetilglicina em dietas para frangos de corte.** 71 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

BORGES, V. C. **Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos.** In: Waitzberg DL. Nutrição Enteral e Parenteral na Prática Clínica. São Paulo: Atheneu; 2001.

BRUERTON, K. Antibiotic growth promoters – are there alternatives? In: POULTRY INFORMATION EXCHANGE ORGANISING COMMITTEE, 2002, Caboolture. *Anais...* Caboolture:

BUSANELLO, M.; M. S. S. Pozza; P. C. Pozza; R. V. Nunes; A. P. S. Chambo; I. I. Eckstein. 2015.

Probiotics: viable and inactivated cells on performance, microflora and blood parameters pf piglets. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal** 16(2): 387-396.

CARRIJO, A.S.; MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C.; GONÇALVES, J. C.; CRUZ,V.C.; KUIBIDA, K.V.; PINHEIRO, D.F. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, Brasília, jul., 2005.

COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; MIYADA, V.S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.589-595, 2007.

DALÓLIO, F.S.; MOREIRA, J.; VAZ, D.P.; ALBINO, L.F.T.; VALADARES, L.R.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.2, p.149-161, 2016.

DIBNER, J. J. Buttin, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gutmicroflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research** 11:453–463. 2002.

DONATO DCZ, AlbuquerqueR, Garcia PDSR, BaleiroJCC. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de cálcio suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2011; 40(10): 2161-2166.

EKLUND, M.; et al. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. **Nutrition Research Reviews**, v. 18, p. 31-48, 2005.

FREITAS, E. R.; Rabello, C. B-V; Watanabe, P. H. **Probióticos e Prebióticos na nutrição de monogástricos**. In: **Nutrição de não ruminantes**. Funep: Jaboticabal, 2014. 485-510p.

FUKAYAMA, H. E. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2316-2326, 2005.

GAGGIA, F.; P. Mattarelli; B. Biavati. Probiotics and prebiotics in animal feeding for food production. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, p. S15-S28, 2010.

GAMA, N. M. S. Q.; OLIVEIRA, M. D.; SANTIN, E.; BERCHIERI JR, A. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, v. 30, n. 3, p. 499-502, 2000.

GARCIA, E.R.M., Murakami, A.E., Branco, A.F. et al. Efeito da Suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Revista Brasileira de Zootecnia** .2000. 29(5):1414-26.

GARCIA, R. G.; ARIKI, J.; MORAES, V. M. B.; KRONKA, S. N.; BORGES, S. A. Promotor de crescimento em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, 2000.

HORNSTRA, G. 2001. Importance of polyunsaturatedfatty acids of the n-6 and n-3 families for earlyhuman development. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 103, 379-389.

JESUS, J. S. Utilização de prebióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais na alimentação de frangos de corte. **Dissertação** (Mestrado) 2010. 41 f. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach extracts. **Feed Mix – The International Journal on Feed, Nutrition and Technology**, Doetinchem, v.18, n.6, p. 19-24, 2000.

KIM, Y.J.; JIN, S.K.; YANG, H.S. Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. **Poultry Science**,v.88, p.398-405, 2009.

LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Anais**:Facta, p.21-33, 2005.

LARA, L.J. C.; BAIÃO, N. C.; AGUILAR, C. A. L.; CANÇADO, S. ; FLUZA, M. A.; RIBEIRO, B. R. C. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 792-798, 2005.

LEMOS, M. J.; CALIXTO, L. F. L.; TORRES-CORDIDO, K. A. A.; REIS, T. L. Use of a balancing food additive of the intestinal flora for broilers and laying. **Arq. Inst. Biol.**, v.83, 1-7, 2016.

MATTHEWS, J. O., L. L. Southern, A. D. Higbie, M. A. Persica, and T.D. Bidner. 2001b. Effects

of betaine on growth, carcass characteristics, pork quality, and plasma metabolites of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.722-728.

MENEGETTI, C. Associação de enzimas em rações para frangos de corte. 2013. 96f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) -Universidade Federal de Lavras, 2013.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal of Nutrition**, v.123, p.626-633, 1993.

LIEN, T.F.; WU, C.P.; WANG, B.J. et al. Effects of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. **Animal Science**, v.72, n.2, p.289-296, 2001.

