

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DOUGLAS FERNANDO BAYERLE

MEXILHÃO DOURADO (*Limnoperna fortunei*) NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO TANINO COMO SEQUESTRANTE DE
METAIS PESADOS

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DOUGLAS FERNANDO BAYERLE

MEXILHÃO DOURADO (*Limnoperna fortunei*) NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO TANINO COMO SEQUESTRANTE DE
METAIS PESADOS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DOUGLAS FERNANDO BAYERLE

MEXILHÃO DOURADO (*Limnoperna fortunei*) NA ALIMENTAÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO TANINO COMO SEQUESTRANTE DE
METAIS PESADOS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Marechal Cândido Rondon, 16 de Abril de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes

Prof. Dr. José Geraldo de Vargas Junior

Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Junior

*A **Deus** primeiramente, que iluminou meu caminho, dando força e coragem durante toda esta jornada.*

*Aos meus pais, **Lirio Bayerle e Terezinha Boeing Bayerle**, pelo exemplo de vida e família, por não medirem esforços e tempo de suas vidas para que eu conseguisse realizar os meus sonhos.*

*Aos meus irmãos, **Rafael Junior Bayerle e Ana Caroline Bayerle**, que tiveram sempre ao meu lado durante essa trajetória.*

*Em especial, aos meus dois grandes amores, a minha filha **Náthally Eloisa Bayerle**, e minha esposa **Karline Ednise Luz**, pela ajuda, companheirismo, amor, prestatividade, que abdicaram do seu tempo e seus sonhos, para que eu alcançasse os meus objetivos, construindo um futuro melhor para nossa família.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, e nunca me deixar faltar forças para seguir em frente.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade concedida e pela qualidade de ensino apresentada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por ter possibilitado e financiado este projeto de pesquisa.

Ao Professor Dr. Ricardo Vianna Nunes, que me orientou com sabedoria e amizade, e pela confiança na orientação deste trabalho e acima de tudo por acreditar no meu desenvolvimento acadêmico. E a todos os professores que durante esses dois anos contribuíram para minha formação e capacitação da minha vida profissional e acadêmica.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Paulo Henrique Morsh, pela paciência e colaboração em assuntos burocráticos durante todo o curso.

Ao pessoal do grupo de estudos (GEMADA) Taciana M. M. de Oliveira, Carina Scherer, Rafael Frank, Rodrigo André Schone, Thiago Rafael Hofferber, Talita Viron Giron, Thiago do Santos Andrade, Lucas Wachholz, Tiago Alexandro Dussmann, Idiana Mara da Silva, Flavia Zart, Emanuelle Cristine dos Santos, Marlon Rafael Luft, André Rodrigo Carlett, Guilherme Tesser, Marina Julia Susin, Mariana Larissa Lohmann, e a todos os demais que ajudaram no experimento e nas análises laboratoriais.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

BIOGRAFIA

DOUGLAS FERNANDO BAYERLE, filho de Lirio Bayerle e Terezinha Boeing Bayerle, nasceu em Capanema, no dia 19 de março de 1990.

Estudou durante o ensino médio no Colégio Estadual Rocha Pombo, localizado na cidade de Capanema – PR, com conclusão no ano de 2007.

Em março de 2008, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, obtendo o título de “Bacharel em Zootecnia” em dezembro de 2012.

Em março de 2013, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia – *Stricto Sensu* nível Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Não-Ruminantes, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em abril de 2015.

RESUMO

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Abril de 2015. **Mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) na alimentação de frangos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais pesados.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos em rações de pintos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações. Foram realizados dois experimentos divididos em duas fases com dois ensaios cada, no primeiro experimento foi realizado um ensaio para avaliar o desempenho de pintos de corte para fase 1 a 21 dias, alimentados com tanino de acácia, utilizando-se 720 pintos de corte, machos, com um dia de idade, Cobb 500, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições, com 20 aves em cada unidade experimental. Os tratamentos eram formados por rações basais com níveis crescentes de tanino de acácia (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia). Os resultados demonstraram que a utilização de 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia foi prejudicial para o desempenho, e as medidas morfométricas não sofreram diferença estatística utilizando tanino na dieta. Num segundo ensaio foi avaliado o desempenho de pintos de corte para a fase 1 a 21 dias de idade alimentados com níveis crescente (0; 25; 50; 75; 100%) de substituição de farinha de mexilhão dourado pelo calcário calcítico da ração e ainda a suplementação ou não de tanino de acácia (250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia), com 5 repetições por tratamento. Foram alojados em delineamento inteiramente casualizado, 1200 pintos de corte, machos, com um dia de idade, Cobb 500, com 24 aves por unidade experimental. Os resultados apontaram que o mexilhão dourado possui grande quantidade de cálcio, níveis baixíssimos de metais tóxicos, e a contaminação microbiológica não apresentou ou encontra-se abaixo dos valores permitidos pela legislação vigente. Para o desempenho, os dados demonstraram que a utilização do mexilhão dourado pode ser realizada em até 100% de substituição ao calcário calcítico das rações sem afetar as variáveis estudadas, porém a utilização de 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia foi prejudicial para o desempenho dos pintos de corte. Não foi observado influencia na utilização de mexilhão dourado e tanino sobre a deposição de metais tóxicos no organismo das aves. As variáveis, fígado e rins, apresentaram interação entre

as dietas avaliadas. As características osseas, apenas a cinza na matéria natural apresentou interação entre os fatores estudados. No segundo experimento, o primeiro ensaio teve como objetivo avaliar o desempenho de frangos de corte para a fase de 21 a 42 dias, alimentados com tanino de acácia. Aos 21 dias foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com 648 frangos de corte, machos, Cobb 500 divididos em seis tratamentos e seis repetições, com 18 aves em cada unidade experimental. Os tratamentos eram formados por rações basais com níveis crescentes de tanino de acácia (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia). Os dados encontrados demonstraram que a utilização com níveis acima de 500 g/ton⁻¹ de tanino de acácia na dieta é prejudicial para o desempenho das aves, e não foram encontradas diferenças estatísticas para as medidas morfométricas. O rendimento de carcaça decresceu linearmente com a inclusão de tanino na dieta, e houve uma diminuição na deposição de gordura, e um aumento no tamanho do fígado. No segundo ensaio foi avaliado o desempenho de frangos de corte para a fase de 21 a 42 dias, alojados em um delineamento inteiramente casualizado, com níveis crescente de substituição (0; 25; 50; 75; 100%) de farinha de mexilhão dourado pelo calcário calcítico da ração e ainda a suplementação ou não de tanino de acácia (250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia), com 5 repetições por tratamento. Aos 21 dias as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, 900 frangos de corte, machos, Cobb 500, com 18 aves em cada unidade experimental. O desempenho nesta fase demonstrou que a utilização do mexilhão dourado pode ser realizada em até 100% de substituição ao calcário calcítico das rações sem afetar as variáveis estudadas, porém a utilização de 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia foi prejudicial para o desempenho dos frangos de corte. Para as características osseas, a utilização de tanino diminuiu a resistência óssea (kgf) e aumentou o fósforo na matéria natural, e houve interação entre as variáveis estudadas para o índice Seedor e cinza na matéria natural. A utilização de tanino afetou negativamente o rendimento de carcaça e o peso relativo dos rins, e houve interação significativa para o rendimento de asas e pernas. Os níveis de cálcio no sangue sofreram interação entre os níveis de substituição estudados.

Palavras-chave: alimento alternativo, calcário calcítico, cálcio, desempenho, estrutura óssea, morfometria intestinal

ABSTRACT

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2015, April. **Mussel (*Limnoperna fortunei*) in the feed of broilers using tannin as sequestering of heavy metals.** Adviser: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

The present work aimed to evaluate the use of tannins as adsorbent of heavy metals in broiler chicks fed diets with different levels of mussel flour inclusion in replacement of limestone of the feeding. Two experiments were divided in two phases with two assays each. In the first experiment we conducted a trial to evaluate the performance of broiler chicks from 1 to 21 days fed wattle tannin, using for it 720 Cobb-500 1-day-old male broiler chicks distributed in a completely randomized design with six treatments and six replicates of 20 birds in each experimental unit. The treatments were composed by basal diets with increasing levels of wattle tannin (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ of wattle tannin). The results showed that the use of 250 g/ton⁻¹ of tannin was detrimental to performance, and morphometric measurements suffered no statistical difference using tannin in the diet. In the second trial, we evaluated the performance of broiler chicks from 1 to 21 days of age fed increasing levels (0, 25, 50, 75, 100%) of replacement of mussel meal by limestone in feeding and still supplementation or not of wattle tannin (250 g/ton⁻¹ of wattle tannin) with 5 replicates per treatment. For that, 1200 Cobb-500 1-day-old male broiler chicks were housed in a completely randomized design, with 24 birds each. The results showed that the golden mussel has lot of calcium, low levels of heavy metals, and microbiological contamination did not present or is below the amounts allowed by law. For performance, the data demonstrated that the use of mussel can be performed up to 100% replacement of the limestone in feeding without affecting the variables, but the use of 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin was detrimental to the performance of broiler chicks. There was no influence on the use of mussel and tannin on the deposition of heavy metals in the body of birds. The variables, liver and kidneys showed the interaction between the tested diets. The bony features, just gray on fresh matter showed interaction between treatments. In the second experiment, the first test was to evaluate the performance of broiler chickens to the stage 21-42 days, fed with wattle tannin. For that, 648 Cobb-500 21-days-old male broilers were distributed in a completely randomized design, divided into six treatments and six replicates of 18 birds

in each experimental unit. The treatments were composed by basal diets with increasing levels of wattle tannin (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ of wattle tannin). The data showed that the use of levels above 500 g / t of wattle tannin in the diet is detrimental to the performance of the birds, and there were no statistical differences in morphometric measures. Carcass yield decreased linearly with the addition of tannin in the diet and there was a decrease in fat deposition, and an increase in liver size. In the second trial, the performance of broilers from 21 to 42 days was evaluated. For that, 900 Cobb-500 21-days-old male broilers were housed in a completely randomized design, with increasing levels of substitution (0, 25, 50, 75, 100%) of the golden mussel flour in replacement of limestone and also with supplement or not of wattle tannin (250 g/ton⁻¹ of wattle tannin) with 5 replicates per treatment and 18 birds in each experimental unit. The performance showed that the use of mussel can be performed up to 100% in replacement of the limestone in the feeding without affecting the variables, but the use of 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin was detrimental to the performance of broiler chickens cutting. For bony features, the use of tannin decreased bone strength (kgf) and increased phosphorus in natural matter, and there was an interaction between variables to Seedor index and gray on fresh matter. The use of tannin negatively affected carcass yield and the relative weight of kidneys, and there was a significant interaction for yield wings and legs. Calcium levels in the blood suffered interaction between the substitution levels studied.

Keywords: alternative food, bone structure, calcium, intestinal morphology, limestone, performance

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO LITERATURA

Figura 1. Colonia de <i>Limnoperna fortunei</i>	18
Figura 2. Distribuição do <i>Limnoperna fortunei</i> pelo continente sul-americano.....	19

LISTA DE TABELAS

REVISÃO LITERATURA

CAPÍTULO I - Mexilhão dourado na alimentação de pintos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais tóxicos.

Tabela 1. Limites de UFC (unidades formadoras de colônia) considerados bom, aceitável, inaceitável para ração de animais.....	27
Tabela 2. Composição centesimal e calculada da ração inicial.....	55
Tabela 3. Composição centesimal e calculada das rações experimentais de 1 a 21 dias de idade	58
Tabela 4. Desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino	60
Tabela 5. Medidas morfométricas de vilo, cripta e relação vilo:cripta, do duodeno de pintos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino.....	62
Tabela 6. Composição química e níveis de metais tóxicos do mexilhão dourado	64
Tabela 7. Desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino	66
Tabela 8. Índice Seedor e Resistência Óssea (kgf) de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino	69
Tabela 9. Níveis de fósforo, cálcio e cinzas na matéria natural em ossos de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino.....	69

CAPÍTULO I - Mexilhão dourado na alimentação de frangos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais tóxicos.

