

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**CAROLINE SCHMIDT FACCHI**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE UM BLEND DE ADITIVOS NATURAIS SOBRE O  
DESEMPENHO E SAÚDE INTESTINAL DE AVES E PEIXES**

**LAGES  
2024**

# **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE UM BLEND DE ADITIVOS NATURAIS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE INTESTINAL DE AVES E PEIXES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal. Orientador: Prof. Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat.

**LAGES**

**2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da  
Biblioteca Universitária Udesc,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Facchi, Caroline Schmidt  
AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE UM BLEND DE  
ADITIVOS NÁTURAIS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE  
INTESTINAL DE AVES E PEIXES : Utilização de aditivos  
fitogênicos em monogástricos / Caroline Schmidt Facchi. --  
2024.  
49 p.

Orientador: Prof. Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat  
Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de  
Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2024.

1. Desempenho. 2. Saúde intestinal. 3. Microbiologia. 4.  
Imunomodulação. I. Fabregat, Prof. Dr. Thiago El Hadi Perez.  
II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal. III. Título.

# CAROLINE SCHMIDT FACHI

## AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE UM BLEND DE ADITIVOS NATURAIS SOBRE O DESEMPENHO E SAÚDE INTESTINAL DE AVES E PEIXES.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal.

**Orientador:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr. Thiago El Hadi Perez Fabregat**

UDESC – CAV, Lages, SC

**Membro:** \_\_\_\_\_

**Dra. Masaio Mizuno Ishizuka**

USP – São Paulo, SP

**Membro:** \_\_\_\_\_

**Dra. Jovanir Inês Muller Fernandes**

UFPR – Palotina, PR

**Membro:** \_\_\_\_\_

**Dr. Rafael Lazzari**

UFSM – Santa Maria, RS

**Membro:** \_\_\_\_\_

**Dr. Marcel Manente Boiago**

UDESC – CEO, Chapecó, SC

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida.

Aos meus pais, pelo amor, presença, palavras de apoio e garra. Vocês são minha maior fonte de inspiração e força!

Ao meu irmão pela alegria, amor, opinião forte e ser meu maior fã.

Ao meu marido por compartilhar desse sonho comigo, ser meu suporte e incentivador.

Ao meu orientador Prof. Dr. Thiago Fabregat, pela amizade, paciência, direcionamento, conhecimento e parceria.

A minhas amigas, Bia e Ledi, pelas aventuras, perrengues, ouvidos, força de trabalho e abraços. Ao Francisco, por me questionar várias vezes, e acreditar na ideia tanto quanto eu, tornando-a mais coesa e firme!

A Larissa e toda a equipe Lapis, vocês tornaram isso possível. Gratidão!

Ao Prof. Dr. Tiago Petrolli pelo suporte e conhecimento.

A empresa BTA Aditivos, na figura do Sr. José Valter, por acreditar nesse projeto, nos incentivar a pensar além e prover todos os recursos para que ele fosse real.

A empresa Labcon, por fornecer os kits para avaliação de qualidade de água.

Não consigo expressar de maneira adequada a minha gratidão pela vida de vocês. Certamente, sou uma pessoa de muita sorte, por poder ter em meu caminho tantas pessoas que se sentem felizes pelos sonhos alheios. Que Deus possa retribuir em bençãos, todo o empenho que vocês colocaram em forma de ajuda e suporte para esse material. Muito obrigada!!

## RESUMO

A crescente busca por alimentos que atendam o conceito *one health*, vem fazendo com que as pesquisas sejam direcionadas para ingredientes alternativos e naturais, para que possam substituir moléculas sintéticas. A utilização de ácidos orgânicos, extratos vegetais e óleos essenciais, tem alcançado bons resultados como substitutos aos promotores de crescimento em diversas espécies. Essas moléculas naturais, além de promoverem melhorias no ganho de peso, atuam fortalecendo o sistema intestinal, desse modo, resultam em melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, proporcionando maior digestibilidade, e melhoria na saúde intestinal. O uso dos ácidos orgânicos na alimentação animal, tem sido explorado em diversas aplicações, sanitização de ambiente, acidificação de água de bebida, controle microbiológico de rações e matérias-primas. Sendo assim, o seu emprego na alimentação, através da técnica de microencapsulamento, otimiza a sua aplicação e assegura bons resultados na manutenção da microbiota. O microencapsulamento de moléculas, proporciona que seja direcionada a quantidade adequada de ativos, para que os animais expressem bons resultados, e diminui a excreção desses compostos para o ambiente. O presente trabalho irá apresentar uma revisão sobre os aditivos e seus efeitos em frangos de corte e peixes, e também, 2 experimentos, que poderão demonstrar o efeito dos aditivos na prática.

**Palavras-chave:** **saúde única, digestibilidade, saúde animal, microencapsulado.**

## ABSTRACT

The growing search for foods that meet the one health concept has led to research being directed towards alternative and natural ingredients, so that they can replace synthetic molecules. The use of organic acids, plant extracts and essential oils has achieved good results as substitutes for growth promoters in several species. These natural molecules, in addition to promoting improvements in weight gain, act by strengthening the intestinal system, thus resulting in better use of nutrients from the diet, providing greater digestibility, and improving intestinal health. The use of organic acids in animal feed has been explored in several applications, environmental sanitation, acidification of drinking water, microbiological control of feed and raw materials. Therefore, its use in food, through the microencapsulation technique, optimizes its application and ensures good results in maintaining the microbiota. The microencapsulation of molecules allows the appropriate amount of active ingredients to be directed, so that the animals express good results, and reduces the excretion of these compounds into the environment. This work will present a review of additives and their effects on broiler chickens and fish, and also 2 experiments, which will be able to demonstrate the effect of additives in practice.

**Keywords:** One health, digestibility, animal health, microencapsulated.

## APRESENTAÇÃO

Esta tese apresenta-se em três capítulos, sendo que cada corresponde aos seguintes manuscritos:

**CAPÍTULO 1:** Considerações gerais.

**CAPÍTULO 2:** Manuscrito elaborado na forma de artigo científico com o título: “DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE FRANGOS SUPLEMENTADOS COM ADITIVO ACIDIFICANTE MICROENCAPSULADO.”

**CAPÍTULO 3:** Manuscrito elaborado na forma de artigo científico com o título: “EFEITO DE UM BLEND DE ADITIVOS SOBRE O DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E METABOLISMO DE KINGUIOS (CARASSIUS AURATUS).”

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados

**Tabela 2.** Composição do blend utilizado

**Tabela 3.** Tratamentos utilizados

**Tabela 4.** Composição do blend utilizado

**Tabela 5.** Composição alimentar e nutricional das rações

**Tabela 6.** Desempenho de Frangos de corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 7.** Desempenho de Frangos de corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 8.** Peso relativo de órgãos de Frangos de corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 9.** Avaliação bioquímica sérica de frangos de corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 10.** Contagem bacteriana de mesófilos totais em cama e excretas de frangos de corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 11.** Avaliação histológica intestinal de frangos corte suplementados com diferentes aditivos na dieta

**Tabela 12.** Composição percentual do blend utilizado

**Tabela 13.** Biometria de kinguios suplementados com blend de aditivos

**Tabela 14.** Colorimetria de kinguios suplementados com blend de aditivos

**Tabela 15.** Histologia intestinal de kinguios suplementados com blend de aditivos

**Tabela 16.** Perfil enzimático intestinal de kinguios suplementados com blend de aditivos

## Sumário

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	11
1. Introdução .....	11
2. Revisão Bibliográfica.....	12
2.1. ÁCIDOS ORGÂNICOS .....	12
2.1.1. Ácido Propiônico com potencial microbiológico em frangos de corte.....	13
2.1.1. Ácido Propiônico com potencial microbiológico em peixe ornamental.....	14
2.2. EXTRATOS VEGETAIS .....	14
2.2.1. Extrato de Açafrão (Curcumina) .....	15
2.2.2. Extrato de Acácia (Taninos).....	16
2.2.3. Extrato de Pimenta (capsaicina).....	17
2.3. NUCLEOTÍDEO PARA SAÚDE INTESTINAL.....	18
2.4. FARINHAS DE VEGETAIS – FONTE DE FIBRAS PARA BACTÉRIAS BENÉFICAS	19
2.5. ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE KINGUIOS .....	20
2.6. MICROENCAPSULAÇÃO.....	21
2.5.1. Fornecimento de aditivos microencapsulados .....	22
Referências bibliográficas.....	22
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM UM PROGRAMA DE BLEND DE ADITIVOS MICROENCAPSULADO.....	26
1.    Introdução .....	27
Metodologia utilizada: .....	28
Resultados .....	31
Discussão .....	34
Conclusão.....	36
Referências.....	36
Capítulo 3: EFEITO DE UM BLEND DE ADITIVOS SOBRE O DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E METABOLISMO DE KINGUIOS ( <i>Carassius auratus</i> ).....	43
1.    Introdução .....	44
Metodologia utilizada: .....	45
Resultados .....	48
Discussão .....	50
Conclusão.....	51
Referência Bibliográfica .....	51

# CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

## 1. Introdução

O Brasil é um país de destaque no cenário mundial na produção animal. A crescente necessidade de produzir com práticas mais sustentáveis e atendendo os conceitos de ESG, tem trazido ao universo da produção, novas maneiras de produzir. A inclusão de ingredientes naturais, que sejam mais eficientes e apresentem menor contaminação ambiental, tem sido foco de recentes pesquisas.

Dentre as espécies de destaque no cenário nacional, a produção de carne de frango tem ocupado uma posição importante nessa classificação. Outras espécies apresentam crescimento acentuado, como a produção intensiva de peixes. Não apenas as espécies com características alimentares, mas também, os peixes ornamentais.

O segmento de aquários e peixes ornamentais, representa hoje a 4º ocupação no segmento pet, com mais de 22 milhões de peixes comercializados no ano de 2022, representando um crescimento de 4% em comparação ao ano anterior. O professor Leopoldo Barreto, do curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), afirma que o projeto AQUA BRASIL almeja alcançar um crescimento de 6% das exportações brasileiras de organismos aquáticos ornamentais, demonstrando os padrões de qualidade, diversidade e sustentabilidade do produto brasileiro.

Na avicultura, o Brasil tem se consolidado como mercado influente. De acordo com o relatório anual da ABPA, ocupamos o 2º lugar na produção mundial e somos o maior exportador dessa proteína. Com esses números, faz-se cada vez mais, buscar alternativas para intensificar a produção e trazer melhores condições de sanitárias para esses lotes.

Dentre as ferramentas mais utilizadas, citamos aqui, os ácidos orgânicos. Os quais são utilizados em rações para monogástricos devido seu efeito inibidor sobre o desenvolvimento microbiano e sobre a disponibilidade de nutrientes (GAMA et al., 2000). Esses aditivos possuem competência em reduzir o pH dos alimentos, podem melhorar a conservação dos mesmos (ESPÍNDOLA, 2016) agir como flavorizante e também, atrasando a degradação enzimática (ADAMS, 1999). Também atuam como agentes quelantes que previnem ou reduzem a oxidação vinda da catálise dos metais-íons, agindo como inibidores do crescimento microbiano (ADAMS, 1999). Alguns ácidos orgânicos possuem maior utilização a campo quando comparados aos demais. Essa variação pode ser atribuída as diferenças de pKa de cada ácido (PARTANEN, 1999). Dessa forma, objetiva-se assemelhar ao máximo as condições ideais de manejo, para que o efeito da inclusão dos ácidos seja efetivo.

Os ácidos orgânicos de maior valor comercial são conhecidos como ácidos de cadeia curta, entre eles estão: ácido fórmico, propiônico e butírico, que além de possuírem pka interessante para controle microbiológico, também apresentam potencial de influência na manutenção da morfologia intestinal (PICKLER et al., 2012). Dentre os ácidos mais utilizado, o ácido propiônico tem excelente efeito no controle de microrganismos, e melhoria do desenvolvimento da morfologia intestinal. Esse ácido é amplamente utilizado em aditivos para alimentação animal, seja na forma livre ou protegida (POVERENOV; GRANIT; GABAI, 2013; JOSÉ, 2017).

Outra importante ferramenta para a alimentação animal, são os óleos essenciais. Esses aditivos também pode ser incorporados na dieta, pois possuem efeito positivo sobre a produção enzimática, sendo recomendados para inclusão na dieta com propósito de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, e também, auxiliar no controle microbiológico, através da permeabilidade da membrana que acarretam os óleos essenciais, eliminando as bactérias por esgotamento (JONES, 2001). Os óleos essenciais são metabólitos secundários das plantas, podendo ser extraídos de várias espécies vegetais, e também de porções diferentes de cada planta (SIMÕES et al. 2007). Dentre os óleos mais utilizados, citamos: óleo essencial de canela, cravo, orégano, pimenta e alecrim (KAMEL, 2000). Cada óleo essencial, possui uma forma de ação de área que proporciona maior efetividade, sendo amplamente estudados, a fim de sermos cada vez mais assertivos na inclusão deles nas formulações.

Apesar da grande eficácia já demonstrada, ainda existem algumas lacunas sobre o modo de ação destes compostos no organismo do animal, e também se há sinergia com outros compostos.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. ÁCIDOS ORGÂNICOS

A demanda pelo consumo de produtos cárneos com plena qualidade e segurança, tem aumentado nos últimos anos, e por isso, a busca pela máxima eficiência alimentar é um ponto crítico a ser considerado nas criações comerciais. Dessa forma, é fundamental a disponibilidade de métodos confiáveis para a substituição dos antibióticos (DIBAI, 2012), pois a integridade do trato gastrintestinal das aves não pode ser comprometida, devendo permanecer saudável e funcional por toda a vida, uma vez que refletirá diretamente na produtividade desses animais (BARRETO, 2007).

Além da atividade antimicrobiana específica, os ácidos orgânicos têm vários efeitos adicionais incluindo a redução do pH na hora da digestão e também da dieta (DIBNER e BUTTIN, 2002). A finalidade da acidificação da dieta é a inibição de bactérias intestinais que competem com o hospedeiro pelos nutrientes, e a diminuição dos metabólitos bacterianos tóxicos, proporcionando

melhorias na digestibilidade dos nutrientes, garantindo a evolução no desempenho das aves (KHAN e IQBAL, 2016).

Os ácidos orgânicos contribuem para melhora na digestibilidade pois atuam no aumento da secreção pancreática e efeitos tróficos sobre a mucosa do trato gastrintestinal (DIBNER e BUTTIN, 2002). São fonte energética preferencial para as células intestinais, agindo também sobre o crescimento e integridade da mucosa, atuando positivamente sobre a atividade microbiana luminal (MACHINSKY, 2008).