MURPHY, R.Y.; HANSON, R.E.; JOHNSON, N.R.; CHAPPA, K.; BERRANG, M.E. Combining organic acid treatment with steam pasteurization to eliminate Listeria monocytogenes on fully cooked frankfurters. **Journal of Food Protection**, v. 69, p.47-52, 2006.

NOSTRO, A. et al. Susceptibility of methicillin-resistant Staphylococci to oregano essential oil, carvacrol, and thymol. **FEMS Microbiology Letters**, v. 230, p. 191-195, 2004.

NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington: National Academy, 1998. 210p.

NUNES, R.V.; SCHERER, C.; SILVA, W.T.M.; APPELT M.D.; POZZA P.C.; VIEITES, F.M. Avaliação de probiótico na alimentação de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** vol.65 no.1 Belo Horizonte Feb. 2013.

OLEFORUH-OKOLEH, V.U.; NDOFOR-FOLENG, H.M.; OLORUNLEKE, S.O. et al. Evaluation of growth performance, haematological and serum biochemical response of broiler chickens to aqueous extract of ginger and garlic. **Journal of Agricultural Science**, v.7, n.4, p.167-173, 2015.

PARTANEN, K.H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition research review**, v. 12, p. 117-145, 1999.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RATRIYANTO, A.; et al. Metabolic, osmoregulatory and nutritional functions of betaine in monogastric animals. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 10, p. 1461-1476, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; PUPA, J.M.R. Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. In: **Simpósio sobre Nutrição e Manejo de Leitões. Anais...** Campinas SP FACTA1998. p.60-87.

RUTZ, F.; LIMA, G.J.M.M. de. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: **Conferência Apinco - Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1994, Curitiba, PR. Anais... Curitiba: FACTA, p. 73-84. 1994.

SAHIN, K.; KUCUK, O. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.85, p.342-348, 2001.

SAHIN, K.; KÜCÜK, O.; SAHIN, N. Effects of dietary chromium picolinate supplementation on performance and plasma concentrations of insulin and corticosterone in laying hens under low ambient temperature. **Journal of Animal Physiology and Nutrition**, v.85, p.142-147, 2001.

SAHIN, K.; ONDERCI, M.; SAHIN, N. et al. **Effects of dietary chromium picolinate and ascorbic acid supplementation on egg production, egg quality and some blood metabolites of laying hens reared under low ambient temperature (6 degrees C)**. Archiv Tieremahr, v.56, p.41-49, 2002b.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; KÜCÜK, O. **Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high environmental temperature (32°C)**. Nutrition Research, v.23, p.225-238, 2003.

SANTOS, G.C. **Alternativas ao uso de promotores químicos de crescimento sobre o desempenho e características de carcaças de frangos de corte**. 2010. 67f. Dissertação(Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2010.

SCHUTTE, J. B.; et al. Replacement value of betaine for DL-methionine in male broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, p.321-325, 1997.

SHI, X.H.; LI, S.Z.; LIU, Z.P. A trial on the use of garlic as a feed additive for meat chickens. **Poultry Husbandry and Disease Control**, v.10, p.19-20, 1999.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. Cap.18, p.387-416. 1999.

SOUZA, V.L.F. A influência de dietas suplementadas com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol. 2001. 222 fls. **Tese** (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

STILBORN, H.L.; HARRIS JR., G.C.; BOTTJE, W.G.; WALDROUP, P.W. Ascorbic acid and acetylsalicylic acid (aspirin) in the diet of broilers maintained under heat stress conditions. **Poultry Science**, v.67, p.11831187, 1988.

TANG, S. G. H.; SIEO, C. C.; RAMASAMY, K; SAAD, W. Z.; WONG, H. K.; HO, Y. W. Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and symbiotic. **BMC Veterinary Research** BM. C 2017, 13: 248, 2017.

VIEIRA VAZ, R.G.M. Nutrientes funcionais em rações de frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. 2006. 48f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WANG, Y.Z., Z.R. Xu and J. Feng, 2000. **Study on the effect of betaine on meat quality and the mechanism in finishing pigs**. Sci. Agric. Sin., 33: 94-99.

ZHAO, P. Y.; J. P. Wang; I. H. Kim. 2013. Evaluation of dietary fructan supplementation on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, fecal microbial flora, and fecal noxious gas emission in finishing pigs. **Journal Animal Science** 91:5280-5286.