Tabela 10. Composição centesimal e calculada da ração crescimento.....	83
Tabela 11. Composição centesimal e calculada das rações experimentais de 21 a 42 dias de idade.....	86
Tabela 12. Desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino.....	90
Tabela 13. Rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asas, e peso relativo da gordura e fígado, de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.....	90
Tabela 14. Medidas morfométricas de vilo, cripta e relação vilo:cripta do duodeno em frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino	92
Tabela 15. Desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino.....	94
Tabela 16. Índice Seedor e resistência óssea (kgf) de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino	96
Tabela 17. Rendimento de carcaça, peito, pernas, asas, e peso relativo da gordura, fígado, rim, de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino	98
Tabela 18. Níveis de cálcio no sangue, fósforo, cálcio e cinzas na matéria natural em ossos de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino ...	100

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS.....	11
REVISÃO DE LITERATURA.....	14
REFERÊNCIAS.....	34
CAPITULO I - MEXILHÃO DOURADO NA ALIMENTAÇÃO DE PINTOS DE CORTE UTILIZANDO TANINO COMO SEQUESTRANTE DE METAIS TÓXICOS.....	48
RESUMO	49
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS.....	71
CAPITULO II - MEXILHÃO DOURADO NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO TANINO COMO SEQUESTRANTE DE METAIS TÓXICOS.....	77
RESUMO	78
ABSTRACT:.....	80
INTRODUÇÃO	80
MATERIAL E MÉTODOS	82
RESULTADO E DISCUSSÃO	89
CONCLUSÃO	102
REFERÊNCIAS.....	102

Revisão de literatura

Atualmente a expectativa da avicultura brasileira é de continuar crescendo, apesar de já ocupar posição de destaque no cenário mundial, com status de maior exportador e terceiro maior produtor de carne de frango. Essa atividade tornou-se essencial para várias regiões do Brasil e em especial para o agronegócio paranaense. Segundo dados do Sindiavipar (2014), o Paraná ocupa hoje o ranking de maior produtor e exportador de carne de frango do país, estima-se que a atividade atinge em torno de 6% da população paranaense, e que representa 11% do agronegócio do estado, gerando cerca de 660 mil empregos diretos e indiretos no estado.

Nos últimos anos, os aspectos de melhoramento genético, manejo, sanidade, ambiência e nutrição, fizeram com que a cadeia produtiva da avicultura se modernizasse, havendo expansão no desenvolvimento tecnológico e comercial da atividade, e aumentando principalmente a produção de carne de frango. Todavia, esse aumento na produção, culminou com maior demanda de matéria prima utilizada na alimentação das aves (JUNIOR et al., 2013).

Segundo dados do Sindirações (2014), a produção de ração esperada para o ano de 2014 é de aproximadamente 31,3 milhões de toneladas para avicultura de corte, um acréscimo de 3,4% em relação ao último ano, acarretando aumento na utilização de insumos usados no processamento de rações. Contudo, esse crescimento na produção de rações nos últimos anos gera preocupação com possível escassez de alguns ingredientes que constituem as rações para as aves. Desta forma vários pesquisadores e nutricionistas vêm trabalhando fontes alternativas que possam substituir os alimentos comumente utilizados.

De acordo com Araújo et al. (2007), os nutricionistas procuram –formas de diminuir os custos com a alimentação das aves, para isso à necessidade de se utilizar ingredientes nas rações que apresentam baixo valor econômico ou comercial no mercado. Uma forma de se utilizar recurso com baixa importância econômica pode ser observada através da utilização de organismos exóticos, que são espécies de animais ou vegetais que se instalam em locais dos quais não são oriundos.

Dentre as principais características destes organismos inclui-se a grande facilidade de dominar novos ambientes, através da alta capacidade de invasão e ampliação da sua população, podendo provocar significativas modificações no ecossistema invadido. O seu alto grau de dominância, ainda pode ser explicado pela ausência de predadores naturais, sendo que na falta de organismos predadores a situação agrava, podendo dar início ao processo natural de competição com outras espécies nativas, além de disseminar pestes e parasitas e desequilibrar o hábitat natural (AUGUSTINI e MUCELIN, 2009).

Segundo Mcneely (2001), a introdução de espécie exótica pode acontecer de duas formas: intencional ou acidental. Existem vários fatores que pode explicar a introdução de uma nova espécie em ambiente natural. No caso a introdução intencional, normalmente esta ligada a razões econômicas, em virtude da espécie ser utilizada em sistemas de produção, como alimento para o homem e animais, ou ainda para interesses florestais ou ornamentais. Já na introdução acidental acontece de forma não intencional, modificando habitats por diversos fatores, como: abertura de canais de irrigação, canais em reservatório que permite a migração e reprodução dos peixes, através do transporte fluvial de cargas, ou ainda quando a espécie é introduzida para determinado objetivo, como por exemplo, agentes de controle biológico de pragas (THOMAS e WILLIS, 1998).

Quanto a utilização de ingredientes alternativos, Bellaver et al. (2004) relataram que devem ser observados alguns aspectos deste alimento, como: a disponibilidade dele próximo ao centro consumidor, no caso as indústrias de rações, demanda comercial, quantidade de nutrientes e energia, qualidade nutricional e características físicas dos alimentos. Além disso, Generoso et al. (2008) ressaltaram a importância econômica de se utilizar alimentos alternativos na produção animal, todavia, é preciso saber a composição química e a disponibilidade dos alimentos para adequada formulação das dietas. Esses ingredientes muitas vezes não são utilizados em virtude da falta de conhecimento sobre o seu potencial, havendo a necessidade de maiores estudos para avaliar e obter informações sobre o seu valor nutricional e as propriedades químicas e bromatológicas desses alimentos alternativos.

Para utilizar essas alternativas alimentares, as quais normalmente são oriundas da extração ou exploração de algum produto ou recurso, esses ingredientes devem ser

limpos e processados. Contudo, para fazer parte da mistura dietética das rações esses alimentos devem ser isentos de qualquer toxidade para o consumo das aves, e não apresentar substâncias antinutricionais, pois estas dificultam a digestibilidade e absorção dos nutrientes (BARBOSA et al., 2007).

Alguns organismos exóticos apresentam grande capacidade de ser utilizada como alimentos alternativos para animais, a farinha obtida do processamento de valvas de moluscos é uma delas. De acordo com Canzi (2011) e CEMIG (2012), a utilização desta farinha já está sendo empregada em áreas da indústria de construção, na indústria farmacêutica, como adubo e fertilizante, no controle da acidez dos solos agrícolas, em fábricas de rações, principalmente em rações para aves de postura, como fonte de cálcio, entre outros.

Dentre as espécies de moluscos que podemos utilizar na produção desta farinha, encontra-se o *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857), vulgarmente conhecido como mexilhão dourado, pertencente à mesma família dos mexilhões marinhos. Foi classificado por Newell (1969), como molusco bivalve, pertencente ao filo *Mollusca*, à família *Mytilidae*, ordem *Mytiloidea*, subclasse *Pteriomorpha* e gênero *Limnoperna*.

Apesar de pertencer à família dos mexilhões marinhos, o *Limnoperna fortunei*, tem preferências por ambientes que possuem baixa salinidade optando por águas doces ou salobras, tolerando ainda osmolalidades baixas, o que explica sua presença em águas doces (DARRIGRAN e EZCURRA DE DRAGO, 2000a; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2009). Segundo, Canzi (2011) e Ruppert e Barnes, (1996) os moluscos apresenta em sua estrutura corpórea, formas bissadas de valvas, comprimento simétrico nas laterais, formando concha composta por duas valvas, sendo ligadas entre si pelo dorso e unidas internamente por fortes músculos que sustentam o corpo. Possui coloração que varia entre verde brilhante e marrom amarelado (PASTORINO et al., 1993).

É espécie originária e nativa dos rios e arroios chineses e dos epibentos do sudeste asiático (Camboja, China, Coreia, Indonésia, Laos, Tailândia e Vietnã). De acordo com Ricciardi (1998) e Brugnoli et al. (2005), nas últimas três décadas a sua expansão ocorreu de forma vertiginosamente em vários outros países do mundo,

afetando ambientes aquáticos de Hong Kong, Japão, Taiwan e países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai) (SYLVESTER et al., 2005).

Em virtude do mexilhão dourado não ser nativo da região da América do Sul, ele é considerado uma espécie exótica e invasora. A primeira ocorrência foi identificada e registrada em 1991, na bacia do Rio da Prata, na Argentina (PASTORINO et al., 1993; BOLTOVOSKOY et al., 2006). Sua introdução nos rios e lagos, de acordo com Darrigran e Pastorino (1995), Mansur et al. (2004b) e Karatayev et al. (2007), ocorreu de forma acidental, provavelmente através da água de lastros de navios provenientes de regiões do continente asiático como Coreia e Hong Kong (PASTORINO et al., 1993).

Uma das características do *L. fortunei* é o hábito epifaunal, ou seja, tem a capacidade de se fixar em substratos duros naturais ou artificiais, troncos e vegetação aquática ou sobre outros organismos (MANSUR et al., 2003; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2009). Todavia, essa espécie tem um alto grau de dominância, em função do seu potencial invasivo, decorrente de suas características de fácil dispersão, colonização e de estabilização em diferentes ambientes. O estágio larval planctônico e adesão através de bisso, ou seja, o feixe de filamentos protéico pelo qual o mexilhão se fixa com o substrato, é responsável pela sua alta resistência à variedade de fatores ambientais, e desta forma, é visto como alto competidor dentro do ecossistema (MORTON, 1973; RICCIARDI, 1998; DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2011).

Filippo (2003) relata que o hábito alimentar do mexilhão dourado se dá através da filtração d'água, e sua reprodução é dióica com fecundação externa, com maturidade sexual precoce, sendo que com cinco milímetros (entre 3 e 4 meses) se torna sexualmente ativo. Boltovskoy e Cataldo (2003) observaram que em águas com temperaturas elevadas a procriação desta espécie ocorre entre 9 a 12 meses. Ele apresenta ao decorrer da sua vida o chamado comportamento gregário (que vive em bando), onde os indivíduos formam camadas crescendo lado a lado ou sobre os outros (MANSUR et al., 2003) (Figura1).

Dentre os fatores que podem alterar o seu desenvolvimento, apenas a temperatura e o oxigênio dissolvido na água prejudicam a sua taxa de crescimento. Colares et al. (2002) afirmaram que o ciclo de vida do *L. fortunei* é em torno de 36 meses, podendo sua concha atingir cerca de 3 cm de comprimento no final desta fase.

Entretanto, Mucelin e Santos (2007) observaram que o comprimento médio da espécie pode variar entre 3 e 4 cm.



Figura 1. Colônia de *Limnoperna fortunei*

Fonte: Noticias Malacologicas, 12-03-2011.

Dentre as características que essa espécie invasora apresenta, pode-se observar ciclo vida curto, mas com poder de reprodução contínua na maior parte do ano e crescimento rápido, culminado com sua rápida maturação sexual e alta taxa de reprodução, alto poder de osmorregulatório e estágio larval planctônico, ocasionando desta forma uma grande disseminação nos ambientes onde se instala (RESENDE et al., 2007). Esses fatores fizeram com que o mexilhão dourado se espalhasse também para regiões, afetando ambientes aquáticos brasileiros, como as bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.

No Brasil, segundo registro a sua descoberta aconteceu em 1998 no Delta do rio Jacuí, próximo de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. No entanto em 1999 foi detectada a presença do mexilhão dourado no lago Guaíba, no qual deságua o rio Jacuí (MANSUR et al., 2003; DARRIGRAN et al., 2003; GIORDANI et al., 2005; RESENDE et al., 2007). Sendo que entre os anos de 2000 e 2001 ocorreu sua chegada a Pantanal Matogrossense. Entretanto, Oliveira et al. (2004), Resende et al. (2007), Marengoni et al. (2013), relataram que o primeiro registro *L. fortunei* no Brasil foi em 1998 no pantanal Matogrossense.

Porém, Mansur et al. (2004a), Darrigran e Mansur, (2006) afirmaram que a descoberta do *L. fortunei* ocorreu praticamente de forma simultânea em duas regiões brasileiras, tanto no lago Guaíba como já citado, quanto no rio Paraguai, na cidade de

Corumbá no estado do Mato Grosso do Sul. Apesar de esses dois casos apresentarem origem em comum no surgimento do mexilhão dourado, que seria através da água de lastro de navios, oriundos do continente asiático, essas ocorrências aconteceram de forma independente, visto que os dois rios não apresentam comunicação entre si.

Para compreender melhor a introdução desta espécie em nosso país, Mansur et al. (2004a), propõem que a proliferação do mexilhão teve origem no Rio da Prata na Argentina, e se difundido por diversos rios em função da intensa navegação fluvial, chegando até Corumbá-MT pelas montantes dos rios Paraguai e Paraná. Enquanto que no lago Guaíba, a sua chegada teria ocorrido via lagunas dos patos, através de água de lastro contaminada de navios argentinos (Figura 2).