Segundo Pereira et al. (2015) a suplementação com ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (ácidos acético, butírico e láctico), na primeira semana de vida, eleva o número de células CD3+, pelo aumento de bactérias ácido lácticas na mucosa intestinal causado por essa suplementação. Essas bactérias ácido lácticas estimulam as células T no intestino e, na ausência de injúrias, células de memória permanecem na mucosa ao longo da vida dos frangos, o que é extremamente importante para a manutenção da saúde intestinal. Devido a estas propriedades dos AGCC, muitos trabalhos demonstram os benefícios de sua suplementação no desempenho zootécnico de frangos de corte (ANTONGIOVANNI et al., 2007; HASHEMI et al., 2014; AL-SULTAN et al., 2016).

### **2.1.1. Ácido Propiônico com potencial microbiológico em frangos de corte**

Os ácidos orgânicos são utilizados em rações para monogástricos devido seu efeito inibidor sobre o desenvolvimento microbiano e sobre a disponibilidade de nutrientes (GAMA, 2000). Esses aditivos possuem competência em reduzir o pH dos alimentos, podendo melhorar a conservação dos mesmos (ESPÍNDOLA, 2016) agir como flavorizante e também, atrasando a degradação enzimática (ADAMS, 1999). Também atuam como agentes quelantes que previnem ou reduzem a oxidação vinda da catálise dos metais-íons, agindo como inibidores do crescimento microbiano (ADAMS, 1999). Alguns ácidos orgânicos possuem maior utilização a campo quando comparados aos demais. Essa variação pode ser atribuída as diferenças de pKa de cada ácido (PARTANEN, 2001). Dessa forma, objetiva-se assemelhar ao máximo as condições ideais de manejo, para que o efeito da inclusão dos ácidos seja efetivo.

Os ácidos orgânicos de maior valor comercial são conhecidos como ácidos de cadeia curta, entre eles estão: ácido fórmico, propiônico e butírico, que além de possuírem pKa interessante para controle microbiológico, também apresentam potencial de influência na manutenção da morfologia intestinal (PICKLER et al., 2012). Dentre os ácidos mais utilizado, o ácido propiônico tem excelente efeito no controle de microrganismos, e melhoria do desenvolvimento da morfologia intestinal. Esse ácido é amplamente utilizado em aditivos para alimentação animal, seja na forma livre ou protegida (POVERENOV; GRANIT; GABAI, 2013; JOSÉ, 2017).

Bourassa et al. (2018) realizaram três experimentos separados com desafio de *Salmonella* Typhimurium em frangos e analisaram a eficácia de ácido fórmico e propiônico para suprimir a prevalência de *Salmonella*. O nível máximo de ácido fórmico utilizado foi de 6 kg/ton e de ácido propiônico foi de 10 kg/ton. Já no experimento em que foi adicionado ácido orgânico na água os níveis foram de 1,0 ml/L de ácido fórmico e propiônico. A adição desses ácidos na água ou na ração provocou a diminuição da prevalência de *Salmonella*, tanto na cama de frango quanto no ceco dos frangos.

A mistura de ácido orgânico melhorou a microbiota cecal de frangos quando desafiados a *Salmonella* Typhimurium. Pintos de um dia receberam uma mistura de 3,0 g/kg de ácido orgânico com e sem o desafio de *Salmonella*. Essa suplementação influenciou o ganho de peso, conversão alimentar e eficiência de produção dos animais, mesmo quando desafiados com o patógeno. Além disso, houve aumento significativo de ácido propiônico cecal principalmente quando associado ao desafio. Assim, é possível determinar que a suplementação de ácido orgânico melhora a microbiota, eliminando patógenos (ALJUMAAH et al., 2020).

### **2.1.1. Ácido Propiônico com potencial microbiológico em peixe ornamental**

A utilização de ácidos orgânicos de cadeia curta, entre eles, o propiônico e o fórmico, está atrelada ao seu potencial de uso no ambiente de cultivo. Sua principal característica funcional é agir na biorremediação, sendo alguns ácidos mais efetivos contra bactérias, característica do ácido fórmico, e outros mais efetivos contra fungos, como é o caso do ácido propiônico (RICKE, 2003).

Além disto, os ácidos promovem efeitos sobre os processos fisiológicos dos peixes, através da absorção e digestibilidade de minerais devido a formação de quelatos a partir de íons metálicos, ao mesmo tempo em que inibem a sua ação como catalisadores e reações danosas (ADAMS, 1999), assim como atuam sobre o esvaziamento do trato gastrointestinal e a absorção intestinal, trazendo efeitos benéficos como o auxílio na digestão das proteínas pela redução do pH e aumento na área de atuação das enzimas (LÜCKSTÄDT, 2008).

## **2.2. EXTRATOS VEGETAIS**

A utilização de óleos essenciais em substituição aos promotores de crescimento na alimentação de aves, permite melhora da flora intestinal e como resultado melhora o desempenho produtivo das mesmas (FERNANDES et. al., 2015).

Na nutrição animal duas áreas identificam o potencial desse aditivo: estimulação de enzimas endógenas e regulação na microbiota intestinal, portanto, ambos ajudam a manter a saúde e o

desempenho dos animais, isso se dá devido os óleos essenciais evitarem que bactérias patogênicas se alojem na mucosa intestinal (WILLIAMS e LOSA, 2001; CHILANTE et al., 2012; PULICI et al., 2014).

Jang et al., (2004), reconheceram como sendo o principal efeito benéfico dos óleos essenciais a atividade antimicrobiana na produção animal, também concluiu que óleos essenciais associados com ácido láctico demonstrou um aumento acentuado na atividade enzimática digestível do pâncreas e na mucosa intestinal de frangos de corte, levando o aumento no desempenho.

Utilizando óleo essencial de mamona, Bess et al., (2012) observaram melhora no desempenho das aves (ganho de peso e conversão alimentar), essa melhora pode estar relacionada com as atividades antimicrobianas e anti-inflamatória dos óleos essenciais.

Os compostos carvacrol e timol, presente nos óleos essenciais agem sobre a membrana celular bacteriana impedindo sua divisão mitótica, provocando desidratação nas células e impede a sobrevivência das bactérias patogênicas (FUKAYAMA et al., 2005).

Hong et.al., (2004), estudando óleos essenciais oriundo de orégano, anis e citrus, observaram um aumento na altura das vilosidades na porção duodenal do intestino de frangos de corte alimentados com óleos essenciais em relação aos demais tratamentos. Jamroz et al., (2006), observaram que frangos de corte apresentaram intensa secreção de muco no proventrículo e parede do jejuno, sugerindo propriedades protetoras as vilosidades. Isso se explica a redução da adesão epitelial de *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e fungos no conteúdo intestinal das aves.

Pode-se atribuir estas divergências de resultados ao fato de que ainda não há um consenso sobre qual é a dose de inclusão correta dos ácidos orgânicos e dos óleos essenciais. Também se observa que muitos experimentos apresentam condições ideais aos animais, enquanto outros apresentam desafios sanitários, nutricionais ou ambientais, o que interfere na resposta do aditivo frente a sua condição de melhoria. A eficiência dos óleos essenciais em relação ao desempenho animal, deve levar em consideração o tempo de colheita das plantas, o método de extração de plantas, a forma e o tempo de conservação e armazenamento do óleo (BRENES E ROURA, 2010).

### **2.2.1. Extrato de Açafrão (Curcumina)**

O açafrão é uma planta medicinal nativa do subcontinente asiático, conhecido no mercado internacional como "turmeric", tem sua importância econômica devido às peculiares características de seus rizomas (CECILIO FILHO et al., 2000; BOTELHO, 2014). O açafrão (*Curcuma longa*), conhecido no Brasil como “açafrão da terra”, apresenta bom potencial para ser usado nas rações animais e como uma fonte potencial de proteção contra a coccidiose (ABBAS et al., 2010; SANTOS, 2020), devido apresentar substâncias com propriedades antioxidantes e antimicrobianas que podem favorecer o desempenho do animal (ABBAS et al., 2010; AL-JALEEL, 2012; MOURA et al., 2014).

A cúrcuma é muito utilizada na medicina tradicional indiana por apresentar características antiparasitárias, antiespasmódica e anti-inflamatória (MATOS, 2000). Ultimamente, as atividades farmacológicas da cúrcuma vem sendo estudadas, incluindo antioxidante, antifúngica, antimarial, antitumoral, antiviral, cicatrizante, esquistossomicida, hipoglicemiente, leishmanicida, nematocida, neuroprotetora, antiaimiloidogênica e imunomoduladora (SUETH-SANTIAGO et al., 2015). constituí

Devido à sua afinidade lipídica, a curcumina é estável no trato gastrintestinal e é rapidamente absorvida (RUIZ, 2006), ao ser ingerida, no sistema digestório, atua como estimulante da secreção de enzimas digestivas, desintoxicação do organismo, desenvolvimento do epitélio intestinal, metabolismo dos lipídios, secreção de insulina. (PRANSIN 2006; AGARWAL, et al. 2010; RAJPUT et al. 2013; CHATTOPADHYAY et al. 2004; SEO et al. 2008; WICKENBERG et al. 2010).

Vários estudos apontam para a existência de ação anti-inflamatória da curcumina no organismo, sendo assim, avaliada no tratamento de doenças como: pancreatite (YU et al., 2011), doença inflamatória intestinal (HOLT et al., 2005; JIAN et al., 2005; BILLEREY LARMONIER et al., 2008). Como antioxidante a curcumina apresenta capacidade em doar elétrons ou átomos de hidrogênio, impedindo as reações em cadeia provocada pelos radicais livres, como a peroxidação lipídica e seus danos celulares (VAJRAGUPTA et al., 2003; SCOTTI et al., 2007; ITOKAWA et al., 2008).

Alguns estudos verificaram que a inclusão 0,5 e 1,0 % de cúrcuma teve efeitos positivos sob a estabilidade oxidativa da gema de ovos de poedeiras comerciais (RADWAN et al. 2008). ao estudarem a influência da curcumina na vida útil de ovos de poedeiras vermelhas, observaram que a qualidade dos ovos não foi afetada pelo incremento deste pigmentante natural na dieta das aves (LAGANÁ et al. 2012). No sistema de produção avícola, os extratos de cúrcuma longa têm sido utilizado na alimentação das aves com o propósito de inibir de crescimento fúngico e consequente produção de toxinas, meio nutricional de combate aos efeitos negativos das micotoxicoses (CARÃO et al., 2014; REDDY et al., 2009).

## 2.2.2. Extrato de Acácia (Taninos)

Hooge et al. (2012) relataram existir eficiência no uso de compostos de a base de castanha portuguesa (*Castanea sativa*) e acácia-negra (*Acacia mearnsii*), como alternativas viáveis e econômicas aos antibióticos, pois seus extratos contém grande quantidade de compostos fenólicos e taninos (ALVES et al., 2017; HUANG et al., 2018), apresentando alta atividade antimicrobiana (REDONDO et al., 2014; ALVES et al., 2017).

Ainda, Alves et al. (2017) relataram que o extrato de *Acacia mearnsii* contém 75% de polifenóis totais, sendo o tanino o principal grupo presente nestas plantas. Taninos são componentes polifenólicos hidrossolúveis (KESHAVARZ et al., 2017) e historicamente sempre foram vistos como fator antinutricional presente nos alimentos (MEDUGU et al., 2012; HOUSHMAND et al., 2017; TOMASZEWSKA et al., 2018). No entanto, recentemente o tanino vem sendo utilizado como modulador de flora microbiana intestinal, melhorando o desempenho das aves, sendo viável seu uso em substituição a antibióticos promotores de crescimento.

Diversas plantas estão sendo empregadas como fitoterápicas e antioxidantes, e o extrato de acácia negra é uma delas, pois é rica em taninos condensados (STRINGHINI, 2013). Os taninos são compostos fenólicos altamente reativos quimicamente, formam pontes de hidrogênio intra e intermoleculares (MONTEIRO et al., 2005). Estudos recentes demonstraram que eles podem apresentar efeitos antibacterianos, antiparasitários e antioxidantes sem interferir na digestibilidade dos nutrientes e desempenho dos animais (OMER, 2019; YANG, 2015; KHAN, 2012). A atividade antimicrobiana e a atividade imunoestimulante são, provavelmente, os dois principais mecanismos pelos quais os polifenóis provocam seus efeitos benéficos à saúde dos animais.

### **2.2.3. Extrato de Pimenta (capsaicina)**

A pimenta é uma planta importante na alimentação humana e exerce diversos efeitos benéficos sobre a saúde. O óleo-resina da pimenta pode ser obtido por meio da extração orgânica do fruto e possui peptídeos antimicrobianos muito eficientes em inibir o crescimento de fungos e bactérias patogênicas (SHAHVERDI et al., 2013).

A capsaicina, princípio ativo do *Capsicum annum* (pimenta vermelha) tem se mostrado eficiente em estimular a salivação (produção de amilase) (WANG e BOURNE, 1998; PLATEL e SRINIVASAN, 2000) e aumentar a secreção de enzimas pancreáticas e intestinais (BRUGALLI, 2003), promovendo, consequentemente, redução na viscosidade intestinal e melhorando o processo digestivo.

Além da capsaicina, outros grupos de compostos são encontrados na pimenta, como alcaloides, flavonoides, terpenóides, saponinas, entre outros, tanto no fruto como nas folhas da pimenta. É provável que a atividade antimicrobiana da pimenta seja potencializada pela capsaicina junto a outros compostos da pimenta, como os compostos fenólicos (SOUMYA & NAIR, 2012).

O uso de óleo-resina de pimenta para frangos de corte melhora a resistência das aves contra coccidiose, apesar do mecanismo de ação deste composto sobre o sistema imunológico das aves ainda não ser totalmente conhecido. É provável que a ação seja a nível humorai e por meio de células intermediárias do sistema imune. Com isso, o óleo-resina de pimenta pode ser viável economicamente em dietas para aves como um método alternativo contra a incidência de coccidiose (LEE et al., 2010).

Em estudos desenvolvidos por Pirgozliev et al. (2013), a adição de uma mistura de fitogênicos contendo óleo-resina de pimenta afetou a disponibilidade de nutrientes dependendo do método de criação, sendo que aves criadas em piores condições de higiene do galpão apresentam benefícios mais expressivos.

## 2.3. NUCLEOTÍDEO PARA SAÚDE INTESTINAL

O uso de nutrientes/aditivos funcionais tem crescido e se deve não somente à necessidade de substituir os antibióticos promotores de crescimento, mas de novos conceitos serem cada vez mais estudados, entendidos e aceitos. A suplementação de nucleotídeos via dieta, tem sido estudada em diversas espécies, e embora não sejam considerados nutrientes essenciais, estes têm um papel importante em diversos processos metabólicos e, em especial, em alguns tecidos do corpo e fases da vida animal.