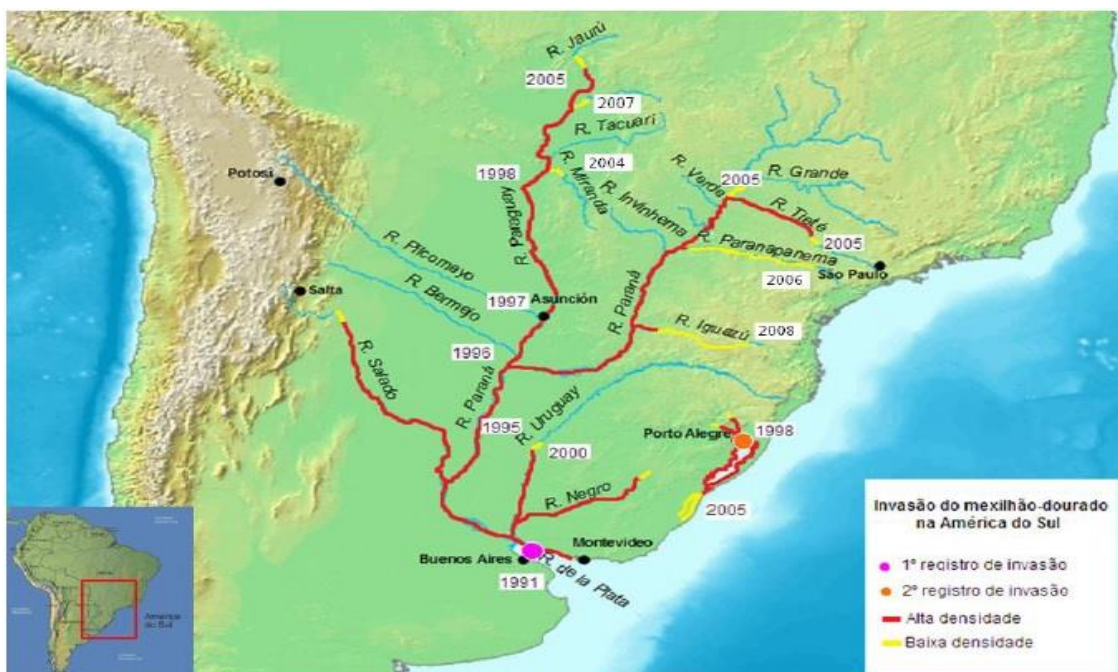


Figura 2. Distribuição do *Limnoperna fortunei* pelo continente sul-americano

Fonte: Darrigran e Mansur (2009).

Na sequência a proliferação da espécie do *Limnoperna fortunei* pode ser observada também em outros rios. Em 2001, foram encontrados em águas da usina de Itaipu no rio Paraná (ULIANO-SILVA et al., 2013; PATELLA et al., 2004). Em decorrência da sua expansão em grande velocidade, logo sua chegada pode ser relatada no estado de São Paulo, nas usinas hidrelétricas de Ilha Solteira, Jupiá, Porto Primavera e Sergio Motta, a jusante do rio Paraná (AVELAR et al., 2004; DA SILVA, 2010; MARENGONI et al., 2013). Neste mesmo estado, em 2008, foi detectada a presença do

mexilhão dourado no rio Tiete, no reservatório de Bariri e Ibitinga (PARESCHI et al., 2008).

A presença do mexilhão dourado ainda pode ser observada nos tributários do rio Paraguai, como o rio Cuiabá (Mato Grosso) (Oliveira et al., 2004), e conforme Barros et al. (2003), no rio Miranda (Mato Grosso do Sul), e na foz do rio Vermelho (Minas Gerais), o qual a dispersão pode contaminar o rio Aquidauana (Mato Grosso do Sul). De acordo com Boltovskoy et al. (2006), pode ocorrer ampliação das áreas invadidas, principalmente do rio Paraná com o Tocantins e Araguaia, e áreas do pantanal com possíveis rotas até a Bacia Amazônica.

Muito tem se estudado sobre o avanço e sua densidade demográfica em rios e lagos. Mansur et al. (2003), descreveram que populações entre 100.000 a 140.000 indivíduos/m² de indivíduos são observados em grandes colônias. Na Argentina foram catalogadas em bacias hidrográficas populações em torno de 150.000 indivíduos/m² (DARRIGRAN et al., 2004). O avanço contracorrente desta espécie chega a uma razão de 240 km/ano (DARRIGRAN et al., 2007). No lago Guaíba, a sua densidade máxima chegou a 143.500 indivíduos/m² após dois anos de invasão (MANSUR et al., 2003).

O mexilhão dourado tem causado nos últimos anos vários impactos econômicos e ambientais em todas as regiões onde se instalou (DARRIGRAN e EZCURRA DE DRAGO, 2000b; MANSUR et al., 2004a; BRUGNOLI et al., 2005 e RESENDE et al., 2007). Estes autores ainda relataram que as principais consequências são: incrustações em motores de embarcação, nas tubulações, em filtros e bombas de captação de água, obstrução de tubulações de esgoto, canalizações e turbinas, causando efeito chamado de macrofouling, onde ocorre uma perda de carga hidráulica nos condutos forçados das hidroelétricas.

Os danos causados por este invasor atingem principalmente usinas hidrelétricas, onde os custos com limpezas das tubulações e turbinas são altíssimos, como também estações de abastecimento e tratamento de água (RESENDE et al., 2007). Outro transtorno que esta espécie vem causando é a incrustação nas telas galvanizadas de tanques-redes utilizados na criação de peixes, grande parte desses sistemas de produção são instalados em reservatórios onde a presença do mexilhão dourado, causa nos tanque: dificuldade na renovação da água, acarretando na falta de oxigênio para os

peixes, retenção de resíduos tóxicos aos animais, ferimentos na pele devido a incrustação, rupturas ou até mesmo devido ao peso afundando dos tanques com altos níveis de incrustação (LÖSCH et al., 2009).

Nos aspectos relacionados aos impactos ambientais que esta espécie vem causando, Marengoni et al. (2013) e Von Ruckert et al. (2004) mencionam que eles podem alterar a cadeia trófica do ambiente aquático invadido, conseqüentemente modificando a estrutura das comunidades fitoplanctônicas, causando redução da biomassa vegetal e dos sólidos suspensos, e como conseqüência aumento da transparência da água.

A proliferação do mexilhão dourado em ambientes como o lago de Itaipu, é tratada como desequilíbrio ambiental por apresentar grandes densidades. Estima-se que o sistema hidroviário Paraná - Paraguai movimente mais de seis milhões de toneladas de carga por ano (LÖSCH et al., 2009). O transporte de cargas fluviais nesta região contribuiu potencialmente na dispersão do mexilhão dourado ao longo do rio Paraná. A presença do *L. fortunei* nesta região tem propiciado no sistema da hidroelétrica de Itaipu, a redução no diâmetro dos canos, ocasionando diminuição na eficiência dos sistemas de resfriamento, também a diminuição na velocidade da água e o entupimento de sistemas de filtragem.

Apesar da importância da bacia do Paraná III (que pertence ao lago de Itaipu) e do fato de que a colonização desse ambiente pela espécie ser considerada irreversível, e sua dispersão por outros sistemas da América do Sul ser apenas uma questão de tempo, há poucos dados disponíveis a respeito de sua ocorrência na porção brasileira do rio Paraná (CATALDO e BOLTOVSKOY, 2000).

Como forma de utilização do *L. fortunei* e conseqüentemente tentar diminuir a sua proliferação, encontra-se a utilização deste na fabricação de farinha de pescado, apresentando uma possibilidade de destinação rentável para essa espécie. Esta farinha poderia ser utilizada como fonte de proteína e cálcio para animais, inclusive, substituindo o calcário calcítico normalmente empregado como suplemento para aves em postura (ROLAND e FARMER, 2000; FARIA et al., 2000).

Os minerais representam cerca de 4% da composição corporal dos animais de produção, e são considerados elementos essenciais, desempenhando importante função

na nutrição de frangos de corte. Nos animais, o cálcio desempenha papel fundamental na estruturação óssea. É o mineral base presente entre 98 e 99% do esqueleto ósseo e dentes, e pequena parte espalhado pelos tecidos e fluidos corporais (UNDERWOOD, 1981; PELICIA et al., 2011).

O cálcio (Ca) e o fósforo (P) são os principais minerais presentes no crescimento das aves, respondem por mais da metade dos minerais, sendo que na deficiência ou no excesso destes macrominerais impossibilitaria expressar o máximo desempenho das aves (MUNIZ et al., 2007; PINTO et al., 2012; POWELL et al., 2011). Outro fator importante está na relação entre esses dois elementos e a vitamina D, eles atuam intimamente associados ao metabolismo, muitas vezes combinados entre si, de modo que a carência de algum deles na dieta limita o valor nutritivo de ambos e o desempenho das aves (MAYNARD et al., 1984; MACARI et al., 2002).

Vários fatores podem dificultar a utilização do cálcio no organismo, uma inadequada suplementação mineral durante o crescimento proporcionaria um desequilíbrio na homeostase mineral e uma má formação da estrutura óssea das aves. Contudo, outros fatores também podem influenciar como: relação cálcio e fósforo na dieta, a biodisponibilidade das fontes de cálcio, a presença no metabolismo da vitamina D, sistemas hormonais, quelatos orgânicos que alteram a eficiência e velocidade absorptiva, disponibilidade biológica de alguns ingredientes utilizada nas rações e idade dos animais (POWELL et al., 2011; ROUSSEAU et al., 2012; WALK et al., 2012).

O cálcio é requerido pelas aves para formação e manutenção da estrutura óssea, metabolismo corporal, excitação muscular cardíaca, integridade da membrana celular, adequado crescimento e utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativador de sistemas enzimáticos e está envolvido com a secreção de diferentes hormônios (ARAÚJO et al., 2008).

Podemos encontrar o cálcio presente em vários alimentos, contudo a disponibilidade pode ser variada em função da composição química da fonte suplementar utilizada. A disponibilidade é expressa em porcentagem da parte contida no alimento e condiz com a porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal. A biodisponibilidade das fontes de origem mineral são maiores em relação a fontes de

origem animal, e estas por sua vez são maiores em relação as de origem vegetal (MCDOWELL, 1992).

Na alimentação das aves, o cálcio normalmente é suplementado para atender as exigências nutricionais das rações, ele é empregado na forma de carbonato de cálcio, tendo como principal fonte o calcário calcítico. Porém, outras fontes podem ser utilizadas, como: calcário dolomítico, carbonato, sulfato e fluoreto de cálcio, fluorapatita e fosfatos de rocha defluorizado, farinha de ostras, e outros produtos quimicamente processados. De acordo com Powell et al. (2011), fontes de cálcio como o calcário e farinha de casca de ostra, são mais baratos em comparação a outras fontes de minerais, motivo que leva as empresas a utilizar o calcário normalmente como principal fonte de cálcio nas rações.

Algumas características indesejáveis do cálcio estão relacionados a combinação ou associação química e física com outros componentes, podendo formar quelatos e fitatos de baixa solubilidade ou baixa disponibilidade (NUNES, 1995). Contudo, Powell et al. (2011), Rousseau et al. (2012) e Walk et al. (2012) descreveram que níveis inadequados de cálcio podem ter efeitos negativos sobre a capacidade da fítase hidrolisar o fósforo fítico ou fitato.

De acordo com Sampaio et al. (2008) as reservas de rochas calcárias são extraídas de pedreiras ou depósitos com diferentes idades, sendo estas grandes e intermináveis e com variados níveis de pureza, alterando desta forma a disponibilidade calcita (CaCO_3), que é o principal constituinte mineralógico dos calcários.

O mexilhão dourado apresenta grandes quantidades de cálcio devido as valvas dos moluscos serem formadas por carbonato de cálcio (CaCO_3), um mineral inorgânico formado de cristais de calcita e aragonita, sendo o principal componente de rochas como o calcário. Além disso, os moluscos possuem na sua estrutura um material orgânico de cor marrom e mole chamado conchiolina, este é formado por proteínas (queratina, colágeno e elastina) e polissacarídeos. A estrutura destes organismos é disposta em três camadas: uma camada externa proteica, e duas internas de CaCO_3 (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2000).

Em um trabalho realizado por Almeida et al. (2006) estes observaram que a farinha de *L. fortunei* apresentou 159,17 g/kg ou 15,91% de cálcio, entretanto Canzi

(2011) observou valores médios de 27,27% e 28,70% de cálcio, respectivamente, para farinha de mexilhão integral e mexilhão valvas.

O cálcio pode ser absorvido em dois ambientes diferentes no organismo, tanto pela membrana dos enterócitos com auxílio da vitamina D e a calbindina (proteína transportadora), como pela região intercelular do epitélio intestinal, com a ajuda do paratormônio (PTH). Algumas substâncias podem facilitar a absorção do cálcio como os sais biliares, proteínas, vitamina D₃ e lactose, enquanto outras podem dificultar esse processo, como é o caso dos fosfatos e oxalatos (MACARI e MENDES, 2005).

Na avicultura de corte é indispensável e de fundamental importância que as dietas contenham níveis adequados de minerais, principalmente para mineralização da estrutura óssea, visto que as aves com grande capacidade de crescimento muscular dependem de uma estrutura óssea resistente, principalmente por possuir ossos do tipo esponjoso, para dar sustentação e locomoção para o seu corpo.

A suplementação de cálcio é fundamental para a produção avícola (POWELL et al., 2011). As recomendações nutricionais de cálcio pelo organismo dependem da linhagem e da idade, variando entre as fases de crescimento da ave (WALK et al., 2012). Durante a fase inicial das aves a deposição de cálcio no sistema esquelético se torna mais rápida e intensa, chegando ao final da quarta semana de vida com 80% do total de cálcio da ave adulta (MUNIZ et al., 2007).

Algumas características podem ser observadas em aves com sintomas de deficiência no desenvolvimento da estrutura óssea, além de apresentar menor desempenho, com peso abaixo da média, elas possuem ossos e bicos frágeis com aspecto de “emborrachamento”, isso pode ocasionar fraturas durante a operação de apanha, transporte e abate, acarretando depreciação na carcaça das aves e gerando grandes prejuízos para as empresas (ROUSSEAU et al., 2012). Algumas doenças estão diretamente ligadas à carência de cálcio, como é o caso do raquitismo observado principalmente em animais mais jovens, e a osteomalácia em animais mais velhos. Dentre as causas dessas doenças está a fragilidade óssea, defeitos anatômicos, dificuldades locomotoras, arqueamento esquelético, alargamento das juntas, fraturas, entre outros (MUNIZ et al., 2007; PELICIA et al., 2011).

De acordo com Waldroup (1996) e Walk et al. (2012), não apenas a deficiência de cálcio pode causar prejuízos ao desenvolvimento das aves, como também o excesso deste mineral, que pode agir de forma antagonista dificultando a absorção de alguns minerais essenciais ao metabolismo corpóreo como: sódio, potássio, ferro, magnésio, cobre, zinco, entre outros. Contudo, Sporer et al. (2012) observaram que aves apresentando carne exudativa (PSE), deixavam de responder ao estresse por calor de forma adequada, devido a uma dificuldade dos genes regularem a homeostase do cálcio. Segundo Fassani et al. (2004) os nutricionistas precisam ficar atentos ao utilizar dados sobre exigências nutricionais obtidas de pesquisas científicas, pois as características físico-químicas dos calcários podem oscilar de um material para outro, levando a conclusões errôneas dos níveis adequados de cálcio que seriam necessário utilizar nas dietas. Schoulten et al. (2003), também vêm a necessidade de encontrar um nível ótimo de cálcio nas dietas para frangos de corte, pois o excesso desse mineral nas rações pode ocupar um espaço valioso nas formulações, e até mesmo em situações mais brandas, prejudicar o desempenho das aves.

O cálcio presente no *L. fortunei* é grande vantagem na utilização destes organismos na alimentação de animais. Porém um dos grandes empecilhos na utilização destes moluscos em dietas para aves, por ser tratar de uma espécie filtradora, é a capacidade de bioacumular em seus tecidos contaminantes do meio aquático como metais tóxicos, agrotóxicos e toxinas presentes na água (MARENGONI et al., 2013). Todavia, problemas com a ingestão do *L. fortunei* apenas será prejudicial quando este for ingerido em grandes quantidades (RESENDE et al., 2007). Além disso, deve-se ter um cuidado quanto aos níveis de contaminação por microrganismos patogênicos, sendo que níveis altos causam um entrave na utilização do mexilhão dourado em rações.

Para poder usar o mexilhão dourado na alimentação animal, ainda deve se ater a legislação existente, estabelecendo o conceito de boas práticas de fabricação. A lei nº 6198, de 26 de dezembro de 1974, e o decreto 6296 de 2007, estabelecem as normas gerais sobre inspeção e fiscalização da produção e comércio e do uso de produtos destinados à alimentação animal, na qual diz respeito aos procedimentos higiênicos, sanitários e operacionais, usados durante todo o processo de produção, desde a obtenção da matéria prima até a distribuição do produto final. A legislação vigente, além de se preocupar primeiramente com a qualidade nutricional dos produtos destinados à

alimentação animal, atualmente procura garantir a conformidade e segurança alimentar (CANZI, 2011).

Produtos de origem alimentar estão sujeitos à contaminação microbiana, podendo ameaçar a saúde e a conservação dos alimentos, além de deteriorar e diminuir a qualidade nutricional dos ingredientes. A contaminação pode ocorrer de várias maneiras, as principais fontes podem ser a água, instalações, equipamentos, manipuladores, além de o próprio animal contribuir com alguns microrganismos contaminantes. Uma forma de controlar a contaminação microbiológica está na utilização de boas práticas de higiene durante o manuseio e processamento dos alimentos (BARENDZ, 1998).

Alguns grupos de bactérias podem ser utilizados como indicativo da qualidade das rações, como é o caso das bactérias mesófilas e psicotróficas. As espécies pertencentes ao grupo de bactérias mesófilas são os bacilos, *clostridium*, *corynebacterium*, *enterobacteriaceae* e *streptococcus* (CARDOSO et al., 1985). Já as bactérias psicotróficas que causam contaminação os principais gêneros são a *listeria monocytogenes*, *yersinia enterocolitica* e *Bacillus cereus* estando associadas a intoxicações alimentares, e alteram principalmente a qualidade do leite (BRITO et al., 2007).

Uma das principais maneiras de quantificar a contaminação dos alimentos é utilizando bactérias do gênero *Escherichia*, juntamente com os gêneros *enterobacter*, *citrobacter* e *klebsiella*, que formam o grupo denominado de coliforme (SILVA e JUNQUEIRA, 1995). O índice de coliformes totais é utilizado para quantificar as condições higiênicas, caso a contagem do número de bactérias seja alta, isto significa que há contaminação do alimento, e níveis acima do recomendado pela legislação brasileira caracteriza inutilidade do alimento contaminado (FRAZIER, 1976). Além disso, segundo Santos (2000), embora coliformes fecais sejam indicativos da qualidade sanitária, as salmonelas são o principal meio de quantificar a contaminação em rações para animais.

A regulamentação brasileira sobre padrões da qualidade dos subprodutos de origem animal, apenas define que a presença de microrganismos patogênicos deve ser ausente.

Andrigueto et al. (1990) utilizaram como referência normas microbiológicas utilizadas para rações animais padronizados na Holanda, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Limites de UFC (unidades formadoras de colônia) considerados bom, aceitável, inaceitável para ração de animais.

Indicativo	Bom	Aceitável	Inaceitável
Contagem mesófilos	$< 10^6$	$< 10^7$	$> 10^8$
Enterobactérias/g	< 104	104 a 105	> 106
Fungos/g	< 104	104 a 105	> 106
<i>E. coli</i> em 0,1 g	Ausente	Presente	Presente
<i>Salmonella</i> em 25 g	Ausente	Ausente	Presente

Fonte: Andrigueto et al. (1990)

O *L. fortunei* não confere toxicidade à água, mas a sua presença pode causar gosto e odor na mesma. Entretanto, as principais características tóxicas desta espécie estão na utilização de mexilhões dourados contaminados com metais tóxicos.

O termo metal tóxico também chamado de metal pesado, quimicamente é definido como elemento químico metálico, situados na tabela periódica entre o cobre e o chumbo com pesos atômicos entre 63,546 e 200,590 e densidade superior a $4,0 \text{ g/cm}^3$ (BIRD, 1995). De acordo com Laws (1993) alguns destes metais são biologicamente essenciais aos seres vivos, mesmo em pequenas quantidades, incluindo cobalto, cobre, manganês, molibdênio, vanádio, estrôncio, selênio, e zinco, para a realização de funções vitais no organismo. Quando acumulados em níveis excessivos podem provocar danos e ser extremamente tóxicos aos seres vivos. Em outra categoria de metais tóxicos está o mercúrio, chumbo, cádmio, cromo, arsênico e níquel, sendo que estes não apresentam função para os organismos, e de acordo com alguns especialistas a sua acumulação pode provocar doenças, como câncer e doenças deletérias principalmente nos mamíferos.

Martins (2004) classificou os metais tóxicos em três categorias: elementos essenciais (sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio); micro-contaminantes ambientais (arsênio, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio); elementos essenciais e micro-contaminantes (cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel).

Os ambientes aquáticos apresentam um expressivo grau de contaminação por metais tóxicos nos sedimentos, nas plantas e animais presentes naquela região. O

acúmulo de metais tóxicos ao longo da cadeia trófica pode gerar uma contaminação ambiental e um desequilíbrio para o ecossistema envolvido (MARENGONI et al., 2013).

As principais fontes de contaminação por metais tóxicos nos rios e lagos são oriundas de atividades agrícolas, exploração e processamento de minérios, indústrias de galvanização, manufatura de tintas e têxteis, descarga de resíduos produzidos em embarcações, esgotos e entulhos de dragagem (KENNISH, 1992).

Alguns pesquisadores utilizam o mexilhão dourado como indicadores da qualidade da água. Coimbra (2003) avaliou a presença de metais tóxicos em moluscos de ecossistemas costeiros do estado do Rio de Janeiro, assim como Marengoni et al. (2013) que estudaram o acúmulo de metais tóxicos no mexilhão dourado no reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu no Paraná, e relataram que esta espécie pode ser utilizada como um bom indicador da qualidade da água, indicando a presença ou não de metais tóxicos, por serem organismos abundantes, de fácil coleta e sésseis, o que permite indicar a contaminação de uma determinada área, durante períodos diferentes do ano.

Phillips e Segar (1986) relataram que o princípio mais importante para utilização de bioindicadores em estudos de monitoração da contaminação de regiões aquáticas com metais tóxicos é o de que os organismos devem refletir os níveis de contaminantes presentes no ambiente em que se encontram.

Segundo Darrigran (2000c) esta espécie exótica quando introduzida não apresentava inimigos naturais, entretanto, já está sendo observado que algumas espécies de peixes passaram a utilizar o mexilhão dourado como alimento na sua dieta. Giordani et al. (2005) e Marengoni et al. (2013) afirmaram que *L. fortunei* já foi incorporado na dieta alimentar de alguns peixes como o armado, o jundiá, a piapara, o piau, o pintado e o mandi que deixam de predar o organismo que normalmente serviam de alimento, com isso se dá uma alteração de forma significativa na cadeia alimentar dos ecossistemas invadidos.

Do ponto de vista ambiental, torna-se muito interessante ter mecanismo que possam diminuir o controle do povoamento destes moluscos. Por outro lado, ao se alimentar com esses bivalves, os peixes predadores podem se contaminar tanto com metais tóxicos como por patógenos, isso ocorre devido ao fato de serem animais

filtradores, que utilizam a água para respiração e alimentação, e durante este processo podem reter junto a uma camada de muco que reveste as brânquias detritos e organismos patogênicos (KUKENTHAL et al., 1969). Mas o problema torna-se ainda mais grave quando o peixe contaminado é ingerido pelo ser humano, visto que, os metais tóxicos têm a capacidade de acumular no organismo das espécies.

Um dos metais mais comumente encontrados em organismos aquáticos que tem o hábito de filtrar a água é o mercúrio. Este metal pode ser acumulado pelos mexilhões, e transferido aos peixes, já que este molusco se tornou hábito alimentar de algumas espécies de peixes como, o pacu, piapara, mandi e armal (OLIVEIRA, 2003).

O mercúrio pode provocar sérios danos à saúde humana. De acordo com Jensen e Jernelöv (1969) o mercúrio incorporado ao sistema aquático na forma inorgânica (Hg^0 – Mercúrio metálico), desloca-se para o sedimento, onde pode ocorrer a metilação, dando origem ao metilmercúrio. Este composto, além de ser tóxico é persistente, com elevado potencial de acúmulo e, por conseguinte, de magnificação ao longo das cadeias alimentares. No sedimento de fundo vivem muitas comunidades bentônicas, que podem se alimentar de detritos contaminados, transferindo o Hg aos peixes e destes ao homem (SEI, 1978).

Alguns autores vêm estudando a presença de metais tóxicos em mexilhões dourados, dentre os quais, Agustini e Mucelin (2009), ao avaliar a presença de metais tóxicos nestes moluscos no lago de Itaipu no município de Santa Helena – PR, encontraram valores de mercúrio de 157 mg kg^{-1} onde, onde o limite estabelecido para moluscos bivalves pela ANVISA, Resolução – RDC, nº 42, de 29 de agosto 2013 é de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$.

Almeida et al. (2006) também avaliaram a presença do mercúrio em moluscos nas Unidades Geradoras de Energia (UGE`s) da Usina Hidrelétrica de Itaipu, encontraram valores de $0,0025 \text{ mg kg}^{-1}$ de mercúrio.