Nucleotídeos são as unidades básicas de ácidos nucléicos (DNA e RNA) compostos por bases nitrogenadas (purina e pirimidina), pentoses e grupos fosfatos (CHIOFALO et al., 2011), e o uso na dieta pode ser importante para manter o desempenho sob condições de estresse (JUNG; BATAL, 2012). O desenvolvimento de dietas ricas em nucleotídeos é uma alternativa para restringir o uso de antibióticos na ração de frangos de corte (PELÍCIA et al., 2010), auxiliando na divisão celular, crescimento da célula, modulação do sistema imunológico e na manutenção da saúde intestinal (FAVERI et al., 2015). Suplementação de 0,5 kg de nucleotídeos por tonelada de ração em dietas contendo lisina digestível podem manter a integridade intestinal e o desempenho de frangos de corte (FAVERI et al., 2015), e a suplementação de 0,1% de nucleotídeos melhora as características físicas e nutricionais do peito de frango (CHIOFALO et al., 2011). Por outro lado, alguns estudos com dietas suplementadas com 0,07% de nucleotídeos não influenciaram no desempenho do frango (PELÍCIA et al., 2010).

Os nucleotídeos e nucleosídeos livres podem ser imediatamente absorvidos pelos enterócitos no intestino, sendo especialmente importantes nos tecidos de rápida multiplicação celular e limitada capacidade de síntese pela via de novo (principal via de produção de nucleotídeos), como as células do epitélio intestinal, células sanguíneas, hepatócitos e células do sistema imune. São então utilizados pela via de salvamento, onde o corpo pode sintetizar nucleotídeos com menor gasto de energia, já que reciclará as bases e nucleotídeos da degradação metabólica dos ácidos nucleicos de células mortas ou da dieta. Porém, quando o fornecimento endógeno é insuficiente, os nucleotídeos de fontes exógenas podem se tornar nutrientes semi-essenciais ou “condicionalmente essenciais” (CARVER & WALKER, 1995). E isto ocorre especialmente em animais em fases de crescimento rápido (fases iniciais), reprodução, estresse e desafios.

Os nucleotídeos são sintetizados endogenamente, portanto, não são classificados como nutrientes essenciais. Por outro lado, a suplementação de nucleotídeos na dieta pode proporcionar efeitos benéficos sobre o sistema imune, crescimento e desenvolvimento do intestino delgado, metabolismo de lipídeos e funções hepáticas. Assim, o termo condicionalmente essencial tem sido usado para descrever o efeito dos nucleotídeos na nutrição humana e animal. Sob estas condições, o consumo exógeno de nucleotídeos na dieta poupa o organismo a lançar mão dos custos da síntese de novo e da via de salvação (CARVER & WALKER, 1995).

Pelícia et al. (2011) mostraram que a suplementação de nucleotídeos de dietas iniciais de frangos de corte (1-21 dias) acelerou a taxa de turnover das células da mucosa intestinal, porém para as aves de 22 a 42 dias, este efeito não foi observado. No entanto, quando aves foram desafiadas com *Eimeria acervulina*, no mesmo período de 22 a 42 dias, houve um aumento na taxa de turnover celular e diminuição das lesões, acelerando o processo de regeneração da mucosa intestinal.

Estes resultados indicam os benefícios da suplementação exógena de nucleotídeos livres para animais jovens (em dietas pré-iniciais e iniciais) e sob desafios, reforçando sua importância neste período de rápido crescimento e desenvolvimento animal; podendo carrear estes benefícios durante todo seu crescimento e refletir em ganho de peso e conversão alimentar.

Jung et al. (2012) observaram que a suplementação com nucleotídeos na dieta, proporcionou um maior ganho de peso e menor conversão alimentar e frangos de cortes submetidos a condições de estresse, como alta densidade e ambiente sujo. Em estudo realizado por Esteves Garcia et al. (2000), os autores sugerem que há maior necessidade de nucleotídeos durante as três primeiras semanas de vida para frangos de corte, pois neste período tem-se rápida multiplicação celular, uma vez que o frango multiplica seu peso corporal inicial por um fator de mais de 20, e a disponibilidade de nucleotídeos poderia limitar o desempenho durante este período.

## 2.4. FARINHAS DE VEGETAIS – FONTE DE FIBRAS PARA BACTÉRIAS BENÉFICAS

A fibra é uma mistura de componentes alimentares, não metabolizadas por enzimas digestivas dos monogástricos. Elas estão presentes na maioria das dietas, encontram-se em vegetais, frutas e grãos. A fibra é um termo nutricional, com definição vinculada ao método analítico empregado em sua determinação. Entre os componentes da fibra bruta estão a celulose, lignina, hemicelulose, pectina, gomas e mucilagens (CECCHI, 2003; FREITAS et al., 2011).

A fibra vem sendo utilizada para caracterizar os alimentos e para estabelecer limites de inclusão de ingredientes nas rações, a concentração de fibra na dieta é que otimiza o consumo de energia. A fibra é considerada a fração não digerida por enzimas de mamíferos, porém, é considerada

a fração do alimento que promove a ruminação e a saúde do rúmen (MEDEIROS, GOMES; BUNGENSTAB, 2015; ALVES et al., 2016; RUFINO et al., 2017)

As fibras são poderosas ferramentas na manutenção da função do trato gastrointestinal, seu consumo garante a saúde do colôn, mantendo o intestino no ritmo, gera maior controle glicêmico, menor nível de colesterol sanguíneo e afins (BERNAUD; RODRIGUES, 2013).

## 2.5. ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE KINGUIOS

O uso destes aditivos na produção aquícola se destaca por fatores como a facilidade de aplicação e pelos efeitos benéficos ocasionados. Como exemplo, diversos autores já relataram incremento no desempenho produtivo (crescimento, peso e sobrevivência), benefícios em parâmetros hemato-imunológicos ou mudanças na morfologia e na microbiota intestinal de peixes alimentados com prebióticos (AKHTER et al., 2015; GUERREIRO et al., 2017; WANG et al., 2017), probióticos (AKHTER et al., 2015; HAI, 2015a; WANG et al., 2017) e extratos de plantas medicinais (HAI, 2015b; VALLEJOSVIDAL et al., 2016; SUTILI et al., 2017; WANG et al., 2017).

Foi relatado que extratos de plantas favorecem várias atividades fisiológicas dos peixes, como redução do estresse pelo manejo, promoção do crescimento, estimulação do apetite, aumento da tonicidade e imunoestimulação, maturação das espécies de cultura, além de ação antiparasitária na aquicultura, devido aos princípios ativos alcalóides, terpenóides, taninos, saponinas, glicosídeos, flavonóides, fenólicos, esteróides ou essenciais óleos (REVERTER et al., 2014). A ação antiparasitária é baseada em um conjunto de mecanismos, que incluem toxicidade, efeitos antimitóticos, atividade antialimentar, regulação do crescimento, supressão da fecundidade, esterilização, repelência à oviposição, além de efeitos nocivos sobre o sistema endócrino e danos na cutícula das larvas, impedindo a ecdise (MULLA; SU, 1999).

Vários estudos já foram realizados mostrando a ação efetiva de medicamentos naturais contra vários patógenos. Os extratos de *Mucuna pruriens* e *Carica papaya* tiveram efeitos promissores em banhos contra o protozoário *Ichthyophthirius multifiliis* (EKANEM et al., 2004). A amêndoia india (Terminalia catappa) e o alho (*Allium sativum*) têm sido citados como uma alternativa aos produtos químicos sendo aplicados na água no tratamento conta a infestação por *Trichodina* sp. em alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) (PANDEY et al., 2012).

Um dos efeitos mais conhecidos das plantas e seus derivados é a atuação sobre o sistema imunológico dos animais, melhorando a sobrevivência dos peixes mesmo nas situações estressantes que o sistema de criação impõe. Roitt et al. (1998) explicam que o sistema imune é dividido em duas partes que se completam, o inato (não específico) e o adquirido (específico). O sistema imune inato é o primeiro sistema de defesa do corpo, composto tanto por barreiras físicas, muco e pele, quanto por componentes celulares e moleculares (macrófagos, células killer e fatores solúveis de imunidade,

como lisozima, proteínas do complemento, peptídeos antimicrobianos, entre outros). Já o sistema adquirido é composto por macrófagos e células dendríticas (agem como células antígenas), apresentando antígeno aos linfócitos T. Sendo assim, uma substância imunoestimulante aumenta o poder de resposta imune (específica e não específica) tornando os animais mais resistentes às ações negativas do meio. Esta hipótese corrobora com Chakraborty e Hancz (2011), os quais afirmaram que os compostos fitogênicos tem grande potencial para elaboração de produtos ou formulações para uso imunoestimulante e antiparasitário na criação de peixes. Sendo assim, Harikrishnan et al. (2010) encontraram efeitos positivos no restabelecimento dos parâmetros hematológicos em goldfish com a suplementação de 400 mg kg<sup>-1</sup> de um extrato de ervas (*A. indica*, *O. sanctum* e *C. longa*).

Diversos estudos estão relacionando a inclusão de fitogênicos na dieta com o desempenho positivo no crescimento dos peixes. Assim, Punitha et al. (2008), em estudo com garoupa (*Epinephelus lanceolatus*) alimentada com dietas suplementadas com uma mistura de extratos de ervas (*Cynodon dactylon*), (*Piper longum*), (*Phyllanthus niruri*), (*Tridax procumbens*) e (*Zingiber officinalis*), observaram um aumento de 41% do peso dos peixes, em comparação com a dieta controle. Trabalhando com o linguado (*Paralichthys olivaceus*), JI et al. (2007), observaram que uma mistura de ervas medicinais (*Crataegi fructus*, *Artemisia capillaries* e *Cnidium officinale*) adicionadas na proporção de 0,3; 0,5; e 1% na dieta resultou em um aumento significativo no ganho em peso, comparado com os resultados obtidos com a dieta controle. Os pesquisadores Shiozaki et al. (2004), avaliaram o efeito do extrato de Stevia (*Stevia rebaudiana*) adicionado em uma dieta com histamina, durante quatro semanas, sobre a saúde da mucosa gástrica de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*.

## 2.6. MICROENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação pode ser definida como a tecnologia que consiste em envolver materiais sólidos, líquidos ou gasosos em pequenas cápsulas que liberam seu conteúdo sob condições controladas. O material encapsulado é denominado de recheio ou núcleo, e o material que forma a cápsula, o encapsulante, cobertura ou parede. O mecanismo de proteção exercido ocorre por causa da formação de uma capa protetora, também assimilado como sistema de parede, que envolve o material microencapsulado ou recheio.

O agente encapsulante é o revestimento da cápsula, que tem a função de proteger o núcleo e romper a cápsula quando as condições forem adequadas. A escolha do encapsulante ideal, varia de acordo com a solução proposta pelo produto. Pode servir de gatilho para o seu rompimento, o pH, a temperatura, enzimas ou força mecânica, dentre outros fatores.

Os encapsulantes mais utilizados são:

- Carboidrato: amido, dextrinas, açúcar, celuloses, acetato de ftalato de celulose (CAP)
- Proteína: glúten, caseína, gelatina, albumina

- Lipídios: mono e diglicerídeos, óleos e gorduras
- Gomas: goma arábica, alginato de sódio, carragena
- Quitosana: fonte alternativa extraída da casca de crustáceos

Para a obtenção do material encapsulante, é importante não haver reatividade com o material a ser encapsulado durante o processo e estocagem. Um bom encapsulante deve proporcionar o mecanismo de liberação do material encapsulado no momento programado, e ainda manter as propriedades reológicas e a habilidade de dispersar ou emulsificar. Além disso, é preciso ter capacidade de prover a proteção para o material a ser encapsulado contra condições desfavoráveis, como alimentos com alta atividade de água, temperatura e presença de oxigênio atmosférico, condições desfavoráveis do organismo do animal e, não menos importante, ser economicamente viável.

### **2.5.1. Fornecimento de aditivos microencapsulados**

A utilização de uma camada protetora sobre os nutrientes, facilita o seu modo de ação, potencializando a dose utilizada, uma vez que, como aditivo fornecido terá ação específica, uma dose menor, acaba por ter melhor efeito.

### **Referências bibliográficas**

ABBAS, A. Z. et al. Anticoccidial activity of Curcuma longa L. in broilers. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 53, n. 1, p. 63-67, jan./fev. 2010.

ADAMS, C. A. Oxidation and antioxidants. In: Nutricines: Food components in health and nutrition. Nottingham :Nottingham University Press. 1999.

AL-JALEEL, R. A. Use of turmeric (Curcuma longa) on the performance and some physiological traits on the broiler diets. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, Baghdad, v. 36, n. 1, p. 51-57, 2012.

AL-SULTAN, S. I. et al. Comparative effects of using prebiotic, probiotic, synbiotic and acidifier on growth performance, intestinal microbiology and histomorphology of broiler chicks. *Japanese Journal of Veterinary Research*, Sapporo, v. 64, p. S187-S195, 2016.

ALJUMAAH, M. R.; ALKHULAIFI, M. M.; ABUDABOS, A. M.; ALABDULLATIFB, A.; EL-MUBARAK, A. H.; AL SULIMAN, A. R.; STANLEY, D. Organic acid blend supplementation increases butyrate and acetate production in *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* challenged broilers. *PLoS ONE*, v. 15, n. 6, p. 1–14, 2020.

ALVES, T.P.; DALL-ORSOLETTA, A.C.; RIBEIRO-FILHO, H.M.N. The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and methane emission in a tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*, v.49, n.8, p.1663–1668, 2017.

Antongiovanni, M., Buccioni, A., Petacchi, F., Leeson, S., Minieri, S., Martini, A. and Cecchi, R. 2007. Butyric acid glycerides in the diet of broiler chickens: effects on gut histology and carcass composition. *Ital. J. Anim. Sci.* 6: 19–25.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, v.57, n.3, p.397-405, 2013.

BESS,A.S.;CROCKER, T.L.;RYDE,I.T.;MEYER,J.N. Mitochondrial dynamics and autophagy aid in removal of persistent mitochondrial DNA damage in *Caenorhabditis elegans*, **Nucleic Acids Research**, V. 40, Issue 16, 1 September 2012, p. 7916 – 7931,

BOTELHO, Luiz Fernando Rocha. Açafrão (*Curcuma longa* ) em rações para frangos de corte contendo sorgo em substituição ao milho. 2014. 39p. (Dissertação Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

BOURASSA, D. V.; WILSON, K. M.; RITZ, C. R.; KIEPPER, B. K.; BUHR, R. J. Evaluation of the addition of organic acids in the feed and/or water for broilers and the subsequent recovery of *Salmonella Typhimurium* from litter and ceca1. *Poultry Science*, v. 97, n. 1, p. 64–73, 2018.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.1-4, 2010.

CARVER, J.D, W.A. Walker. The role of nucleotides in human nutrition. *Nutritional Biochemistry*. v. 6, pp. 58-72, 1995.

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimento. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 208p.

CECILIO FILHO, A. B. et al. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 171-175, 2000.

CHILANTE, R.B., KUSSAKAWA,K.C.K.,FLEMMING,J.S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 387-394, 2012.