O acúmulo de mercúrio normalmente tende a se concentrar nos órgãos filtradores como o fígado e rins, em animais como o gado, peixes e moluscos (NASREDDINE e MASSIN, 2001). Seguindo a mesma tendência Dickman (1998) menciona que grande parte do mercúrio acumulado no organismo da população humana é proveniente do consumo de peixes e moluscos.

Metais como o cádmio não são essenciais e são tóxicos, mesmo em baixas concentrações (VIARENGO, 1985). Os perigos envolvidos com a presença destes compostos no ambiente derivam não só da sua persistência e toxicidade, mas também, da capacidade de concentração ao longo da cadeia trófica, e podem representar grande risco para a saúde humana (BISHOP, 1983).

De acordo com a ANVISA, Resolução – RDC, nº 42, de 29 de agosto 2013, o limite do metal cádmio em moluscos bivalves é de $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto que para a carne de aves $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$, e ainda para fígado de aves $0,50 \text{ mg kg}^{-1}$.

Outro elemento que não é essencial para as plantas e animais, mas está presente nos cursos da água é o chumbo. Sua presença nos ambientes aquáticos ocorre devido às descargas de efluentes de indústrias que utilizam esse metal na produção de tintas, baterias, tubulações e acessórios a base de chumbo. Na maioria dos casos, esse metal não é bioacumulável nos organismos, entretanto, pode ser encontrado em algumas partículas que são utilizados por mexilhões e larvas como alimentação (MARTINS, 2004).

O chumbo pode ser encontrado em duas formas, orgânico e inorgânico. Ele é considerado um dos maiores poluentes ambientais, principalmente na forma orgânica, que é considerada a mais tóxica. Segundo o NRC (1980) a quantidade máxima tolerada pela maioria das espécies é de 30 mg kg^{-1} , mas esta concentração pode ser maior em alguns tecidos. A ANVISA (2013) estabelece o valor máximo para moluscos bivalves de $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto que para a carne de aves o valor tolerado é de $0,10 \text{ mg kg}^{-1}$, e para miúdos comestíveis e fígado de aves o valor limite pode chegar a $0,50 \text{ mg kg}^{-1}$.

O cromo também é encontrado em ambientes aquáticos, assim como em mexilhões dourados. Souza et al. (2010) asseguram que o cromo é um mineral essencial, sendo necessário suplementar nas dietas para as aves. Ele é essencial ao metabolismo de lipídeos, proteínas e carboidratos, mas em níveis altos pode ser tóxico principalmente em função do seu comportamento oxidante.

Kerkhoff et al. (2013), ao pesquisar a presença de metais tóxicos no lago de Itaipu no município de Foz do Iguaçu, observaram concentrações na concha no valor de $0,55 \text{ mg l}^{-1}$ para chumbo, $0,075 \text{ mg l}^{-1}$ para cádmio e $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ para cromo. Já a parte mole do mexilhão obteve-se valores de $0,44 \text{ mg l}^{-1}$ para chumbo, $0,05 \text{ mg l}^{-1}$ para

cadmio e $0,17 \text{ mg l}^{-1}$ para cromo, demonstrando que a grande deposição e contaminação no corpo destes moluscos por parte destes metais.

A utilização de taninos através da sua atividade sequestrante, seria prática interessante para tentar amenizar os problemas de intoxicação por metais tóxicos em rações possivelmente contaminadas por esses elementos químicos. Os taninos são constituídos por compostos fenólicos com massa molecular entre 500 e 3000 Dalton, que ocorrem naturalmente em vegetais e possuem a capacidade de combinar-se com proteínas e outros polímeros. Ainda segundo Nunes et al. (2001) estes compostos apresentam sabor amargo e adstringente, possuem capacidade de inibir enzimas e de formar complexos com carboidratos e proteínas, além de possuir atividade antimicrobiana.

Os taninos são substâncias tanantes obtidas de vegetais, como é o caso do tanino de acácia, possuindo propriedades e características cujo princípio básico são formar complexos fortes com proteínas e outras macromoléculas, além disso, esses compostos polifenóis tem a capacidade de se combinar com as proteínas da pele dos animais, deixando-as imputrescíveis. Também, devido a sua coloração e viscosidade, são capazes de ligar a metais tóxicos, desta maneira são considerados adsorventes de metais, quando estes estão dissolvidos em água. Dentre todas essas características e propriedades, o tanino é amplamente empregado com sucesso nas indústrias de curtimento de couro, anticorrosivos, floculantes, bebidas, plásticos, entre outros (MARTINEZ, 1996; DUTRA, 1997; ETHERINGTON, 1997).

Os compostos do tanino também são empregados como coagulantes alternativos no tratamento da água destinada ao consumo humano, substituindo os coagulantes químicos, havendo desta forma uma diminuição do iodo gerado e redução dos metais presentes. Segundo Castro-Silva et al. (2004) os taninos são substâncias fenólicas biodegradáveis, utilizados na remoção de partículas presentes na água, isso ocorre devido a capacidade dos taninos em se complexar com proteínas, minerais, íons metálicos, e outras macromoléculas. Estes relatos são condizentes com afirmações feitas por Silva (1999) que atribuiu como vantagem o uso de taninos vegetais na água, como adsorventes de metais tóxicos, propiciando a remoção destas substâncias através da aglutinação por precipitação do meio.

Características de precipitação estão ligadas à polifenóis como tanino, este composto pode ser extraído de várias espécies vegetais, dentre elas encontra-se uma árvore leguminosa chamada acácia negra, visto que extratos desta planta detém poder de adsorção de alguns metais com cromo, cádmio, cobre e ferro, além de outros metais (MARTINEZ, 1996; DUTRA, 1997).

Os taninos são divididos em dois grupos: hidrolisáveis e condensados. O grupo dos taninos condensados tem a capacidade de unir a cátions metálicos, como íons férricos, gerando desta forma quelatos (MARTINES, 1996). Além disso, esta capacidade de se ligar à íons positivos deve-se a estabilidade, propriedades redutoras e caráter ácido de seus extratos, a qual propicia a diluição do metal existente na superfície das camadas de óxidos, permitindo a formação dos quelatos.

Os taninos ao entrarem em contato com metais formam sais complexos, desta maneira são considerados pelas suas propriedades e características como polímeros e conseqüentemente como floculantes. Os polímeros possuem características interessantes no tratamento de água e esgoto, por apresentar as seguintes condições: solubilidade em água, propriedades eletrolíticas e peso molecular adequado (MARTINEZ, 1996; DUTRA, 1997; ETHERINGTON, 1997).

Martinez (1996) ao analisar resinas de taninos vegetais para a remoção de metais, e função e desempenho dos taninos, afirma que a utilização de resinas sintetizadas a partir de resíduos da indústria da madeira, foi enérgica na captura de íons metálicos das águas. Contudo, este pesquisador ainda avaliou a utilização de taninos condensados como adsorventes de cádmio, cromo, mercúrio, urânio, em diferentes processos, utilizando cascas de espécies florestais cubanas.

Segundo Nunes et al. (2001) os taninos condensados podem ocasionar malefícios ao desempenho animal, isso pode ser observado pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, propiciando uma diminuição na absorção de nutrientes pela parede intestinal.

Vários estudos têm observado questões indesejáveis quanto ao uso de alimentos com tanino nas dietas, como consequência é observada diminuição no consumo de ração, em alguns casos o sabor adstringente é a principal causa. Porém, como as aves não possuem paladar desenvolvido, esta condição não parece ser o

pretexto para a diminuição do consumo de ração pelas aves. Entretanto, a redução do crescimento de frangos de corte é outro ponto negativo em dietas com taninos, como observado por (ROSTANGNO et al., 1973; DOUGLAS et al., 1990; BARCELLOS et al., 2006; SEDGHI et al., 2011). Mas conforme Elkin et al. (1996) e Ebadi et al. (2011), este fator pode ser explicado porque o tanino causa uma redução na utilização da energia, proteína e alguns aminoácidos pelo organismo. Porém, Pinto et al. (2002), Kumar et al. (2007) e Silva (2009), não encontraram redução no desempenho produtivo das aves em dietas contendo ácido tânico.

Também é observado por alguns autores, necroses na parte inicial do intestino (duodeno) e erosões na superfície das mucosas, impedindo a capacidade do trato gastrointestinal de absorver os nutrientes, delimitando desta maneira o desempenho dos frangos de corte (MITJAVILA et al., 1997).

Estudo realizado por Ortiz et al. (1994) e Nunes et al. (2001) observaram que aves em crescimento, consumindo dietas contendo 0; 8 e 16 g kg⁻¹ de tanino, apresentaram alterações histológicas graves na mucosa intestinal das aves, afetando diretamente as vilosidades intestinais.

A presença de taninos nos alimentos tem alguns efeitos deletérios na saúde e no desenvolvimento animal, incluindo depressão na palatabilidade do alimento, na ingestão voluntária, na digestibilidade das proteínas, dos carboidratos, do amido e de lipídios e diminuição na absorção do cálcio (CHANG et al., 1994). Mas, a presença de tanino também apresenta efeitos benéficos, como redução no nível de lipídio corporal e do colesterol sanguíneo em várias espécies animal (CHUNG et al., 1998).

Silva et al. (2002), avaliando o efeito da adição de sorgo e de ácido tânico em rações para frangos de corte sobre a deposição de gordura corporal e de colesterol plasmático, observaram que as aves tiveram uma deposição de gordura visceral e abdominal menor em dietas contendo sorgo com baixo teor de tanino e baixo nível de ácido tânico.

Segundo Teixeira (2001) a utilização de sorgo com valores de tanino abaixo de 0,4% não afeta a palatabilidade das aves e conseqüentemente não diminui o consumo de ração. De acordo com a ANFAR (1985) o valor máximo admissível de ácido tânico presente nas dietas não pode ultrapassar 1%.

A utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos, pode ser uma prática utilizada para reduzir a contaminação da carne de frangos de corte, e conseqüentemente diminuir a intoxicação alimentar dos seres humanos, entretanto o uso de taninos nas rações de frangos de corte pode comprometer o desempenho das aves.

Referências

- ALMEIDA, H.C; SUSZEK, A. P.C.; MENDONÇA, S. N. T. G. C. et al. Estudo do *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) como ingrediente na ração animal, através de características físico – químicas, microbiológicas e presença de mercúrio. **Higiene Alimentar**, v.20, p.61-65, 2006.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **As bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4 ed. São Paulo:Nobel, 1990. 396 p.
- ANFAR – **Associação Nacional dos Fabricantes de rações. Matérias primas para alimentação animal: padrão Anfar**. 4º ed. São Paulo, ANFAR,1985. 65p.
- ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L. et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasílica**, v. 1, n. 3, p. 69-77, 2007.
- ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; AMÂNCIO, A. L. L. et al. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinária Brasílica**. Mossoró, v. 2, n. 3, p. 53-60, 2008.
- AUGUSTIN, M.A.B; MUCELIN, A.C; Analise microbiológica e de metais pesados em mexilhões dourados proveniente do lago de Itaipu em Santa Helena – PR. In: VI ENDITEC – **Encontro Nacional de Difusão Tecnológica**, 2009. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PR. 2009.
- AVELAR, W. E. P.; MARTIM, S. L.; VIANNA, M. P. A. New occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1856) (Bivalvia, Mytilidae) in the State of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 64, n. 4, p.739-742. 2004.
- BARBOSA, F. J. V.; NASCIMENTO, M. P. S. B.; DINIZ, F. M. et al. Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras. **Sistemas de Produção**, 4 ISSN 1678-8818. **Versão Eletrônica**. 2007. Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaAlternativoCriacaoGalinhaCaipira/Alimentosalternativos.htm>. Acesso: 21/07/2014.

- BARCELLOS, L. C. G.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de tanino para frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**. v. 35, n. 1, p. 104-112, 2006
- BARENDZ, A. W. "Food safety and total quality management." **Food control**, v. 9, n. 2-3, 1998.
- BARROS, L. F.; OLIVEIRA, M. D.; SILVA, L. C. R.; et al. Ocorrência do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) no rio Miranda, Pantanal-MS, Brasil. **Congresso Brasileiro de Limnologia**. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2003.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J.V. **Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos**. Resumo da palestra apresentada ENIPEC- Encontro internacional dos negócios da pecuária. Cuiabá - MT, 2004.
- BISHOP, P.L. **Marine Pollution and its control**. McGraw-Hill Book Company, New York. 1983.
- BIRD, C. **Environmental Chemistry**. Freeman, NY, 1995. 484p.
- BOLTOVSKOY, D.; CATALDO, D.H. **Estudios de evaluación, monitoreo y análisis de medidas de control de incrustaciones de moluscos bivalvos (*Limnoperna fortunei*) en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Itaipu**. Relatório Técnico, 2003.7
- BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N.; CATALDO, D. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond. **Biological Invasions** 8, 2006, p. 588-602.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto N° 6.296, de 11 de Dezembro de 2007. Aprova o Regulamento da Lei N° 6.198, de 26 de dezembro de 1974, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal, dá nova redação aos arts. 25 e 56 do Anexo ao Decreto N° 5.053, de 22 de abril de 2004, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2007; 12 dez.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC N° 42, de 29 de agosto de 2013. Fica aprovado o Regulamento Técnico sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos, nos termos do Anexo desta Resolução. Revogam-se os limites máximos de arsênio, cádmio, chumbo estanho e mercúrio que constam no Anexo da Portaria SVS n° 685, de 27 de agosto de 1998. **Diário Oficial da União**, 2013; 30 agos.