CHIOFALO, B. Nucleotides in broiler chicken diet: Effect on breast muscles quality. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 29, n. 4, p. 308–317, 2011.

DIBAI, W.L.S. Desenvolvimento e validação de método para determinação simultânea de carbadox e olaquindox em ração para aves por cromatografia líquida de alta eficiência com confirmação em espectrometria de massas. 2012. 49f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, 17 n.4, p.453-463, 2002.

ESPÍNDOLA, G.B. Nutrição de animais monogástricos de produção. **Expressão gráfica e editora**. p.204, 2016.

FAVERI, J. C. et al. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte na fase de crescimento, com e sem adição de nucleotídeos na dieta, em diferentes níveis proteicos. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 291–296, 2015.

FERNANDES,R.T.V. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**. Maringá, v. 9, n. 12, p. 526-535, Dez., 2015

FREITAS, S. C.; ANTONIASSI, R.; SILVA, T. S.; FELBERG, I. Coletânea de métodos analíticos para a determinação de fibra. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 35p.

FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KANJI KATO, R. SOLIS MURGAS, L. D. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2316-2326, 2005.

HASHEMI, S. R. et al. Intestinal histomorphology changes and serum biochemistry responses of broiler chickens fed herbal plant (Euphorbia hirta) and mix of acidifier. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, Rasht, v. 4, p. 95-103, 2014.

HONG, N.H., XUAN, E.T.D.; TSUZUKI, H. TERAO, M. MATSUA, T.D. KHANH, 2004. Weed control of four higher plant species in paddy rice fields in Southeast Asia. *J. Agron. Crop Sci.*, 190: 59-64.

HOOGE, D.M.; MATHIS, F.G.; LUMPKINS, B.; PONEBSEK, J.; MORAN, D. Dose- Responses of broiler chick, given live coccidia vaccine on day of hatch, to diets supplemented with various levels of Farmatan® (Sweet Chestnut wood tannins) or BMD/Stafac in a 42-day pen trial on built-up litter. *International of Poultry Science*, v.11, p.7, p.474 – 481, 2012. Disponível em: <http://doi.org/10.3923/ijps.2012.474.481>. Doi: 10.3923/ijps.2012.474.481.

HOUSHMAND, M.; HOJATI, F.; PARSAIE, S. Dietary Nutrient Manipulation to Improve the Performance and Tibia Characteristics of Broilers Fed Oak Acorn (*Quercus Brantii* Lindl). *Revista brasileira de ciência avícola*, v. 17, n.1, p.17-24, 2017.

HUANG, Q.; LIU, X.; ZHAO, G.; HU, T.; WANG, Y. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*, v.4, p.137-150.

JAMROZ, D., T.; WERTELECKI, M. ;HOUSZKA, KAMEL,C. 2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *Journal Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 90:255.–268.

JANG, I.S., O, Y.H., YANG, H.Y., HA, J.S., KIM, J.Y., Kim, J.Y., KANG, S.Y., YOO, D.H., NAN, D.S., KIM, D.H., LEE, C.Y., 2004. Influence of essential oil components on growth performance and the functional activity of the pancreas and small intestine in broiler chickens. *Asian–Aust. J. Anim. Sci.* 17 (3), 394–400.

JUNG, B.; BATAL, A. B. Effect of dietary nucleotide supplementation on performance and development of the gastrointestinal tract of broilers. *British Poultry Science*, v. 53,n. 1, p. 98–105, 2012.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix*, v.9, n.2, p.19-24, 2000.

KESHAVARZI, S.; HOUSHMAND, M.; BAHREINI-BEHZADI, M.R. Age-Specific Response of Broilers to Dietary Inclusion of a High-Tannin Feedstuff. *Poultry Science Journal*, v.5, n.2, p.83-90, 2017.

KHAN, S.H.; IQBAL,J.(2016). Recent advances inthe role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, (1), 359-369

LEE, S. H.; LILLEHOJ, H.S.; JANG, S.I.; KIM, D. K.; IONESCU, C.; BRAVO, D. Effect of dietary Curcuma, Capsicum, and Lentinus, on enhancing local immunity against *Eimeria acervulina* infection. *The Journal of Poultry Science*, v.47, p.89-95, 2010.

MACHINSKY, T. G. Efeito da adição do ácido butírico e da fitase na digestibilidade de nutrientes em suínos na fase de crescimento. 2008. 126f. **Dissertação** (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MEDEIROS, S. R.; GOMES; R. C.; BUNGENSTAB, D. J. Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações. Brasília: Embrapa, 2015. 176p.

MEDUGU, C.I.; SALEH, B.; IGWEBUIKE, J.U.; NDIRMBITA, R.L. Strategies to Improve the Utilization of Tannin-Rich Feed Materials by Poultry. *International Journal of Poultry Science*, v. 11, n. 6, p. 417-423, 2012.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U. O.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química a ecologia. *Química Nova*, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

OMER, H.A.A., et al. Impact of adding natural bioactive mixture composed of lemon, onion, and garlic juice at different levels on productive performance, egg quality, and some blood parameters of commercial laying hens. *Bull Natl Res Cent*, v.43, p.137, 2019.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews*, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

PELÍCIA, V. et al. Effect of Nucleotides on Broiler Performance and Carcass Yield. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 12, n. 1, p. 31–34, 2010.

PEREIRA et al. Organic acid blend in diets of broiler chickens challenged with *Clostridium perfringens*. *Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 24, p. 387 – 393, 2015

PICKLER, L. et al. Avaliação microbiológica, histológica e imunológica de frangos de corte desafiados com *Salmonella enteritidis* e Minnesota e tratados com ácidos orgânicos. *Revista Veterinária Brasileira*, v.32, n.1, p.27-36, 2012.

PIRGOLIEV, V.; BRAVO, D.; ROSE, S. P. Rearing conditions influence nutrient availability of plant extracts supplemented diets when fed to broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.97, p.1—5, 2013.

PLATEL, K., SRINIVASAN, K., 2004: Digestive stimulant action of spices: A myth or reality. *Indian J. Med. Res.* 119:167.–179.

POVERENOV, E.; GRANIT, R.; GABAI, S. Encapsulation and controlled release of antifungal propionic acid utilizing biodegradable active films based on natural polymers. *European Food Research and Technology*, v. 237, n. 1, p. 19-26, 2013.

PULICI, P.M.M et al., Uso de óleo essencial de orégano, salinomicina e bacitracina de zinco na dieta de frangos de corte. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 131-135, 2014.

REDONDO, L.M.; CHACANA, P.A.; DOMINGUES, J.E.; MIYAKAWA, M.E.F. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. *Frontiers in microbiology*, v.5, n.118, p.1-7, 2014.

RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. C.; OLIVEIRA FILHO, P. A.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; MELO, L. D. Fibra alimentar em dietas para aves: Uma revisão. *Revista Científica de Avicultura e Suinocultura*, v.3, n.2, p.33-42, 2017.

SHAHVERDI A.; KHEIRI, F.; FAGHANI, M.; RAHIMIAN, Y.; RAFIEE, A. The effect of use red pepper (*Capsicum annum L*) and black pepper (*Piper nigrum L*) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research*, v.2, p.44-48, 2013.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Ed. UFSC, Florianópolis, 2007. 1102p.

SOUMYA, S. L.; NAIR, B. R. Antifungal efficacy of *Capsicum frutescens L.* extracts against some prevalent fungal strains associated with groundnut storage. *Journal of Agricultural Technology*, v.8, p.739-750, 2012.

STRINGHINI, J. H.; MOREIRA, J. S.; SANTOS, B. M.; OLIVEIRA. E. M.; CARVALHO, F. B.; MELLO, H. H. C. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo extrato de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). In: Congresso sobre nutrição de animais jovens - aves e suínos – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, 2013(a). Anais do Congresso sobre Nutrição de Animais jovens – aves e suínos, Campinas, CBNA, 2013.

TOMASZEWSKA, E.; DOBROWOLSKI, P.; KLEBANIUK, R.; KWIECIEŃ, M.; TOMCZYK-WARUNEK, A.; et al.; Gut-bone axis response to dietary replacement of soybean meal with raw low-tannin faba bean seeds in broiler chickens. *Plos one*, v. 3, n. 3, e0194969, 2018.

WILLIAMS, P. AND LOSA, R. 2001. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. **World Poultry** 17:14-15.

YANG, C.; et al. Phytopreventive compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens*, v. 4, p. 137-156, 2015.

## **CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM UM PROGRAMA DE BLEND DE ADITIVOS MICROENCAPSULADO.**

### **Resumo:**

A adição de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na dieta de frangos de corte, tem efeito positivo sobre o desempenho, parâmetros histológicos, bioquímica sanguínea e também na redução da carga microbiológica da cama do aviário. O aditivo utilizado foi fornecido aos animais durante todo o período experimental, dividido em 2 composições para melhor atender as necessidades de cada fase, sendo o aditivo Inutria Set fornecido até o dia 21 e o aditivo Inutria Go com fornecimento até os 42 dias. Os animais foram alojados em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos com oito repetições e quatorze animais por box. Os tratamentos empregados no experimento foram: CN - Controle negativo 0 mg/kg; CP – Controle positivo 4 ppm/ton (avilamicina); T1 – Aditivo, 500 g/ton; T2 – Aditivo, 1000 g/ton; T3 – Aditivo, 1500 g/ton. Foram mensurados o desempenho zootécnico dos frangos submetidos aos tratamentos, as pesagens ocorreram no dia do alojamento, 7, 21 e 42. Os animais tratados com o Inutria Set apresentaram maior ganho de peso aos 21 dias quando comparados ao grupo controle negativo ( $P = 0,009$ ) e maior peso individual ( $P < 0,001$ ). Aos 42 dias, os frangos que receberam o aditivo Inutria Go obtiveram maior ganho de peso.

**Palavras-chave:** antimicrobiano, digestibilidade, desempenho, saúde animal.

### **Abstract:**

The addition of a performance-enhancing zootechnical additive in the diet of broilers has a positive effect on performance, histological parameters, blood biochemistry and also on the reduction of the microbiological load of the poultry litter. The additive used was supplied to the animals throughout the experimental period, divided into 2 compositions to better meet the needs of each phase, with the

Inutria Set additive supplied until the 21st and the Inutria Go additive supplied until the 42nd day. The animals were housed in a completely randomized design, consisting of five treatments with eight replications and fourteen animals per box. The treatments used in the experiment were: NC - Negative control 0 mg/kg; CP – Positive control 4 ppm/ton (avilamycin); T1 – Additive, 500 g/ton; T2 – Additive, 1000 g/ton; T3 – Additive, 1500 g/ton. The zootechnical performance of the chickens submitted to the treatments were measured, weighing occurred on the day of housing, 7, 21 and 42. The animals treated with Inutria Set showed greater weight gain at 21 days when compared to the negative control group ( $P = 0.009$ ) and higher individual weight ( $P < 0.001$ ). At 42 days, the chickens that received the Inutria Go additive obtained greater weight gain.

**Keywords: antimicrobial, digestibility, performance, animal health.**

#### **Hipóteses:**

A inclusão de um programa de blend de aditivos via ração irá beneficiar o desempenho de frangos de corte e demonstrar a sinergia entre os compostos avaliados.

#### **Objetivos:**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da inclusão na dieta de um blend com ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o desempenho e saúde intestinal de frangos.

### **1. Introdução**

O Brasil é um dos países de destaque no cenário de produção de proteína animal. Atualmente ocupa posição entre os três maiores produtores mundiais na produção de carne de frango e é o maior exportador dessa proteína, à frente de grandes produtores como os Estados Unidos e China (ABPA, 2023). O manejo nutricional adequado é fundamental para a cadeia produtiva da avicultura e existem desafios a serem superados. A busca por produções mais sustentáveis e o conceito de saúde única vem fortalecendo alguns novos conceitos na nutrição animal (SAMJ, 2015). Existe a demanda pela redução do uso de antibióticos como promotores de crescimento (APCs) e do uso moderado dessas moléculas para feitos terapêuticos (ROCA et al., 2015). O desenvolvimento de aditivos como probióticos, enzimas e ácidos orgânicos que ofereçam bom desempenho e não encareçam muito a ração fornecida aos animais é uma das demandas de maior aplicação na nutrição animal (ALVES, 2017).

Os óleos essenciais ou fitogênicos são uma importante ferramenta para a substituição dos APCs. Os óleos essenciais são metabólitos secundários das plantas, podendo ser extraídos de várias espécies e de localizações geográficas distintas (SIMÕES et al. 2000). Dentre os óleos mais utilizados, citamos: óleo essencial de canela, cravo, orégano, pimenta e alecrim (KAMEL, 2000). Cada um com um apelo e forma de atuação, em geral esses aditivos possuem efeito positivo sobre a produção

enzimática (SAMJ, 2015), sendo utilizados com propósito de melhorar a digestibilidade dos nutrientes. Segundo Fernandes et.al., (2015), a utilização de óleos essenciais em substituição aos promotores de crescimento na alimentação de aves, permite melhora da flora intestinal e como resultado melhora do desempenho produtivo. Na nutrição animal duas áreas identificam o potencial desse aditivo: estimulação de enzimas endógenas e regulação na microbiota intestinal, portanto, ambos ajudam a manter a saúde e o desempenho dos animais, isso se dá devido os óleos essenciais evitarem que bactérias patogênicas se alojem na mucosa intestinal (WILLIAMS e LOSA; CHILANTE et al., 2012 ; PULICI et al.,2014).

A utilização de ácidos orgânicos microencapsulados na produção animal, está atrelada a ação benéfica dos ácidos no aumento da digestibilidade e manutenção de vários nutrientes, e também na modificação da microbiota do TGI. A inibição no desenvolvimento microbiano decorre do poder acidificante e da capacidade do ácido introduzir-se na parede celular dos microrganismos patogênicos (ESPÍNDOLA, 2016).

O presente trabalho tem como proposta avaliar a utilização do efeito da inclusão de ácido orgânico e óleo essencial sobre o desempenho zootécnico, peso de órgãos, avaliação microbiológica de cama, parâmetros histológicos e sanguíneos de frangos.

### **Metodologia utilizada:**

#### *Delineamento experimental*

A presente pesquisa foi conduzida nas instalações de um setor de pesquisa situado no município de Xaxim/SC. Foi testado um programa de manejo com dois blends de aditivos (Tabela 1). O delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo composto por cinco tratamentos e oito repetições, com 14 animais em cada repetição.

Tabela 1. Tratamentos utilizados

<b>Tratamento</b>	<b>Fase inicial 1 – 21 dias</b>	<b>Fase final 22 – 42 dias</b>
CN	Controle negativo	Controle negativo
CP	Controle positivo – Avilamicina	Controle positivo – Avilamicina
T1	Blend de aditivos 500g/Ton de ração	Blend de aditivos 500g/Ton de ração
T2	Blend de aditivos 1000g/Ton de ração	Blend de aditivos 1000g/Ton de ração
T3	Blend de aditivos 1500g/Ton de ração	Blend de aditivos 1500g/Ton de ração

#### *Dietas experimentais*

A ração fornecida será farelada (tabela 2) e a mistura realizada no setor de avicultura da unidade experimental. Na ração produzida, será adicionado os aditivos, os quais são compostos por ácido orgânico microencapsulado e óleo essencial também microencapsulado.

Tabela 2. Composição alimentar e nutricional das rações

Ingrediente	Fase Inicial	Fase Final
Milho, g/kg	544,00	578,66
Farelo de Soja (46%), g/kg	361,65	309,00
Óleo de Soja, g/kg	27,79	44,89
Fosfato Bicálcico, g/kg	18,30	18,64
Calcário, g/kg	8,25	8,41
Sal, g/kg	3,25	3,32
DL-Metionina (99%), g/kg	2,60	3,11
L-Lisina HCl, g/kg	2,25	1,94
Cloreto Colina (60%), g/kg	1,00	1,00
Suplemento vitamínico <sup>1</sup> , g/kg	15,00	15,00
Suplemento mineral <sup>2</sup> , g/kg	15,00	15,00
Antioxidante <sup>3</sup> , g/kg	1,00	1,00
<b>Valores Calculados</b>		
Energia Metabolizável, kcal/kg	2950,00	3100,00
Proteína bruta, g/kg	215,00	194,00
Lisina digestível, g/kg	12,00	10,50
Metionina digestível, g/kg	5,44	5,05
Met. + Cis. digestível, g/kg	8,39	7,75
Treonina digestível, g/kg	7,55	6,84
Triptofano digestível, g/kg	2,46	2,13
Arginina digestível, g/kg	14,14	12,27
Valina digestível, g/kg	9,25	8,20
Cálcio, g/kg	9,02	8,24
Fósforo disponível, g/kg	4,51	4,10
Sódio, g/kg	1,70	2,05
Potássio, g/kg	8,49	7,46
Cloro, g/kg	3,77	3,56

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico contendo por kg do produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0g; Vit. B2 - 6,0g; Vit. B6 - 4,0g; Vit. B12 - 0,015g; Ácido Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,1g; Vit. K3 - 3,0g; Ácido Fólico - 1,0g; Ácido Nicotínico - 50,0g; Selênio - 250,0mg; e Excipiente q.s.p - 1000g;

<sup>2</sup>Suplemento mineral contendo por kg do produto: Ferro - 100,0g; Cobalto - 2,0g; Cobre - 20,0g; Manganês - 160,0g; Zinco - 100,0g; Iodo - 2,0g; e Excipiente q.s.p - 1000g;

<sup>3</sup> Butil hidroxi tolueno 99%.

Os aditivos foram adicionados via ração, conforme recomendação do fabricante. (Tabela 3).

Tabela 3. Composição do blend de aditivos utilizado

Ingredientes	Fase inicial	Fase final
	Proporção de inclusão	Proporção de inclusão
Extrato de acácia-negra	10%	13%
Propionato de cálcio	32%	40%
Extrato de pimenta	5%	5%
Polpa de beterraba	42%	40%

Nucleotídeos purificados	8%	-
Sílica	3%	-
Extrato de açafrão	-	2%

### *Animais e instalações*

Foram utilizados 560 animais da linhagem ROSS, distribuídos no primeiro dia de idade, os animais foram criados de acordo com as normas e manejos das granjas comerciais e do manual de linhagem. As aves foram alojadas em boxes de 1,7m<sup>2</sup>, sobre cama de maravalha, equipados com comedouros tubulares e bebedouros do tipo *nipple*, recebendo alimentação e água à vontade durante todo o período experimental.

Os frangos foram pesados aos 7, 21 e aos 42 dias, juntamente com as sobras de ração, para determinação do ganho de peso, consumo de ração e da conversão alimentar. Ainda, aos 42 dias de idade, foi efetuado o cálculo do Índice de Eficiência Produtiva (IEP), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{IEP} = [(\text{peso vivo (kg)} \times \text{viabilidade}) / (\text{idade} \times \text{conversão alimentar})] \times 100$$

### *Rendimento de órgãos*

Aos 42 dias de idade, foi abatida uma ave por unidade experimental, por deslocamento e desarticulação cervical, seguindo as normas de bem-estar animal e as normas de eutanásia descritas pelas diretrizes de prática de eutanásia do CONCEA, através da resolução normativa n. 37/2018, para avaliação do rendimento de órgãos (Coração, Fígado, Baço, Moela e Intestino Delgado), conforme descrito a seguir:

$$\text{Peso relativo do órgão} = (\text{peso do órgão/peso vivo}) \times 100$$

### *Análise bioquímica sérica*

Aos 42 dias de idade foi coletado sangue de uma ave por repetição, por meio de punção da veia braquial, coletando-se 1ml de sangue. O soro foi separado por centrifugação e estocado a -20°C para posterior análise das concentrações séricas de glicose, colesterol, triglicerídeos, ácido úrico e creatinina. As provas bioquímicas foram efetuadas por meio de kit comercial, da marca Analisa, específicos para cada um dos referidos parâmetros, medidos em analisador semi-automático Bioplus 2000.

### *Análise microbiológica*

Aos 42 dias, foram coletadas uma amostra de cada box, para contagem bacteriana total de cama e uma amostra para contagem bacteriana total de excretas. As amostras de foram coletadas em 5 porções compondo um pool/box.

### *Análise estatística*

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, e no caso de diferença significativa, as médias submetidas ao teste Tukey a 0,05 de significância, através do software R.

## **Resultados**

Os valores obtidos das pesagens realizadas durante o experimento (tabela 4), demonstram que o blend de aditivos utilizado na fase inicial, contribui para o ganho de peso ( $P < 0,009$ ) de frangos de corte no período de 1 à 21 dias. Entre as doses avaliadas do blend de aditivos, não houve diferença.

Para a variável peso médio dos frangos, o blend de aditivos da fase inicial, apresentou incremento no valor obtido ( $P < 0,001$ ) quando comparado ao controle negativo. Em comparação ao controle positivo, é possível observar similaridade numérica entre as doses avaliadas do aditivo, indicando potencial de substituição ao promotor de crescimento.

As variáveis de consumo e conversão alimentar (CA), não apresentaram diferença entre os tratamentos avaliados.

**Tabela 4. Desempenho de Frangos de corte suplementados com blend de aditivos na dieta**

<b>1-7 dias</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Ganho de peso (g)</b>	<b>Consumo (g)</b>	<b>CA</b>
CN	227	187	214	1,14
CP	217	177	203	1,15
T1	229	188	203	1,08
T2	223	182	205	1,13
T3	224	184	197	1,07
<b>CV (%)</b>	3,92	4,98	5,96	7,56
<b>Valor P</b>	0,089	0,102	0,183	0,551
<b>1-21 dias</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Ganho de peso (g)</b>	<b>Consumo (g)</b>	<b>CA</b>
CN	1061b	1049b	1394	1,33
CP	1112ab	1072ab	1373	1,28
T1	1139 <sup>a</sup>	1097ab	1425	1,30
T2	1157 <sup>a</sup>	1114a	1419	1,27
T3	1154 <sup>a</sup>	1112a	1465	1,31
<b>CV (%)</b>	4,73	4,23	5,06	4,61
<b>Valor P</b>	<0,001	0,009	0,051	0,309

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – Controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos. CA – Conversão alimentar.

A inclusão do blend de aditivos da fase final gerou maior peso final e ganho de peso (tabela 5) nas aves que receberam o blend na dieta ( $P < 0,001$ ). Não houve influência da adição do referido blend de aditivos sobre o consumo de ração ( $P = 0,405$ ) e sobre a conversão alimentar ( $P = 0,842$ ).

Frangos alimentados com a dieta controle positivo e com as doses do blend de aditivos, apresentaram maior índice de eficiência produtiva (IEP) quando comparados as aves alimentadas com a dieta controle negativo ( $P < 0,001$ ). As variáveis consumo e conversão alimentar não diferiram entre os grupos avaliados ( $P > 0,05$ ).

Tabela 5. Desempenho de Frangos de corte suplementados com blend de aditivos na dieta

22-42 dias					
Tratamento	Peso (g)	Ganho de peso (g)	Consumo (g)	CA	IEP
CN	2736b	1738b	2830	1,63	423b
CP	2911ab	1766ab	2821	1,60	467 <sup>a</sup>
T1	2971 <sup>a</sup>	1821a	2910	1,60	464 <sup>a</sup>
T2	3008 <sup>a</sup>	1807a	2957	1,64	460 <sup>a</sup>
T3	3053 <sup>a</sup>	1864a	2934	1,58	471 <sup>a</sup>
<b>CV (%)</b>	6,40	7,33	5,94	4,54	11,86
<b>Valor P</b>	0,001	0,001	0,405	0,842	0,001

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos. CA – Conversão Alimentar. IEP – Índice de eficiência produtiva.

Não foi evidenciado diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos avaliados para o peso relativo de órgãos (Tabela 6). Não havendo efeito de tratamento para o peso de coração, fígado, baço, moela e intestino delgado.

Tabela 6. Peso relativo de órgãos de Frangos de corte suplementados com blend de aditivos na dieta

Peso relativo (%)					
Níveis de inclusão	Coração	Fígado	Baço	Moela	Intestino Delgado
CN	0,45	1,68	0,08	2,23	3,92
CP	0,41	1,64	0,10	2,49	4,16
T1	0,40	1,65	0,08	2,44	4,02
T2	0,46	1,65	0,10	2,47	3,63
T3	0,44	1,66	0,09	2,14	3,99
<b>CV (%)</b>	14,45	13,55	36,97	22,64	23,22
<b>Valor P</b>	0,510	0,985	0,700	0,340	0,963

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

Na análise da bioquímica sérica (Tabela 7) foi observada redução (P 0,026) nos níveis de triglicerídeos (TRG) séricos das aves suplementadas com 1000g/Ton e 1500g/Ton do blend de aditivos, em relação as aves pertencentes ao grupo controle negativo. Para as demais variáveis avaliadas (glicose, colesterol, ácido úrico e creatinina) não foram encontradas diferenças nos frangos entre os tratamentos avaliados (P >0,05).

Tabela 7. Avaliação bioquímica sérica de frangos de corte suplementados com blend de aditivos na dieta

Níveis de inclusão	Glicose (mg/dL)	TRG (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	Ácido Úrico(mg/dL)	Creatinina (mg/dL)
CN	193,50	51,75a	121,00	446	0,33
CP	211,75	49,00ab	119,50	4,77	0,28
T1	201,50	50,25ab	116,25	4,28	0,28
T2	194,50	44,00b	128,25	4,74	0,30
T3	203,50	43,50b	123,50	4,53	0,33
<b>CV (%)</b>	15,25	13,81	15,64	15,87	27,71
<b>Valor P</b>	0,770	0,026	0,798	0,646	0,681

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos. TRG – Triglicerídeos.

Não houve efeito da adição dos diferentes aditivos na dieta (Tabela 8) sobre a contagem bacteriana total da cama (P 0,290) e das excretas (P 0,252) dos frangos de corte.

Tabela 8. Contagem bacteriana de mesófilos totais em cama e excretas de frangos de corte suplementados com blend de aditivos na dieta

Níveis de inclusão	Contagem Bacteriana	
	Total da Cama	Total de excretas
CN	7,81	7,90
CP	7,34	7,58
T1	7,39	7,59
T2	7,48	7,99
T3	7,52	8,14
<b>CV (%)</b>	5,85	7,39
<b>Valor P</b>	0,290	0,252

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

Os valores obtidos na avaliação de histologia intestinal (tabela 9), indicam que a inclusão do blend de aditivos, promove aumento na altura de vilosidades quando comparada ao CN (P 0,003). O mesmo pode ser observado sobre a relação vilo:cripta, a qual se apresentou com maior relação para o CP (P 0,023).

Tabela 9. Avaliação histológica intestinal de frangos corte suplementados com blend de aditivos na dieta

Níveis de inclusão	Altura de Vilosidade (μm)	Profundidade de Cripta (μm)	Relação Vilo:Cripta
CN	688,89b	85,71	8,27b
CP	911,13 <sup>a</sup>	78,09	11,79a
T1	850,67 <sup>a</sup>	78,07	11,50ab
T2	833,35 <sup>a</sup>	87,64	9,66ab
T3	855,27 <sup>a</sup>	91,74	9,46ab
<b>CV (%)</b>	10,54	16,43	20,40
<b>Valor P</b>	0,003	0,237	0,023

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, CP – Controle positivo 100 ppm avilamicina, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

## Discussão

A ausência de alterações significativas no desempenho das aves na primeira semana de idade pode ser explicada pelo curto período de criação, no qual ainda não é suficiente para a manifestação de efeito dos aditivos inclusos na dieta. Adicionalmente, este é um período no qual ainda está havendo a colonização do trato digestivo com a microbiota ambiental, e o desafio sanitário comumente observado nos sistemas de produção ainda não está estabelecido.

No período de 21 dias de criação, já foi possível observar efeitos do desafio ambiental nas aves, visto que os frangos pertencentes ao grupo controle negativo apresentaram desempenho inferior. O blend testado contém moléculas com potencial antimicrobiano (ácido propiônico e taninos oriundos da acácia-negra), fibras funcionais (oriundas da polpa de beterraba), substâncias oriundas da pimenta que estimulam atividade enzimática e nucleotídeos purificados, que estimulam a atividade mitótica celular. Todo este conjunto de ferramentas nutricionais faz com que o aditivo tenha mais ampla ação fisiológica em relação às moléculas antimicrobianas sintéticas (quando menciona-se melhoria em desempenho zootécnico, e não efeitos terapêuticos), o que justifica a melhora nos parâmetros de peso e ganho de peso observadas na presente pesquisa.

A adição do aditivo Inutria Set na ração de frangos de corte proporcionou incremento de peso de aproximadamente 80 gramas por frango, sem afetar a conversão alimentar. O mesmo achado foi

exposto por Onrust et al. (2015) os quais citam haver respostas favoráveis ao uso de ácidos orgânicos protegidos em termos de manutenção da saúde intestinal, como fonte de energia para células intestinais, também podendo atuar positivamente sobre a proliferação, diferenciação e maturação de células intestinais, além da manutenção da integridade da barreira intestinal e, em consequência, maior eficiência alimentar e ganho de peso.