BRITO, M. A.; BRITO, J. R.; ARCURI, E. et al. **Tipos de microrganismos. Agronegócio do leite. Embrapa.** 2005-2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_182_21720039246.html> Acesso: 28/08/2014.

BRUGNOLI, E.; CLEMENTE, J.; BOCCARDI, L.; et al. Golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) distribution in the main hydrographical basins of Uruguay: update and predictions. In. ANNALS OF THE BRAZILIAN ACADEMY OF SCIENCES, 2005. **Anais...** Academia Brasileira de Ciências, 2005. v. 77. p. 235-244.

CANZI, C. **Avaliação da utilização do mexilhão dourado (*limnoperna fortunei* Dunker, 1857) na elaboração de farinha para alimentação da tilápia (*oreochromis niloticus linnaeus*, 1758).** 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharias de Pesca) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

CARDOSO, V. M.; SILVA, G.G.; CANO, V. Contagem de microorganismos. In: **análise microbiológica de alimentos.** Rio de Janeiro, 1985. p. 20-27.

CASTRO-SILVA, M.A.; RÖRIG, L. R.; LAMBET, L. H. et al. Microrganismos associados ao tratamento de águas de abastecimento com coagulante orgânico vegetal (tanato quaternário de amônio) – I. microrganismos filamentosos. **Revista Estudos de Biologia**, v. 26, n. 54, p. 21-27, 2004.

CATALDO, D.H.; BOLTOVSKOY, D. Yearly reproductive activity of *Limnoperna fortunei* (Bivalvia) as inferred from the occurrence of its larvae in the plankton of the lower Paraná river and the Rio da Prata estuary (Argentina). **Aquatic Ecology**. v.34, p. 307-317. 2000.

- CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais. Programa Peixe Vivo. **Mexilhão Dourado: molusco pode tornar-se fornecedor de materiais.** 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Desktop/Artigo%20mexilh%C3%A3o%20e%20tanino/Mexilh%C3%A3o%20Dourado%20molusco%20pode%20tornarse%20fornecedor%20de%20materiais.htm> Acesso em: 30/06/2014.
- CHANG, M.J.; BAILEY, J.W. COLLINS, J.L. et al. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal Nutrition.** v. 124, p. 283-88, 1994.
- CHUNG, K.; WONG, T. Y.; WEI, C. et al. tannins and human health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 38, p. 421-64, 1998.
- COIMBA, A.G. **Distribuição de metais pesados em moluscos e sedimentos nos manguezais de Coroa Grande e da Enseada das Garças, Baía de Sepetiva, RJ.** 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2003.
- COLARES, E. R. C.; SUMINSKY, M.; BENDATI, M. M. A.. Diagnóstico e controle do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei*, em sistemas de tratamento de água em Porto Alegre. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – DESAFIOS AMBIENTAIS DA GLOBALIZAÇÃO, 2002. **Anais...** Vitória – ES, 2002, p. 1-4.
- DARRIGRAN, G.; PASTORINO, G. The recent introduction of a freshwater Asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. **The Veliger.** v. 38. p. 171-175. 1995.
- DARRIGRAN, G. Invasive freshwater bivalves of the neotropical. Region. 2000 **Dreissena**, v.2, p.7-13, 2000.
- DARRIGRAN, G.; EZCURRA DE DRAGO, I. Distribucion el *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), en la cuenca del Plata, Region neotropical. **Medio Ambiente**, v.13, n.2, p. 75-79. 2000 (a).
- DARRIGRAN, G.; EZCURRA DE DRAGO, I. Invasion of the exotic freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. **The Nautilus**, v.114, n.2, p.69-73. 2000 (b).

- DARRIGRAN, G. A.; DAMBORENEA, M. C.; PENCHASZADEH, P. E. Reproductive stabilization of *Limnoperna fortunei* (bivalvia mytilidae) after ten years of invasion in the americas. **Journal of Shellfish Research**, v. 22, n. 1, p.141-146, 2003.
- DARRIGRAN, G. A.; MAROÑAS, M. E.; COLAUTTI, D. C. et al. Air exposure as a control mechanism for the golden mussel, *Limnoperna fortunei*, (Bivalvia: Mytilidae). **Journal of Freshwater Ecology**, p. 1-9, 2004.
- DARRIGRAN, G.; MANSUR, M. C. D. Distribuição, abundância e dispersão, In: DARRIGRAN, G. DAMBORENEA, C. (Eds.), 1ª ed, **Bio-Invasión del mejillón dorado en el Continente Americano**, Universidade Nacional de La Plata, 2006.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C.; GRECO, N. Freshwater invasive bivalves in man-made environments: A case study of larvae biology of *Limnoperna fortunei* in a Hydroelectric Power Plant in South America. **Ambio**, v.36, p.575-579, 2007.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. Características da espécie. In: DARRIGRAN, G. DAMBORENEA, C. **Introdução à biologia das invasões**. O mexilhão dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. Cubo Editora: São Carlos – SP. 2009, p. 43-60.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. Ecosystem Engineering Impact of *Limnoperna fortunei* in South America. Source: **Zoological Science**, v.28, n.1, p. 1-7. 2011.
- DA SILVA, M. R. **Avaliação da utilização de vinhaça e resíduo de *Limnoperna Fortunei* (Dunker, 1857) em solo canavieiro: possibilidade de reposição de nitrogênio, fósforo e potássio e micronutrientes**. 2010. 98f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia de Biocombustíveis), Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Araçatuba- SP.
- DICKMAN, M.D.; LEUNG, K.M.C. Mercury and organochlorine exposure from fish consumption in Hong Kong. **Chemosphere**, v.37. p. 991-1015. 1998.
- DOUGLAS, J. H.; SULLIVAN, T. W.; BOND, P. L. et al. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected sorghum varieties and yellow corn. **Poultry Science**, n. 69, p. 1147-1155, 1990.

- DUTRA, C. **Avaliação do potencial de actinomicetos no trabalho de efluentes de Indústrias que processam madeira.** 1997. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio de Janeiro.
- EBADI, M. R.; SEDGHI, M.; GOLIAN, A. et al. Prediction of the true digestible amino acid contents from the chemical composition of sorghum grain for poultry. **Poultry Science**, v.90, n.10, p.2397-2401, 2011.
- ELKIN, R.G.; FREED, M. B.; HAMAKER, B. R. et al. Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.848-853. 1996.
- ETHERINGTON, E. R.. **A Dictionary of Descriptive Terminology** -Bookbinding and the Conservation of Books. 1997.
- FACHINI, A. **Filtração do bivalve invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), o mexilhão dourado, sobre a comunidade planctônica natural e na presença de cianobactéria tóxica.** 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.
- FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SAKOMURA, N. K. et al. E. Efeito dos diferentes níveis de sódio e fósforo sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.458-466, 2000.
- FASSANI, E. J.; BETERCHINI, A. G.; KATO, R. K. et al. Composição e solubilidade in vitro de calcários calcíticos de Minas Gerais. **Ciências Agrotécnica**, v.28, n.4, p.913-918, 2004.
- FILIPPO, R. Mexilhão dourado nos ecossistemas brasileiros. **SEPRONEWS: Série meio ambiente**, ano 1, n. 3, 2003.
- FRAZIER, N. C. **Microbiologia de los alimentos.** Zaragoza: Acribia. 1976. 512p.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; KLINK, U. P. et al. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte colostomizados submetidos a três temperaturas ambiente. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, SP, v. 21, n. 2, p. 257-264, 2005.

- GAZULHA, V. **O mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na presença de cianobactérias: taxas de filtração, comportamento alimentar e sobrevivência.** 2010. 104f. Tese Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para aves em duas idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.
- GIORDANI, S.; NEVES, P. S.; ANDREOLI, C. V. *Limnoperna fortunei* ou mexilhão dourado: impactos causados, métodos de controle passíveis de serem utilizados e a importância do controle de sua disseminação. In: 23°. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005. **Anais...** Campo Grande/MS, 2005. 17p.
- JENSEN. S.; JERNELÖV, A. Biological methylation of mercury in aquatic organisms. **Nature**, v.223, n.5207, p.753-754. 1969.
- Júnior, J. P. F.; Costa, F. G. P.; Vitor, J.; et al. Exigência de cálcio e fósforo para poedeiras leves em todas as fases de criação e “ciclos de produção”. *Revista Eletrônica Nutritime – ISSN 1983-9006. Artigo 207 – Vol.10, n.04, p. 2583 – 2626, 2013.*
- KARATAYEV, A.Y.; BOLTOVSKOY, D.; PADILLA, D.K. et al. The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. **The Journal of Shellfish Research**, v. 26, p. 205-213, 2007.
- KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries: antropogenic effects.** CRC Press, Boca Raton, 1992.
- KERKHOFF, S., RUBIO, F.; GONÇALVES JR. A. C. Mexilhão dourado como bioindicador de metais pesados tóxicos no reservatório de Itaipu. In: III SEMINÁRIO SOBRE ECOTOXICOLOGIA, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Cabo frio-RJ, 2013. p.2.
- KÜKENTHAL, W.; MATTHES, E.; RENNER, M. **Guia de Trabalhos Práticos de Zoologia.** 15a ed. Coimbra: Atlântida editora. 1969. 472p.

- KUMAR, V.; ELANGO VAN, A. V.; MANDAL, A. B. et al. Effects of feeding raw or reconstituted high tannin red sorghum on nutrient utilisation and certain welfare parameters of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 48, n. 2, p. 198-204, 2007.
- LAWS, E. A. “**Aquatic Pollution**”, An Introductory. New York: p. 192-411. 2 ed. 1993.
- LÖSCH, J. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. et al. Presença de mexilhão dourado no trato gastrointestinal de três espécies nativas de peixes cultivadas em tanques rede no reservatório de Itaipu. Toledo-PR. 2009. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE. **Anais...** Unioeste, Cascavel-PR. 2009. p. 11.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de Matrizes de Corte**. Facta, Campinas, 2005. 421p.
- MANSUR, M. C. D.; CARDOSO, F. R.; RIBEIRO, L.A. et al. Distribuição e consequências após cinco anos da invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae). **Biociências**. v. 12, p. 165-172, 2004a.
- MANSUR, M.C.D.; SANTOS, C.P.; DARRIGRAN, G. et al. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. **Revista Brasileira de Zoologia**. v.20, n.1, p.75-84. 2003.
- MANSUR, M. C. D.; QUEVEDO, C. B.; SANTOS, C. P. et al. Prováveis vias da introdução de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Baciada Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul e novos registros de invasão no Brasil pelas Bacias do Paraná e Paraguai. v. 4, p. 33-38. 2004. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C. L. (Org.) **Água de Lastro e Bioinvasão**. Interciências, Rio de Janeiro, 224p. 2004b.

- MARENGONI, N. G.; KLOSOWSKI, E. S.; OLIVEIRA, K. P. et al. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da usina hidrelétrica de itaipu binacional. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 359-363, 2013.
- MARTINEZ, F. L. **Taninos Vegetais e suas aplicações**. Universidade de Havana/Cuba. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 1996.
- MARTINS, R. J. E. **Acumulação e liberação de metais pesados por briófitas aquáticas**. 2004, p. 611. Tese (Doutor em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química Faculdade Universidade do Porto.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal**. 3. ed., Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.
- MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. New York: Academic Press, 1992. 523p.
- MCNEELY, J. A. An introduction to human dimensions of invasive alien species in The Great Reshuffling Human Dimensions of Invasive Alien Species. Jeffrey A. McNeely Ed. IUCN – **The World Conservation Union**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. v. 242 p. 2001.
- MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G. et al. Tannic acid and oxidised tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**, v. 107, p. 2113-2121, 1977.
- MORTON, B. Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilacea). **Malacologia**. v. 12, n. 2, p. 265-281, 1973.
- MUCELIN, C. A.; SANTOS, C. Estudos Ecológicos: O Grupo de Pesquisa em Ecossistemas Aquáticos e Comunidade Zoobentônica. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE DIFUSAO TECNOLOGICA – ENDITEC, **Anais...** Medianeira PR, 2007.
- MUNIZ, E. B.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J. et al. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Caatinga**, v.20, p.5-14. 2007.