Observam-se efeitos positivos da utilização do aditivo Inutria Go sobre o desempenho geral das aves, comportamento frequentemente observado na literatura científica (Jamroz et al., 2009; Houshmand et al., 2017; Huang et al., 2018), havendo relação da utilização destas moléculas em sinergia, o que melhora o ambiente intestinal e geram benefícios produtivos nas aves. Os efeitos combinados dos efeitos antimicrobianos dos taninos condensados presentes na acácia-negra e da curcumina contribuíram para a melhora do ganho de peso das aves. A melhora no desempenho também recebeu contribuição dos efeitos de estímulo da digestibilidade gerados pela capsaicina, corroborando o sinergismo buscado pela adição das moléculas, as quais possuem mecanismos de ação distintos. Ahmed e El-Gabry (2016) encontraram melhora no desempenho de aves suplementadas com capsaicina, e Salah et al., (2021) encontraram efeito benéfico da adição de curcumina sobre vários parâmetros fisiológicos e de carcaça em frangos de corte. Tais trabalhos são condizentes com os achados no presente experimento, auxiliando a explicar os mecanismos fisiológicos que explicam os resultados encontrados. O peso relativo dos órgãos não foi influenciado pela adição dos diferentes aditivos na dieta, fato que demonstra não haver sobrecarga fisiológica em nenhum dos órgãos avaliados. Avaliações de órgãos são importantes no intuito de verificar possíveis efeitos adversos da inclusão de novas moléculas na alimentação das aves, garantindo monitoramento mais amplo da segurança de utilização destes aditivos. Como não foram observadas alterações, pode-se concluir que sua utilização não compromete o funcionamento metabólico e digestivo dos frangos de corte. Na análise bioquímica sérica, não houveram alterações nos níveis circulantes de glicose, colesterol, de ácido úrico e de creatinina, demonstrando não haver efeito no metabolismo energético das aves avaliadas. Entretanto, houve redução nos níveis de triglicerídeos no sangue das aves alimentadas com 1000g/Ton e 1500g/Ton do blend de aditivos. Os achados concordam com o encontrado por Manan et al., (2012) e Pasquali e Pimenta (2014), os quais descreveram a presença do efeito de redução dos níveis séricos de triglicerídeos em frangos de corte alimentados com extratos herbais via ração.

As múltiplas interações entre os mecanismos de defesa da mucosa e a constante remodelação da mucosa intestinal, têm estabelecido uma influência direta da nutrição nestes processos. Alguns nutrientes da dieta podem alterar positivamente a capacidade de renovação da mucosa intestinal, melhorando a capacidade de digestão e absorção dos nutrientes pelas aves (Imperatori, 2018).

Essas substâncias são consideradas agentes tróficos, ou seja, capazes de estimular o processo mitótico e, aumentar o número de células e o tamanho dos vilos (Maiorka et al., 2008). Vários agentes

apresentam ação trófica sobre a mucosa intestinal, tais como ácidos graxos de cadeia curta, aminas biogênicas, prebióticos, probióticos, aditivos fitogênicos e alguns aminoácidos, como a glutamina (Furlan et al., 2004; Macari et al., 2004; Viola et al., 2008; Zavarize et al., 2010; Lemos et al., 2016).

A maneira de atuar de muitos dos referidos agentes acontece por mecanismos indutores de transcrição gênica, pela ativação de enzimas importantes no processo mitótico na região cripta-vilo. Outros agentes têm ação indireta, ou seja, favorecem os mecanismos de manutenção da integridade epitelial por permitir maior sanidade na mucosa, através de processos (exclusão competitiva) que promovem o equilíbrio da microbiota intestinal (Furlan et al., 2004; Macari et al. 2004)

## Conclusão

A inclusão do aditivo zootécnico Inutria Set melhora o peso final e o ganho de peso de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, sem causar impactos no consumo e na conversão alimentar das aves, podendo ser utilizado como substituto aos antimicrobianos melhoradores de desempenho na produção de aves.

Animais em crescimento e abate apresentam melhores resultados quando comparado com as fases pré-inicial e inicial, podendo interferir na microflora benéfica e estando associado ao funcionamento dos órgãos e secreções digestivas. Ou seja, doses muito altas de inclusão de AO pode interferir na microbiota de frangos mais jovens, por outro lado, quando utilizado na dose correta, podem exercer efeitos inibitórios de crescimento de microrganismos patógenos enquanto os microrganismos tolerantes a ambientes ácidos permanecem ilesos.

A adição do aditivo Inutria Go avaliado na dieta de frangos de corte melhora o ganho de peso e o peso corporal das aves, melhorando o índice de eficiência produtiva dos lotes e reduzindo o nível de triglicerídeos séricos das aves, sem comprometer outros parâmetros bioquímicos e nem o desenvolvimento ponderal dos órgãos das aves. O aditivo testado pode ser utilizado como substituto aos antimicrobianos melhoradores de desempenho na produção de aves.

## Referências

- ADDAM, K. G. S. et al. Dietary organic acids blend alone or in combination with an essential oil on the survival, growth, gut/liver structure and de hemato-immunological in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 50, n. 10, p. 2960-2971, 2019.
- AHMAD, H. Y. et al. Comparative effects of organic acids fed diet on morphometry of visceral organs and intestinal histology of two broiler strains. **Global Veterinaria**, Pakistan, v. 13, n. 2, p. 221-226, 2014.
- ALVES, T.P.; DALL-ORSOLETTA, A.C.; RIBEIRO-FILHO, H.M.N. The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and

methane emission in a tropical pasture. Tropical Animal Health and Production, v.49, n.8, p.1663–1668, 2017b. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-017-1374-9>>. Doi: 10.1007/s11250-017-1374-9.

ALVES, T.P.; DIAS, K.M.; DALLASTRA, L.J.H.; FONSECA, B.L.; RIBEIRO-FILHO, H.B.M. Energy and tannin extract supplementation for dairy cows on annual winter pastures. Semina Ciências Agrárias, v.38, p.1017–1026, 2017a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n2p1017>. Doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n2p1017

APAJALAHTI, J.; KETTUNES, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. World's **Poultry Science Journal**, v.60, p.223-232, 2004.

Ayman AhmedHoda E El-Gabry. EFFECTS OF CAPSAICIN SUPPLEMENTATION ON PRODUCTIVE AND PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF PEKIN DUCKS DURING SUMMER SEASON. Egyptian J. Nutrition and Feeds (2016), 19 (3): 549-561. DOI: 10.21608/ejnf.2016.74996.

BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: **CONGRESSO MERCOSUL DE PRODUÇÃO SUÍNA**, 2000, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: FCV/UBA/FAV/UNRC/EMBRAPA, 2000. p. 93-108.

BESS, A.S.; CROCKER, T.L.; RYDE, I.T.; MEYER, J.N. Mitochondrial dynamics and autophagy aid in removal of persistent mitochondrial DNA damage in *Caenorhabditis elegans*, **Nucleic Acids Research**, V. 40, Issue 16, 1 September 2012, p. 7916– 7931,

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 37, de 15 de fevereiro de 2018 – DIRETRIZ PARA PRÁTICA DE EUTANÁSIA DO CONCEA. Brasília: MCTI, 2018.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.1-4, 2010.

BRUGALI, I. **Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.167-182, 2003.

BUTOLO, J.E. Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35., 1998, Botucatu, SP. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.237-254.

CALACA, G. M. et al. Emprego de cloridrato de lidocaína 2% por via intratecal na eutanásia de aves de experimentação. 2009. 70f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência 21 Animal) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiás.

CALVEYRA, J. C. Efeito da Adição de Ácidos Orgânicos e Prebióticos na Dieta 23 sobre a Excreção de *Salmonella Typhimurium* em Suínos em fase de Crescimento 24 e Terminação Infectados Experimentalmente. 2010. **Dissertação** (Mestrado em 25 Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CANIBE, N.; ENGBERG, R. M; JENSEN, B. B. An overview of the effect of organic acids on gut flora and gut health, 2000.

CASTILLO, S. et al. Effects of organic acids on growth performance and digestive enzyme activities of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, [s. l.], v. 433, p. 6-12, 2014

CAVALHEIRO, A. C. R. et al. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro—Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, p.1-20, 2014.

CHAVES, L. S. Frangos de corte de crescimento lento e rápido, oriundos de ovos inoculados com probiótico, submetidos a desafio com *Salmonella enteritidis* e jejum após a eclosão. 2007. 65f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiás

CHILANTE, R.B., KUSSAKAWA,K.C.K.,FLEMMING,J.S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 387-394, 2012.

DASKIRAN, M. et al. Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. **Journal Applied Poultry Research**, v.13, n.4, p.605-613, 2004.

DIBAI, W.L.S. Desenvolvimento e validação de método para determinação simultânea de carbadox e olaquindox em ração para aves por cromatografia líquida de alta eficiência com confirmação em espectrometria de massas. 2012. 49f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut 16 microflora on nutrition and metabolism. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, 17 n.4, p.453-463, 2002.

DIBNER,J.J., RICHARDS, J.D. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. **Poultry Science**. Champaign, v.84,p.634-643,2005.

EIDELSBURGER, U. Feeding short-chain organic acids to pigs. Nottingham: **Nottingham University Press**, 2001. p.107-121.

ESPÍNDOLA, G.B. Nutrição de animais monogástricos de produção. **Expressão gráfica e editora**. p.204, 2016.

FERNANDES,R.T.V. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**. Maringá, v. 9, n. 12, p. 526-535, Dez., 2015

FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KANJI KATO, R. SOLIS MURGAS, L. D. Extrato de Orégano como Aditivo em Rações para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2316-2326, 2005.

GARCIA, R. G. et al. Ação isolada ou combinada de ácidos orgânicos e promotor de crescimento em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.2, p.149-154, 2006.

GAUTHIER, R. **Intestinal health, the key to productivity**. In: CONVENTION ANECAWPDC, 27., 2002. **Anais...** Puerto Vallarta. México. 2002.

GHEISAR, M.; HOSSEINDOUST, A.; KIM, I. H. Evaluating the effect of microencapsulated blends of organic acids and essential oils in broiler chickens diet. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 24, n. 4, p. 511-519, 2015.

GONZALES, E. Aditivos para rações de aves e suínos. Botucatu: **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - TMVZ – UNESP – Campos de Botucatu, 2006.

GRILLI, E.; MESSINA, M. R.; TEDESCHI, M.; PIVA, A. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved performance and intestinal metabolism. **Livestock Science**, v. 133, p. 173–175, 2010.

HINTON, A. J. R.; BUHR, R. J.; INGRAM, K. D. Reduction of *Salmonella* in the crop of broiler chickens subjected to feed withdrawal. **Poultry Science**, v.79, p.1566-1570, 2000.

HONG, N.H., XUAN, E.T.D.; TSUZUKI, H. TERAO, M. MATSUA, T.D. KHANH, 2004. Weed control of four higher plant species in paddy rice fields in Southeast Asia. **J. Agron. Crop Sci.**, 190: 59-64.

HOOGE, D.M.; MATHIS, F.G.; LUMPKINS, B.; PONEBSEK, J.; MORAN, D. Dose#Responses of broiler chick, given live coccidia vaccine on day of hatch, to diets supplemented with various levels of Farmatan® (Sweet Chestnut wood tannins) or BMD/Stafac in a 42-day pen trial on built-up litter. **International of Poultry Science**, v.11, p.7, p.474 – 481, 2012. Disponível em: <http://doi.org/10.3923/ijps.2012.474.481>. Doi: 10.3923/ijps.2012.474.481.

HOUSHMAND, M.; HOJATI, F.; PARSAIE, S. Dietary Nutrient Manipulation to Improve the Performance and Tibia Characteristics of Broilers Fed Oak Acorn (*Quercus Brantii* Lindl).

HUANG, Q.; LIU, X.; ZHAO, G.; HU, T.; WANG, Y. Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. **Animal Nutrition**, v.4, p.137-150, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.09.004>. Doi: 10.1016/j.aninu.2017.09.004.

HUEBNER, L. Ação dos aditivos na minimização da atividade patogênica de micro-organismos. 2011. 55f. **Dissertação** (Bacharel em Química industrial) – Centro Universitário Univates, Lajeado.

JAMROZ, D., T.; WERTELECKI, M. ;HOUSZKA, KAMEL,C. 2006. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. **Journal Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)** 90:255.–268.

JAMROZ, D.; A. WILICZKIEWICZ; J. SKORUPINSKA; J. ORDA; J. KURYSZKO; H. TCSHIRCH. Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. **British Poultry Science**, v.50, n.6, p.687 – 699, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00071660903191059>>. Doi: 10.1080/00071660903191059.

JANG, I.S., O, Y.H., YANG, H.Y., HA, J.S., KIM, J.Y., Kim, J.Y., KANG, S.Y., YOO, D.H., NAN, D.S., KIM, D.H., LEE, C.Y., 2004. Influence of essential oil components on growth performance and the functional activity of the pancreas and small intestine in broiler chickens. **Asian–Aust. J. Anim. Sci.** 17 (3), 394–400.

JYUTHI SRI, S.; SURIA PRABHA, K.; MUTHUPRASANNA, P.; PAVITRA, P. Microencapsulation: A review. **International Journal of Biological Sciences**, v. 3, p. 509–531, 2012.

KALEMBA, D., KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal and properfungal properties of essencial oils. **Current Medicinal Chemistry**, V. 10, n. 10, 2003.

KESHAVARZI, S.; HOUSHMAND, M.; BAHREINI-BEHZADI, M.R. Age-Specific Response of Broilers to Dietary Inclusion of a High-Tannin Feedstuff. *Poultry Science Journal*, v.5, n.2, p.83-90, 2017. Disponível em: <<http://psj.gau.ac.ir>>. Doi: 10.22069/psj.2017.12406.1232.

KHAN, S.H.; IQBAL, J. (2016). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, (1), 359-369

KIEN, L. K.; CHANG, J. C.; COOPER, J. R. Butyric acid is synthesized by piglets. *American Society for Nutritional Sciences*, v. 3, p. 234-237, 2000.

KOWALSKI, L. H. et al. Efeito de um blend de ácidos orgânicos (acidal® cal) sobre o desempenho de leitões recém desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA; CONGRESSO SUL-BRASILEIRO DA ANCLIVEPA, 2015, Curitiba. **Resumos [...]**. Curitiba: UFPR, 2015.

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

LEESON, S. et al. Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. *Poultry Science*, v.84, p.1418-1422, 2005.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. A.; COX, M. M. Principles of biochemistry in: **Book Reviews**. New York: Worth Publishers, 1993. p. 201-202.

MACHINSKY, T. G. Efeito da adição do ácido butírico e da fitase na digestibilidade de nutrientes em suínos na fase de crescimento. 2008. 126f. **Dissertação** (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Manan A., Naila C., Sarzamin K., Muhammad S., Qureshi A. & Bacha J. 2012. Effect of periodic supplementation of herbal infusion on the Liver function and lipid profile of broiler chickens. *Sarhad J. Agricult.* 28(1):75-82.

MARKEY, B.K.; LEONARD, F.C.; ARCHAMBAULT, M.; CULLINANE, A.; MAGUIRE, D. Clinical Veterinary Microbiology. London: MOSBY Elsevier, 2013. 901p. Disponível em: <[doi: 10.5433/1679-0359.2016v37 n3p1369](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1369)> doi: 10.5433/1679-0359.2016v37 n3p1369.

McCARTNEY, E. O Banimento de Antibióticos Promotores de Crescimento na UE – Implicações Globais para a Nutrição Animal. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2008, Chapecó – SC. **Anais...** Chapecó: [s.n.], 2008. p.13-33.

MEDUGU, C.I.; SALEH, B.; IGWEBUIKE, J.U.; NDIRMBITA, R.L. Strategies to Improve the Utilization of Tannin-Rich Feed Materials by Poultry. *International Journal of Poultry Science*, v. 11, n. 6, p. 417-423, 2012.

MEUNIER, J.P.; CARDOT, J.M.; GAUTHIER, P.; BEYSSAC, E.; ALRIC, M. Use of rotary fluidized-bed technology for development of sustained-release plant extracts pellets: potential application for feed additive delivery. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, p. 1850-1859, 2006.

MROZ, Z., Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. *Advances in Pork Production*, Dordrecht, v.16, p.169-182, 2005.

NG, WK; KOH, CB. The utilization and mode of action of organic acids in the feeds of cultured aquatic animals. **Reviews in Aquaculture**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 342-368, 2017.

ONRUST, L.; DUCATELLE, R.; VAN DRIESEN, K., et al. Steering endogenous butyrate production in the intestinal tract of broilers as a tool to improve gut health. **Front. Vet. Sci.** 2: 75, 2015.

PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

Pasquali, G., Pimenta, G.E.M. ADITIVOS FITOGÊNICOS: UMA ALTERNATIVA AO USO DE ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES. Enciclopédia biosfera, Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

PENZ, A. M.; SILVA, A. B.; RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos **Anais...**São Paulo. Brasil: FACTA 1993. p.111-119.

PICKLER, L. et al. Avaliação microbiológica, histológica e imunológica de frangos de corte desafiados com *Salmonella enteritidis* e Minnesota e tratados com ácidos orgânicos. **Revista Veterinária Brasileira**, v.32, n.1, p.27-36, 2012.

PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, V.; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 486-493, 2007.

PLATEL, K., SRINIVASAN, K., 2004: Digestive stimulant action of spices: A myth or reality. **Indian J. Med. Res.** 119:167-179.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. **Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albinorats**. Nahrung, v. 44, p. 41-46, 2000.

PULICI, P.M.M et al., Uso de óleo essencial de orégano, salinomicina e bacitracina de zinco na dieta de frangos de corte. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 131-135, 2014.

R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. URL: <http://www.R-project.org/>.

REDA, R. M. et al. Effects of dietary acidifiers on growth, hematology, immune response and disease resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, [s. l.], v. 50, p. 255-262, 2016.

REDONDO, L.M.; CHACANA, P.A.; DOMINGUES, J.E.; MIYAKAWA, M.E.F. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry. **Frontiers in microbiology**, v.5, n.118, p.1-7, 2014. Disponível em:  
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2014.00118/full>. Doi: 10.3389/fmicb.2014.00118.

Revista brasileira de ciência avícola, v. 17, n.1, p.17-24, 2017. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1590/1516-635x170117-24>. Doi: 10.1590/1516-635x170117-24.

RIBEIRO, R. P.; FLEMMING, J. S.; BACILA, A. R. Uso de leveduras (*saccharomyces cerevisiae*), parede celular de leveduras (sscw), ácidos orgânicos e avilamicina na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**. v.13, n.3, p.210-217, 2009.

RIZZO, P.V. Misturas de extratos vegetais como alternativas ao uso de antibióticos meçhoradores do desempenho nas dietas de frangos de corte. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiros. Universidade de São Paulo, 69 p. 2008.

Roca, I., Akova, M., Baquero, F., Carlet, J., Cavalieri, M., Coenen, S., Cohen, J., Findlay, D., Gyssens, I., & Heure, O. E. (2015). The global threat of antimicrobial resistance: science for intervention. *New Microbes and New Infections*, 6, 22 – 29.

ROCHA, T. M. Controle de *Salmonella Typhimurium* em frangos de corte 24 utilizando composto com ácido benzóico, fumárico e 2-hidroximetiltiobutanóico. 25 2008. 75f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Animal) – Escola de Veterinária da 26 Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2008.

ROTH, F. X.; KIRCHGESSNER, M. Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. **Journal of Animal and Feed Science**, v. 8, p. 25- 33, 1998.

SAAVEDRA, J. M.; TSCHERMIA, A. human studies with probiotics and prebiotics: clinical implications. **British Journal Nutrition**. v.87, p. 241-246. 2002.

SAEI, M. M. et al. Effects of different levels of BioAcid Ultra on growth performance, survival, hematologichal and biochemical parameters of fingerlings rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal of Aquaculture Research & Development**, Barcelona, v. 7, n. 455, p. 2, 2016.

Salah, A.S.; Ahmed-Farid, O.A.; Nassan, M.A.; El-Tarabany, M.S. Dietary Curcumin Improves Energy metabolism, Brain Monoamines, Carcass Traits, Muscle Oxidative Stability and Fatty Acid Profile in Heat-Stressed Broiler Chickens. *Antioxidants* 2021, 10, 1265.  
<https://doi.org/10.3390/antiox10081265>.

SALAZAR, P.C.R.; ALBUQUERQUE, R.; TAKEARA, P. TRINDADE NETO, M.A.; ARAÚJO, L.F. Efeito dos ácidos lático e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Reserch of Animal Science**, v. 45, n. 6, p. 463-471, 2008.

SAMJ, S. Afr. med. j. vol.105 n.5 Pretoria May. 2015, <http://dx.doi.org/10.7196/SAMJ.9644>

SANTOS, E. C. Aditivos Alternativos ao uso de antibiótico na alimentação de frangos de corte. Lavras – MG: **Ed. Universidade Federal de Lavras**, 2003. 226p.

SILVA, B. C. et al. Ácidos e sais orgânicos na aquicultura: seus efeitos na nutrição e saúde de organismos aquáticos. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W.S. (org.). Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. **São Carlos: Pedro & João**, 2015.

SILVA, E. N. Probióticos e Prebióticos na Alimentação de Aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, São Paulo. **Anais...** Campinas: FACTA; 241-251, 2000.

TOMASZEWSKA, E.; DOBROWOLSKI, P.; KLEBANIUK, R.; KWIECIEŃ, M.; TOMCZYK-WARUNEK, A.; SZYMAŃCZYK, S.; KOWALIK, S.; MILCZAREK, A.; BLICHARSKI, T.; MUSZYŃSKI, S. Gut-bone axis response to dietary replacement of soybean meal with raw low-tannin faba bean seeds in broiler chickens. *Plos one*, v. 3, n. 3, e0194969, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194969>>. Doi: 10.1371/journal.pone.0194969

VAN IMMERSEEL, F.; FIEVEZ, V.; DE BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A.; HAESEBROUCK, F.; DUCATELLE, R. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify

colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. **Poultry Science**, v. 83, n. 1, p. 69-74, 2004.

VIOLA, E. S. et al. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos lático, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Piracicaba, v. 37, n. 2, p. 296-302, 2008.

WANG, R.; BOURNE, S. **Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in year 2000?**. In: Alltech's annual symposium, 14; 1998. Nottingham, Anais. Alltech, 1998. p. 168-184.

WELTIZIEN, E. M. Effectes of feed form on gut microbiota in broilers. **Poultry Industry Council**, Ontario, v. 1, n. 5, 2003.

WILLIAMS, P. AND LOSA, R. 2001. The use of essential oils and their compounds in poultry nutrition. **World Poultry** 17:14-15.

ZANELATO, E.A. et al. Ácidos orgânicos como substitutos a antibióticos promotores de crescimento para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.10, p.80, 2008.

ZENG , Z. et al. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, London, v. 6, p. 1-10, 2015.

ZHAI, H.; LIU, H.; WANG, S.; WU, J.; KLUENTER, A.M. Potential of essential oils for poultry and pigs. **Animal Nutrition** v.4 p. 179-186, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>>. Doi: 10.1016/j.aninu.2018.01.005.

### **Capítulo 3: EFEITO DE UM BLEND DE ADITIVOS SOBRE O DESEMPENHO, SAÚDE INTESTINAL E METABOLISMO DE KINGUIOS (*Carassius auratus*)**

#### **Resumo:**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de um blend de aditivos sobre o desempenho, metabolismo proteico e saúde intestinal de Kinguios. O experimento teve duração de 60 dias e foi realizado no Laboratório de Piscicultura do CAV-UDESC. Foi testado um blend de aditivos (Inutria Set) que será fornecido via ração, durante todo o período do experimento. A avaliação ocorreu em três níveis de inclusão (500, 1000 e 1500g/ton<sup>-1</sup>) em comparação com uma dieta sem suplementação em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram utilizados 96 kinguios com peso inicial médio de 0,48 gramas. Após um período de aclimatação de 15 dias os peixes foram distribuídos em 16 tanques de vidro, com capacidade de 10 litros. Os tanques foram conectados a um sistema de recirculação e equipados com sistema de aeração individual

acopladas em um compressor radial. Cada unidade experimental constava também um aquecedor com termostato responsável por manter a temperatura de cultivo constante (~27°C). No início do experimento, aos 30 e 60 dias foram realizadas biometrias para monitorar o crescimento dos animais. No final do experimento, após a pesagem, cinco animais de cada unidade experimental serão anestesiados e submetidos à eutanásia para coleta dos materiais biológicos. Para as análises de parâmetros metabólicos e histomorfometria intestinal serão utilizados dois peixes por repetição. Para a atividade enzimática intestinal será realizado um “pool” de três peixes por repetição.

**Palavras-chave:** ácidos orgânicos, extratos vegetais, nucleotídeos, morfometria intestinal.

### **Abstract:**

The present work aims to evaluate the effect of a blend of additives on the performance, protein metabolism and intestinal health of Kinguios. The experiment lasted 60 days and was carried out at the CAV-UDESC Fish Farming Laboratory. A blend of additives (Inutria Set) was tested and will be supplied via feed throughout the experiment period. The evaluation took place at three inclusion levels (500, 1000 and 1500g/ton-1) compared to a diet without supplementation in a completely randomized design with four treatments and four replications. 96 kinguios were used with an average initial weight of 0.48 grams. After an acclimatization period of 15 days, the fish were distributed in 16 glass tanks, with a capacity of 10 liters. The tanks were connected to a recirculation system and equipped with an individual aeration system coupled to a radial compressor. Each experimental unit also included a heater with a thermostat responsible for maintaining a constant cultivation temperature (~27°C). At the beginning of the experiment, at 30 and 60 days, biometrics were performed to monitor the animals' growth. At the end of the experiment, after weighing, five animals from each experimental unit will be anesthetized and euthanized to collect biological materials. For the analysis of metabolic parameters and intestinal histomorphometry, two fish will be used per replicate. For intestinal enzymatic activity, a pool of three fish per repetition will be carried out.

**Keywords:** organic acids, plant extracts, nucleotides, intestinal morphometry.

## **1. Introdução**

A aquicultura moderna, vem enfrentando alguns obstáculos, relacionados a desafio sanitário. Esse desafio, está relacionado com a intensificação de produção e maior demanda por peixes nos lares brasileiros, seja para consumo, ou como animais de estimação. Essa nova forma de trabalho, tem acarretado volumes de produções maiores, significando assim, um cultivo intensivo.

A principal forma de controle de patologias em animais, ainda é a utilização de antibióticos. Por vezes, essas moléculas são utilizadas com fins preventivos, como APC (antibiótico promotor de crescimento), e nesse formato, acabam por ser utilizados de maneira indiscriminada. Esse uso inconsciente de moléculas medicamentosas, alertou os órgãos responsáveis, e ocasionou uma mudança de legislação, com o banimento de alguns princípios ativos. O que abriu um novo campo de estudos, com moléculas alternativas para o uso dos APCs, buscando melhorias de desempenho para os animais, e fortemente ligado ao conceito *one health*.

Como aditivo alimentar, os acidificantes estão sendo estudados há algum tempo, e possuem duas vias de ação relativamente bem elucidadas, pois uma vez no interior da bactéria, os ácidos orgânicos que são constituintes naturais de diversos alimentos, e contém uma ou mais carboxilas (COOH) em sua molécula, diminuem o pH intracelular, através da liberação dos íons H<sup>+</sup> (LUCKSTADT, 2008). As células reagem eliminando os prótons tentando manter o pH do citoplasma quase neutro sustentando suas funções macromoleculares e esse mecanismo aumenta o consumo de ATP e pode levar à depleção de energia celular (DAVIDSON, 2001).

Os ácidos orgânicos e seus sais, quando inclusos na dieta, seja na forma pura ou associada, desempenham um impacto positivo sobre os ganhos zootécnicos e nos parâmetros microbiológicos do cultivo, pois reduzem a população de microbiota patogênica no estômago, através da redução da absorção de ferro pelas bactérias patogênicas inibindo seu crescimento (JONES, 1998; CARDOSO; NOGUEIRA, 2007; CAVALHEIRO et al., 2014).

## **Metodologia utilizada:**

### *Delineamento experimental*

O experimento teve duração de 60 dias e foi realizado no Laboratório de Piscicultura do CAV-UDESC. O blend de aditivos (Inutria Set) avaliado, foi fornecido via ração, durante todo o período do experimento. Três níveis de inclusão (500, 1000 e 1500g/ton<sup>-1</sup>) forma avaliados, em comparação com uma dieta sem suplementação em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições

### *Dietas Experimentais*

Utilizou-se uma ração comercial extrusada para kinguio (32%PB). A composição da ração foi analisada para confirmação da composição (AOAC, 2000). Para a inclusão do aditivo a ração será moída em processador industrial e peneirada em malha 0,71 mm. Foi utilizado o aditivo Inutria Set (Tabela 12). O aditivo será incorporado na ração que posteriormente será peletizada com adição de água (30%) em matriz de 1 mm tipo “espaguete” (Malta®, Modelo 1036, Bocal n° 8). Para secagem

a ração foi colocada em estufa (Cienlab®, Modelo CE-220/150) a 55 °C por 48 h. As dietas serão armazenadas em embalagens plásticas e colocadas em refrigeradores (4 °C) até o momento do uso.

Tabela 12. Composição percentual do blend utilizado

%	Inutria Set
Extrato de acácia-negra	10,0
Propionato de cálcio	32,0
Extrato de pimenta	5,0
Polpa de beterraba	42,0
Extrato de açafrão	-
Polpa de maçã	-
Extrato de pimenta	-
Nucleotídeos purificados	8,0
Sílica	3,0

#### *Animais e instalações*

Foram utilizados 96 peixes com peso inicial médio de 0,48 gramas. Após um período de aclimatação de 15 dias os peixes foram distribuídos em 16 tanques de vidro, com capacidade de 10 litros. Os tanques serão conectados a um sistema de recirculação e serão equipados com sistema de aeração individual acopladas em um compressor radial. Cada unidade experimental terá também um aquecedor com termostato responsável por manter a temperatura de cultivo constante (~27°C). No início do experimento, aos 30 e 60 dias serão realizadas biometrias para monitorar o crescimento dos animais. Os animais serão alimentados até a saciedade aparente. Diariamente os restos de matéria orgânica serão retirados por sifonamento. A temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido serão aferidos diariamente. Para isto serão utilizados pHmetros e oxímetros portáteis. Semanalmente serão coletadas amostras de água que para a realização de análises de nitrogênio amoniacal total (NAT). A água dos tanques será ligeiramente salinizada (2 g/ litro) com o objetivo de diminuir a suscetibilidade as doenças.