- NASREDDINE, L.; MASSIN, D.P. Food contamination and pesticides in the European Union. Should we worry? **Toxicology Letters**, v.127, n.1-3, p.29-41. 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9^a ed. Washington, p. 155 1994.
- NEWELL, N.D. Classification of Bivalvia, In: R. MOORE. (Ed.). **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Lawrence, University of Kansas, Part v. 1, n, XXXVIII+489. 1969. p. 205-223.
- NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: Breder, 1995. p. 334.
- NUNES, R.V.; BUTERI, C. B.; NUNES, C. G. V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p. 235-266.
- OLIVEIRA, M.D. **Ocorrência e impactos do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) no Pantanal Mato-Grossense**. Embrapa, Circular Técnico. n. 38, Corumbá, p. 6, 2003.
- OLIVEIRA, M. D.; PELLEGRIN, L. A.; BARRETO, R. R. et al. **Área de ocorrência do mexilhão dourado na Bacia do Alto Paraguai entre os anos de 1998 e 2004**. Embrapa Pantanal, Corumbá, p.1-19, 2004.
- OLIVEIRA, M.P.; ALMEIDA, M. N. **Malacologia**. Juiz de Fora - MG: Editar Editora Associada, 2000, p. 216.
- ORTIZ, L. T.; CENTENO, C.; TREVINO, J. et al. Tannins in faba bean seeds: effects on the digestion of protein and amino acids in growing chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v. 41, p. 271-278, 1993.
- PARESCHI, D. C.; TUNDISI, T. M.; MEDEIROS, G. R.; et al. First occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in the Rio Tietê watershed (São Paulo State, Brazil). **Brazilian Journal Biology**, v. 68, p. 1107-1114, 2008.

- PASTORINO, G.; DARRIGRAN, G.; MARTIN, S.M.; et al. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. **Neotropica** **39**. v. 34, p.101-102. 1993.
- PATELLA, L.; BOEGER, W. A. P.; TORRES, R. A. Diferenciação das larvas de *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* utilizando técnicas de RFLP. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Brasília, 2004. **Anais...** Universidade de Brasília – DF, 2004.
- PELICIA, K.; MOURAO, J. L. M.; GARCIA, E. A. et al. Effects of dietary calcium levels and limestone particle size on the performance, tibia and blood of laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.13, n.1, p.29-34, 2011.
- PHILLIPS, D. J.; SEGAR, D. A. use of bioindicators in monitoring conservative contaminants: programme design imperatives. **Marine Pollution Bulletin**. v.17, n.1, p.10-17. 1986.
- PINTO, S.; BARROS, C. S.; SLOMP, M. N. et al. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Journal Scientia Agraria Paranaensis**. v. 11, n. 1, p. 5-18. 2012.
- PINTO, M.M.; CARVALHO, M.R.B. MACHADO, C. R. et al. Uso do sorgo com alto e baixo teor em taninos na alimentação de frangos de corte. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PRESIDENTE PRUDENTE, **Anais...** Universidade Estadual Paulista, 2002.
- POWELL, S.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L. Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. **Poultry Science**, v.90, n.3, p.604-608, 2011.
- RESENDE, M. F.; QUEIROZ, C. M.; MARTINEZ, C. B. Análise do fator de atrito e aumento da perda de carga em condutos forçados, operando sob condições de infestação pelo *limnoperna fortunei*. Belo Horizonte - MG. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, **Anais...** São Paulo, 2007.
- RICCIARDI, A. Global range expansion of the mussel *Limnoperna fortunei* (Mytilidae): another fouling threat to freshwater systems. **Biofouling**. v.13, n.2, p. 97-106. 1998.

- ROLAND SR, D.A.; FARNER, M. Methylmercury and the health of indigenous peoples: a risk management challenge for physical and social sciences and for public health policy. **The Science of the Total Environment**, v. 259, p. 23-29, 2000.
- ROSTAGNO, H. S.; FEATHERSTON, W. R.; ROGLER, J. C. et al. Studies on the nutritional value of sorghum grains with varying contents for chicks. **Poultry Science**. v. 52, p. 765-72, 1973.
- ROUSSEAU, X.; LÉTOURNEAU-MONTMINY, M. P.; MÊME, N. et al. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: Effects of dietary calcium and microbial phytase. **Poultry Science**, v.91, n.11, p.2829-2837, 2012.
- RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. ed. 6. São Paulo, 1996. p. 353-484,
- SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. **Rochas e Minerais Industriais – Calcário e Dolomito**. Capítulo 16, CETEM, 2ª Ed. Capítulo 16. 2008. p. 327-350.
- SANTOS, E. J.; CARVALHO, E. P.; SANCHES, R. L. Qualidade microbiológica de farinhas de carne e ossos produzidas no estado de Minas Gerais para produção de ração animal. **Ciência agrotecnologica**, v.24, n.2, p.425-433, 2000.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A. S.; ADEMIR JOSÉ CONTE, A. J. et al. Efeito dos níveis de cálcio da ração suplementada com fitase sobre a deposição de minerais na tíbia de frangos de corte de 22 a 42 dias. **Ciência e Agrotecnologia**. v.27, n.1, p.206-210, 2003.
- SEI, J. M. Serious mercury contamination of sediments in a Norwegian semiclosed bay. **Marine Pollution Bulletin**, v.9, n.7, 1978.
- SEDGHI, M.; EBADI, M. R.; GOLIAN, A. et al. Estimation and modeling true metabolizable energy of sorghum grain for poultry. **Poultry Science**, v.90, n.5, p.1138-1143, 2011.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. Campinas: ITAL, 1995. 228p.
- SILVA, S. S. T. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto**. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em

- Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública – Fundação Oswaldo Cruz, São Paulo.
- SILVA, J.D.T.; CARVALHO, M.R.B.; MACHADO, M. C. et al. Efeito do sorgo e do ácido tânico na deposição de gordura visceral e abdominal em frangos de corte. In: Congresso de Iniciação Científica, Presidente Prudente, 2002. **Anais...** Universidade Estadual Paulista, 2002.
- SILVA, J. D. T.; DIAS, L. T. S.; MACHADO, C. et al. Uso de sorgo com baixo teor em taninos na alimentação de frangos de corte. **Nucleus Animalium**. v. 1, p. 39-52 n.2, 2009.
- SINDIAVIPAR. Sindicato das Indústrias de Produtos Avícolas do Estado do Paraná. **Revista online Avicultura-PR**, Curitiba-PR, ano VI, n. 37, nov/dez 2013. Disponível em:<<http://www.sindiavipar.com.br/>> Acesso em: 08/04/2014.
- SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Fragilidade econômica doméstica comprometeu desempenho da indústria de alimentação animal brasileira. Setor de alimentação animal**. Boletim informativo do setor. maio/2014. Disponível em: http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2014/05/boletim-informativo-do-setor_vs-portugues_site-08052014.pdf. Acesso em: 17/07/2014.
- SYLVESTER, F.; DORADO, J.; BOLTOVSKOY, D. et al. Filtration rates of the invasive pest bivalve *Limnoperna fortunei* as a function of size and temperature. **Hydrobiologia**. v.534, p.71–80. 2005.
- SOUZA, L. M. G.; MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M. et al. Influência do cromo no desempenho, na qualidade da carne e no teor de lipídeos no plasma sanguíneo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.4, p.808-814, 2010.
- SPORER, K. R. B.; ZHOU, H. R.; LINZ, J. E. et al. Differential expression of calcium-regulating genes in heat-stressed turkey breast muscle is associated with meat quality. **Poultry Science**, v.91, n.6, p.1418-1424, 2012.
- TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras. UFLA/FAEPE, 2001. 241p.

- THOMAS M.B.; WILLIS, A.J. Biocontrol - risky but necessary? **Trends in Ecology & Evolution**. v.13, n.8, p.325-329. 1998.
- UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del Ganado**. Zaragoza: Acribia, 1981. 210 p.
- ULIANO-SILVA, M.; FERNANDES, F. C. F.; HOLANDA, et al. **Invasive species as a threat to biodiversity: The golden mussel *Limnoperna fortunei* approaching the Amazon River basin**. In: Alodi, S.. (Org.). Exploring Themes on Aquatic Toxicology. 1ed.Kerala: Research Signpost, 2013, p. 1-157.
- VIARENGO, A. Biochemical effects of trace metals. **Marine Pollution Bulletin**. v.16, n.4, p.153-158. 1985.
- VON RÜCKERT, G.; CAMPOS, M.C.S.; ROLLA, M.E. et al. Alimentação de *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857): taxas de filtração com ênfase ao uso de Cyanobacteria. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v.26, n.4, p. 421-429, 2004.
- WALDROUP, P. W. Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability. **Feedstuffs**, v.68, p.13-20, 1996.
- WALK, C. L.; BEDFORD, M. R.; MCELROY, A. P. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. **Poultry Science**, v.91, n.6, p.1371-1378, 2012.

Capítulo I - Mexilhão dourado na alimentação de pintos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais pesados.

|

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Abril de 2015. **Mexilhão dourado na alimentação de pintos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais tóxicos.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Resumo: A condução desta pesquisa teve como objetivo avaliar a utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos em rações de pintos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações. Primeiramente foi realizado ensaio para avaliar o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com tanino de acácia, utilizando-se 720 pintos de corte, machos, com um dia de idade, Cobb 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições, com 20 aves em cada unidade experimental. Os tratamentos foram formados por rações basais com níveis crescentes de tanino de acácia (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton^{-1} de tanino de acácia), onde o mesmo substituiu o material inerte da ração, sendo todas as dietas isonutritivas e isoenergéticas. Os resultados apontaram que ao nível de 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia foi prejudicial para ganho de peso, peso final e conversão alimentar, ao passo que, ao utilizar 1000 g/ton^{-1} de tanino de acácia este causou queda no consumo de ração. Para as medidas morfométricas de vilo, cripta e relação vilo:cripta, não foram observadas diferenças estatísticas para essas variáveis. Na sequência foi realizado um segundo ensaio para avaliar o desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade alojados em delineamento inteiramente casualizado, com níveis crescente de substituição (0; 25; 50; 75; 100%) de farinha de mexilhão dourado pelo calcário calcítico da ração e ainda a suplementação ou não de tanino de acácia, com 5 repetições por tratamento. Nas dietas com a inclusão de tanino utilizou-se 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia, o qual foi substituído pelo material inerte da ração. Foram utilizados neste ensaio 1200 pintos de corte, machos, com um dia de idade, da linhagem Cobb 500, com 24 aves por unidade experimental. Os resultados mostraram que o mexilhão dourado possui grande quantidade de cálcio, e os valores de metais tóxicos foram baixíssimo, e a contaminação microbiológica não apresentou ou encontra-se abaixo dos valores permitidos pela legislação vigente. Os dados de desempenho demonstram que a utilização do mexilhão dourado pode ser realizada em até 100% de substituição ao calcário calcítico das rações sem afetar as variáveis estudadas, porém a utilização de 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia foi prejudicial para o desempenho dos pintos de corte. O desenvolvimento ósseo aos 21

dias, através da avaliação do índice Seedor e resistência óssea (kgf) não foram influenciados significativamente pelas dietas testadas. Contudo, para os resultados de fósforo, cálcio e cinzas nos ossos, apenas a cinza na matéria natural apresentou interação entre os fatores estudados.

Palavras-chave: alimento alternativo, calcário calcítico, cálcio, desempenho, estrutura óssea, morfometria intestinal

|

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2015, April. **Golden mussel in broilers feeding using tannin as scavenger of heavy metals.** Adviser: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Abstract: The conduct of this research was to evaluate the use of tannins as adsorbent of heavy metals in broiler chicks fed diets with different levels of inclusion of golden mussel flour to replace the limestone in the feeding. At first, we conducted a trial to evaluate the performance of broiler chicks from 1 to 21 days, fed wattle tannin. For that, 720 Cobb-500 1-day-old male broiler chicks were distributed in a completely randomized design, with six treatments and six replicates of 20 birds in each experimental unit. The treatments were composed of basal diets, with increasing levels of wattle tannin (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ of wattle tannin), where it replaced the inert material of the feed, and all the diets were isonutritives and isocaloric. The results showed that the level of 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin was detrimental to weight gain, feed conversion and final weight, while when using 1000 g/ton⁻¹ of wattle tannin this caused a decrease in feed intake. For morphometric measurements of villi, crypt and villous: crypt, there were no statistical differences for these variables. A second assay was performed to evaluate the performance of broiler chicks from 1 to 21 days of age, with increasing levels of substitution (0, 25, 50, 75, 100%) of mussel meal in replacement of the limestone in the feeding and further supplementation or not with wattle tannin. For that, 1200 Cobb-500 1-day-old male broiler chicks were housed in a completely randomized design, with 5 replicates per treatment and 24 birds each. In diets with the addition of tannin we used 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin, which was replaced by inert material in the feeding. The results showed that the golden mussel has a large amount of calcium, heavy metal values were very low, and microbiological contamination did not present or was below the values allowed by law. Performance data showed that the use of mussel can be performed up to 100% replacement of the limestone in the feeding without affecting the variables, but the use of 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin was detrimental to the performance of chicks cutting. The bone development at 21 days, by evaluating the Seedor index and bone strength (kgf) were not significantly influenced by the diets evaluated. However, for match results, calcium and ash, just gray on fresh matter showed interaction between treatments.