#### *Desempenho produtivo*

No início dos experimentos, aos 30 e 60 dias foram realizadas biometrias para monitorar o crescimento dos animais. Antes da biometria todos os peixes foram mantidos em jejum por 24 h, anestesiados com eugenol (50 mg l<sup>-1</sup>) e pesados individualmente. O desempenho produtivo foi analisado com base nos seguintes parâmetros: ganho de peso (GP, g = peso médio final – peso médio inicial), taxa de crescimento específico (TCE, % dia<sup>-1</sup> = [(peso médio final – peso médio inicial) /

experimental período] \* 100) e conversão alimentar aparente (CA = consumo de ração / ganho de peso total). A mortalidade será registrada para avaliar a taxa de sobrevivência (S, % = [total de animais no final / total de animais no início] \* 100).

No final do experimento, após a pesagem, cinco animais de cada unidade experimental serão anestesiados e depois submetidos à eutanásia por secção medular para coleta dos materiais biológicos. Para as análises de parâmetros metabólicos e histomorfometria intestinal serão utilizados dois peixes por repetição. Para a atividade enzimática intestinal foi realizado um “pool” de três peixes por repetição.

#### *Histomorfometria intestinal*

Porções de aproximadamente 3 cm de comprimento foram coletadas do intestino médio e cada amostra será fixada em uma solução de formalina tamponada a 10% por 24 h, desidratada em uma série ascendente de álcoois, diafanizada em xileno, embebida em parafina e cortada em seções de 5  $\mu\text{m}$  para preparação das lâminas. As amostras serão então coradas de acordo com o método de coloração Harris-Eosin (HE). As lâminas serão observadas sob microscópio óptico (OptiCam, 10 $\times$ ) e fotografadas usando uma câmera digital (Moticam 2300, 3 MP, resolução 3264 $\times$ 2448). Os valores de altura total, altura, largura e espessura das vilosidades serão medidos usando o software analisador de imagens TouTek TouView - x64, versões 2270/07/03. Nas mesmas vilosidades intestinais, serão realizadas as contagens do número de células caliciformes.

#### *Atividade enzimática*

Após a eutanásia, os peixes serão imediatamente colocados em gelo e dissecados para separar o intestino. Os intestinos serão lavados com água destilada e imediatamente congelados a -80°C até o momento das análises. No momento das análises, os intestinos serão cortados em pequenos pedaços e adicionados em tubos eppendorfs de 2 ml onde serão diluídos em água destilada gelada (1:10, p/v). Os eppendorfs serão submetidos a banhos ultrassônicos durante 5 min (5 vezes de 1 min com intervalos de 1 min em banho de gelo) para rompimento das células intestinais e liberação das enzimas digestivas. Posteriormente, os homogenatos intestinais serão centrifugados a 7000 rpm por 10 min e os sobrenadantes serão separados e utilizados para determinar a atividade das enzimas digestivas.

A atividade da amilase será medida a  $\lambda = 580$  nm usando amido solúvel dissolvido (0,3%) em solução tampão de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (pH 7,4) como substrato (METAIS e BIETH, 1968). Uma unidade de atividade da amilase (U) será definida como mg de amido hidrolisado em 30 min a 37 °C por ml de extrato enzimático. A atividade da protease alcalina total será determinada após 30 min de incubação a 25 °C, utilizando caseína a 0,5% (p/v) como substrato em Tris-HCl 50 mM (pH 8,0). A reação será parada com ácido tricloroacético (20% p/v), o extrato será centrifugado (5000 rpm, 20 min) e a

absorbância do sobrenadante será medida a  $\lambda = 280$  nm à temperatura ambiente. Uma unidade de atividade da protease (U) por ml será definida como 1  $\mu\text{mol}$  de caseína hidrolisada por min por ml de extrato enzimático (GARCÍA-CARREÑO e HAARD, 1993). A atividade da lipase será medida a  $\lambda = 410$  nm usando *p*-nitrofenil laurato (3mM) em propanol como substrato (BRABCOVÁ et al., 2013). A reação será paralisada pela adição de acetona (PASTORE et al., 2003). Uma unidade de atividade da lipase (U) será definida como a quantidade de enzima necessária para a hidrolise de 1  $\mu\text{mol}$  de *p*-nitrofenil laurato em 20 min a 25 °C por ml de extrato enzimático.

### *Análises estatísticas*

Todos os dados serão submetidos a testes para verificar a normalidade dos erros (Shapiro-Wilk) e a homocedasticidade das variâncias (Levene). Os resultados serão analisados estatisticamente por meio de Análise de Variância Paramétrica (ANOVA) e submetidos ao teste de média correspondente.

## Resultados

A variável consumo de ração não foi afetada ( $P=0,751$ ) pelos tratamentos (Tabela 13). O ganho de peso ( $P=0,510$ ) e peso final dos peixes ( $P=0,752$ ), apresentaram média numérica maior no tratamento 1, quando comparado ao controle negativo. Porém, quando comparado aos demais tratamentos, não houve curva de resposta contínua de crescimento.

Tabela 13. Biometria de kinguio suplementados com blend de aditivos

Tratamento	Consumo Ração	Peso Inicial	Ganho de Peso	Peso Final	TCE
CN	2,756	0,532	0,153	0,649	0,25
T1	2,735	0,491	0,201	0,692	0,33
T2	2,713	0,486	0,136	0,623	0,22
T3	2,799	0,481	0,145	0,626	0,24
P	0,751		0,510	0,752	

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

As variáveis relacionadas aos parâmetros de histologia intestinal, demonstram não haver efeito de tratamento entre as diferentes doses de produto (tabela 14). A variável comprimento total, apresentou uma tendência a redução conforme as doses do produto aumentaram, porém, não

apresentou diferença entre os tratamentos ( $P=0,880$ ). As variáveis de comprimento ( $P=0,751$ ), Largura ( $P=0,058$ ) e Espessura ( $P=0,532$ ), também não tiveram efeito de tratamento.

Tabela 14. Histologia intestinal de kinguio suplementados com blend de aditivos

Tratamento	Comp. Total	Compr	Largura	Espessura
<b>CN</b>	216,60	192,42	93,92	49,07
<b>T1</b>	206,50	187,73	99,76	50,45
<b>T2</b>	193,98	173,26	90,50	48,03
<b>T3</b>	184,92	161,14	89,52	48,66
<b>P</b>	0,880	0,751	0,058	0,532

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

Para os indicadores relacionados a perfil enzimático (tabela 15), o comportamento das variáveis indicou um crescimento na enzima lipase no tratamento 1, quando comparado aos demais tratamentos, porém, esse crescimento não justificou uma diferença de tratamento ( $P=0,258$ ). Para a enzima protease, os números foram melhores no controle negativo, em relação aos demais tratamentos, mas manteve a ausência de efeito entre tratamento ( $P=0,148$ ).

Tabela 15. Perfil enzimático intestinal de kinguio suplementados com blend de aditivos

Tratamento	Lipase	Protease
<b>CN</b>	107,27	15,43
<b>T1</b>	124,45	11,68
<b>T2</b>	85,66	11,98
<b>T3</b>	101,65	11,65
<b>P</b>	0,258	0,148

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

Os parâmetros de cor não apresentaram diferença entre os tratamentos (tabela 16). As variáveis L ( $P=0,553$ ), C ( $P=0,521$ ) e H ( $P=0,333$ ) não foram afetadas entre si.

Tabela 16. Colorimetria de kinguio suplementados com blend de aditivos

Tratamento	L	C	H
<b>CN</b>	55,054	10,931	54,000
<b>T1</b>	55,489	11,070	57,046
<b>T2</b>	53,656	12,054	52,909
<b>T3</b>	56,641	10,787	54,403
<b>P</b>	0,553	0,521	0,333

\*Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste Tukey, a 0,05 de significância. CN – controle negativo, T1 – 500 g/ton do blend de aditivos, T2 – 1000 g/ton do blend de aditivos, T3 – 1500 g/ton do blend de aditivos.

## Discussão

A ausência de resultado entre tratamentos nos parâmetros de biometria (tabela 13), podem estar relacionados com a interação de alguns compostos da ração e o aditivo, e as características fisiológicas do kinguio. Sendo o kinguio um peixe sem estômago, toda a digestão e absorção ocorre via intestino. O tanino, um dos compostos presente no aditivo avaliado, pode realizar complexação com a proteína, através de pontes de hidrogênio (MAKKAR, 1988), essa reação diminui a utilização da proteína e afeta a digestibilidade dos carboidratos, a absorção e retenção de algumas vitaminas e minerais. Os efeitos dos taninos se iniciam na boca. Reagindo com a saliva, podem ser reduzidos no estômago ao serem dissociados por ação do pH e das pepsinas. Interagem com as mucoproteínas ao passar pelo trato intestinal e finalmente podem se combinar com as proteínas da camada externa das células do intestino reduzindo a absorção dos nutrientes (PINTO, 2000).

O intestino desempenha um papel importante para os animais de produção, pois atua diretamente sobre a digestão e absorção de nutrientes, mas também tem função relevante no sistema imunológico (NICHOLSON et al., 2012). A histologia intestinal (tabela 14) é importante para estudos sobre desempenho de peixes, porque o intestino é o principal local de absorção de nutrientes. No presente estudo não foi demonstrada diferença nos parâmetros avaliado pela morfometria intestinal. Al-Sagheer et al. (2017) descreveram que os óleos essenciais apresentam efeito modulador da microbiota de peixes. As atividades funcionais desses compostos são dependentes das doses utilizadas, exercendo efeitos fisiológicos em distintas concentrações (CHAKRABORTY et al., 2014). As doses avaliadas não foram suficientes para expressar ganhos nesse parâmetro. Corroborando com os indicadores de biometria, em que as doses utilizadas não agregaram peso aos animais.

O ácido orgânico presente no aditivo avaliado, estava presente no formato microencapsulado. A liberação desse composto dependia da ação da enzima lipase (tabela 15). Não foi evidenciado aumento na produção de lipase e protease no intestino. Quando na liberação dos ácidos graxos de cadeia curta e média, estes não requerem a assistência de uma micela para a absorção pela mucosa intestinal. Dentro do enterócito, mais precisamente no retículo endoplasmático, ocorre a ressíntese dos triglicerídos a partir do ácido graxo de cadeia longa e dos monoglicerídos. Esses são, então, incorporados a lipoproteínas, juntamente com colesterol, fosfolipídios e vitaminas lipossolúveis, formando os chamados quilomícrons, que se difundem para o sangue ou linfa e são responsáveis pelo transporte das gorduras no organismo. Em algumas espécies parte das gorduras podem ir para o

sistema linfático antes de entrar no sistema circulatório. Os sais biliares permanecem no intestino e são posteriormente reabsorvidos na sua porção final para formarem novamente a bile.

Os parâmetros de cor não sofreram alteração nos tratamentos propostos, quando comparados a dieta controle, acredita-se que em função da idade dos peixes, os pigmentos fornecidos através da farinha de beterraba, não foram em condições suficientes para expressar alterações.

## Conclusão

A ausência de resultados nos parâmetros avaliados, pode ter sofrido interferência da idade dos animais e doses avaliadas do aditivo. Sendo necessário a realização de novos estudos, com animais maiores para que se possa ser avaliado e coletado novos resultados. A ausência de desafio no ambiente experimental, também contribui para não haver expressão do sistema de defesa dos animais, por tanto, não sendo expresso o potencial do aditivo em recuperar e melhorar a morfometria intestinal. O aditivo avaliado não apresentou danos ao desenvolvimento dos peixes.

## Referência Bibliográfica

Al-Sagheer, A. A., Mahmoud, H. K., Reda, F. M., Mahgoub, S. A., & Ayyat, M. S. (2017). Supplementation of diets for *Oreochromis niloticus* with essential oil extracts from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and geranium (*Pelargonium graveolens*) and effects on growth, intestinal microbiota, antioxidant and immune activities. *Aquaculture Nutrition*. doi: 10.1111/anu.12637

BRABCOVÁ, J., PRCHALOVÁ, D., DEMIANOVÁ, Z., BUCÁNKOVÁ, A., VOGEL, H., VALTEROVÁ, I., PICHOVÁ, I., ZAREVÚCKA M. Characterization of Neutral Lipase BT-1 Isolated from the Labial Gland of *Bombus terrestris* Males. *PLOS ONE*. v. 8, p. 1-11, 2013.

Chakraborty S.B. & Hancz C. (2011) Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. *Reviews in Aquaculture* 3(3), 103-119.

Davidson, P. M. Chap. 29. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. Pages 593–627 in *Food Microbiology—Fundamentals and Frontiers*. 2nd ed. M. P. Doyle, L. R. Beuchat, and T. J. Montville, ed. American Society for Microbiology, Washington, DC, 2001.

Garcia-Carreno, F.L., Dimes, L.E. and Haard, N.F. (1993) Substrate-Gel Electrophoresis for Composition and Molecular Weight of Proteinases or Proteinaceous Proteinase Inhibitors. *Analytical Biochemistry*, 214, 65-69.

<http://dx.doi.org/10.1006/abio.1993.1457>

LÜCKSTÄDT, C. The use of acidifiers in fish nutrition. *CAB Reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, Nutrition and natural resources*, v. 3, n. 044, p. 1-8, 2008.

MAKKAR, H. P. S. Do tannins affect only protein utilization. *Indian Daryman*. Bombain, v. 41, n. 7, p. 135- 156, 1988

Nicholson J.K., Holmes E., Kinross J., Burcelin R., Gibson G., Jia W. & Pettersson S. (2012) Host-gut microbiota metabolic interactions. *Science* 336(6086), 1262-1267.

PASTORE, G. M., COSTA, V. S. R., KOBILITZ, M. G. B., Purificação Parcial e Caracterização Bioquímica de Lipase Extracelular Produzida por Nova Linhagem de *Rhizopus* Sp. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas – SP, 23-2: 135-140, mai-ago, 2003.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. J. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.



## Assinaturas do documento



Código para verificação: **6M6HI2N4**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

 **THIAGO EL HADI PEREZ FABREGAT** (CPF: 224.XXX.108-XX) em 16/09/2024 às 09:05:19  
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:34:16 e válido até 30/03/2118 - 12:34:16.  
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNDAxNzJfNDAyMTVfMjAyNF82TTZISTJONA==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00040172/2024** e o código **6M6HI2N4** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.