Keywords: alternative food, bone structure, calcium, intestinal morphology, limestone, performance

Introdução

A avicultura de corte é uma das atividades que impulsiona o setor agropecuário brasileiro, apresentando favorável crescimento econômico e grande expansão na sua cadeia produtiva nos últimos anos, em especial por conseguir produzir e fornecer uma proteína animal de alta qualidade a baixo custo, além de não sofrer com períodos de sazonalidade na sua produção.

Com o crescimento e modernização da avicultura brasileira, houve aumento na produção de carne de frango e conseqüentemente acréscimo na utilização de matéria prima para fabricação das rações. Entretanto, para acompanhar esse crescimento na produção de rações, os nutricionistas procuram fontes alternativas que possam substituir os alimentos comumente utilizados.

Para ser incluídos na mistura dietética das rações os alimentos alternativos precisam ser limpos e processados, além disso, não devem apresentar contaminações ou fatores antinutricionais (BARBOSA et al., 2007). Outro aspecto importante é o conhecimento sobre a composição química e a disponibilidade dos nutrientes (GENEROSO et al., 2008), sendo necessário conhecer a qualidade nutricional, os valores de energia e proteína, e características físicas dos alimentos, para produzir rações balanceadas e de qualidade (BELLAVÉR et al., 2004). Contudo, o baixo custo econômico dos alimentos alternativos é primordial para a utilização destes nas rações, como é o caso da farinha obtida do processamento de valavas de moluscos. Dentre as espécies o *Limnoperna fortunei* (DUNKER, 1857), conhecido com mexilhão dourado, tem sua formação composta basicamente de carbonato de cálcio (CaCO_3), servindo como fonte de cálcio em dietas para animais.

Por não ser nativo da região da América do Sul, esta espécie é considerada exótica e invasora, sendo que sua introdução ocorreu de forma acidental, através da água de lastros de navios, provenientes de outros continentes (KARATAYEV et al., 2007). Atualmente, é considerado um desequilíbrio ambiental devido ao seu elevado grau de infestação e proliferação, ocasionado por sua alta taxa de crescimento.

O mexilhão dourado causa diversos prejuízos econômicos e impactos ambientais (DARRIGRAN e EZCURRA DE DRAGO, 2000; MANSUR et al., 2004a; RESENDE et al., 2007), sendo que no ano de 2001, esta espécie foi encontrada em

águas da usina de Itaipu no rio Paraná (ULIANO-SILVA et al., 2013; PATELLA et al., 2004). As principais consequências observadas nesta região são em usinas hidrelétricas, como a incrustação em tubulações, filtros e bombas d'água. Outro transtorno que esta espécie vem causando é a incrustação em tanques-redes utilizados para a criação de peixes (RESENDE et al., 2007). Para realizar o controle desta espécie de molusco em usinas e tanques-redes é necessária a raspagem manual, o qual demanda tempo e causa grande prejuízo econômico.

Assim a utilização da farinha do *L. fortunei* poderia ser empregada em rações como fonte cálcio para animais, sendo utilizadas por pequenos produtores, possibilitando um destino apropriado para esta espécie. Porém, por se tratar de uma espécie filtradora, o mexilhão dourado pode-se contaminar por metais tóxicos (OLIVEIRA, 2003; MARENGONI et al., 2013). O qual possui efeito acumulativo nos organismos, podendo causar graves problemas de saúde ao ser humano.

Para tentar amenizar os efeitos dos metais tóxicos presentes no mexilhão dourado, o uso de tanino através da sua atividade sequestrante, poderia ser prática interessante para reduzir esta contaminação (MARTINEZ, 1996; DUTRA, 1997) e possibilitar o uso do mexilhão em rações de aves.

Assim, este experimento teve como objetivo avaliar a utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos em rações de pintos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações.

Material e métodos

Foram realizados dois experimentos no Aviário da Fazenda Experimental e Núcleo de Estações Experimentais - Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR. Todos os procedimentos foram autorizados pelo Comitê de ética em experimentação animal e aulas práticas da Unioeste, sob o protocolo nº 56/13.

Para avaliação da quantidade de tanino de acácia a ser utilizado em rações de pintos de corte, foram utilizados 720 pintos de corte, machos, com um dia de idade,

provenientes de incubatório comercial, Cobb 500, de matrizes com 48 semanas de idade e vacinados no incubatório para doença de Marek, Gumboro, Bouba Aviária e Bronquite Infecciosa.

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, onde foram pesadas individualmente e distribuídas em 36 unidades experimentais, sendo seis tratamentos, seis repetições com 20 aves por unidade experimental, seguindo a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007). A unidade experimental (1,35 m x 1,30m) foi constituída com 20 aves e peso médio inicial de $42,5 \pm 0,47$ gramas.

O aviário experimental possuía estrutura em alvenaria, cobertura em telha de barro, em seu entorno cortinado de revestimento. As unidades experimentais dispõem de comedouros tubulares e tipo bandeja, e equipados com bebedores tipo nipple e infantil. O piso de concreto foi recoberto com maravalha de pinus nova. O controle da temperatura foi realizado utilizando ventiladores, nebulizadores e manejo da cortina. Para o aquecimento das aves, utilizaram-se lâmpadas de 250 watts. O programa de iluminação foi de 24 horas de luz (luz natural e artificial).

A ração e a água foram fornecidas à vontade, sendo todas as rações isonutritivas e isoenergéticas, à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011) para fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 2). A distribuição dos tratamentos foi realizada com níveis crescente de tanino de acácia (72% de ácido tanino), onde o mesmo substitui o material inerte (areia lavada) presente nas rações, de acordo com: Trat. 1 – ração basal sem tanino de acácia; Trat. 2 – ração basal com 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia; Trat. 3 – ração basal com 500 g/ton^{-1} de tanino de acácia; Trat. 4 – ração basal com 750 g/ton^{-1} de tanino de acácia; Trat. 5 – ração basal com 1000 g/ton^{-1} de tanino de acácia; Trat. 6 – ração basal com 1250 g/ton^{-1} de tanino de acácia.

As variáveis ambientais foram observadas duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde, sendo registrados os pontos de máxima e mínima, utilizando de termo-higrômetro digital instalado à altura das aves. Durante o período experimental a temperatura média variou entre $24,25^{\circ}\text{C}$ e $29,68^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar variou de 42,48% a 63,76%.

Tabela 2. Composição centesimal e calculada da ração inicial

Ingredientes (%)	Inicial (1 a 21 dias)
Milho grão	53,85
Farelo de soja	37,00
Óleo de soja degomado	3,250
Fosfato monocálcico	1,713
Calcário calcítico	1,317
Sal comum	0,503
DL-metionina 99%	0,308
L-lisina.HCl 78%	0,212
L-treonina 99%	0,052
Premix vitamínico ¹	0,100
Premix mineral ²	0,050
Cloreto de colina 60%	0,060
Antioxidante ³	0,020
Coxistac ⁴	0,060
Stafac 500 ⁵	0,005
Inerte/Tanino	1,500
Total	100,00
	Composição calculada
EM (kcal/kg)	2.960
Proteína bruta (%)	21,40
Lisina digestível (%)	1,217
Met+Cist digestível (%)	0,876
Treonina digestível (%)	0,791
Cálcio (%)	0,920
Fósforo disponível (%)	0,470
Sódio (%)	0,218

¹ROVIMIX, Premix Vitamínico para aves. Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A(min) 9000000,00 UI, Vit. D₃(min) 2500000,00 UI, Vit. E(min)20000,00 UI, Vit. K₃(min)2500,00 mg, Vit. B₁(min)1500,00 mg, Vit. B₂(min) 6000,00 mg, Vit. B₆(min) 3000,00 mg, Vit. 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g Niacina (min) 25g. Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Selênio(min) 250,0 mg;

²ROLIGOMIX - Premix Mineral para aves. Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 2000,00 m, Zinco (min) 100g;

³BHT;

⁴Salinomicina 12%;

⁵Virginamicina.

Durante o período experimental as aves mortas foram retiradas e o consumo de ração foi registrado para realização de correções no consumo e conversão alimentar segundo Sakomura e Rostagno (2007). Aos 21 dias de idade, todas as aves e a ração foram pesadas para a determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Ao final do período experimental (21 dias de idade), duas aves por unidade experimental, \pm 5% do peso médio da unidade experimental, foram sacrificadas por deslocamento cervical. Após foram coletados 4 cm da porção distal do duodeno para

análise morfométrica, por meio de microscopia de luz. As porções do duodeno foram abertas longitudinalmente, lavadas com solução fisiológica, estendidas pela túnica serosa e fixadas em solução de formaldeído a (10%) por 24 horas, em seguida armazenados em álcool (70%), sendo que na sequência as amostras foram desidratadas em uma série de concentrações crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e mergulhadas em parafina para o preparo dos cortes histológicos (Luna, 1968). Em cada lâmina foram colocados três cortes semi-seriados com sete micrômetros de espessura, de cada animal. Os cortes destinados à morfometria foram corados com a técnica da hematoxilina-eosina de Harris.

A captura de imagens das lâminas foi realizada por microscópio óptico Leica com sistema de captura de imagem (Image Manager-IM50). As medidas de vilos e criptas foram mensuradas utilizando o software Motic Image Plus 2.0 com objetiva de 4x, onde foram realizadas 10 leituras de cada medida. As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da região basal, que coincide com a porção superior das criptas até o ápice, e a profundidade de criptas, da base até a região de transição cripta: vilo. A partir dos valores obteve-se a média para: altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo: cripta.

Como procedimento estatístico para avaliar efeito da utilização de tanino de acácia em todas as variáveis estudada foi realizada análise de variância, seguida do teste de Dunnett, utilizando a ração basal como testemunha, posteriormente foi realizada análise de regressão polinomial para avaliar o efeito dos níveis crescentes de tanino de acácia em todas as variáveis estudadas ao nível de 5% de probabilidade. Para realização dos procedimentos estatísticos foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1999).

No segundo experimento foram utilizados 1200 pintos de corte machos COBB 500, com um dia de idade, oriundos de matrizes com 45 semanas de idade e vacinadas no incubatório para doença de Marek, Gumboro, Bouda Aviária e Bronquite Infecciosa. As aves foram pesadas individualmente e distribuídas uniformemente por faixa de peso, de acordo com a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007). Foram utilizados 50 unidades experimentais, com 24 aves cada, e com peso médio de $46,02 \pm 0,17$ gramas, alojados em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×5 , sendo um dos fatores a suplementação ou não de tanino de

acácia (ácido tânico), e o outro fator níveis crescente de substituição (0; 25; 50; 75; 100%) do calcário calcítico da ração pela farinha de mexilhão dourado, com cinco repetições -por tratamento.

O mexilhão dourado foi coletado no reservatório da Itaipu Binacional, no Centro de Desenvolvimento de Pesquisa para a Piscicultura em Tanques-redes, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena - PR. Para a obtenção do mesmo, foi realizada a extração dos moluscos que fixação nos tanques-redes. Em seguida foram expostos ao sol para secagem, e após apresentar uma umidade em torno de 12% foram ensacados e armazenados na Fábrica de Ração, no Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon.

O mexilhão dourado foi moído em moinho tipo martelo (em peneira de quatro milímetros) e amostras da farinha obtida foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Unioeste, para determinação da matéria seca, proteína bruta e matéria mineral de acordo com Silva e Queiros (2006). No Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, foram realizadas ainda as determinações para a quantificação dos metais tóxicos, cromo (Cr), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), sendo utilizada a digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ e SPERLING, 1999), a mesma metodologia foi utilizada para a quantificação do cálcio (Ca). Para determinação do fósforo (P), foi realizada utilizando a espectrometria de ultravioleta visível (UV-Visível). As análises microbiológicas, para Coliformes e *Salmonella sp.*, do mexilhão dourado, foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, conforme metodologia descritas por Silva et al. (1997).

As condições de manejo e instalações para o conforto das aves estavam dentro do recomendado para linhagem e foram semelhantes ao experimento anterior. Da mesma forma ocorreu com o fornecimento de água e ração, sendo que as rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011) para fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 3).

Foi utilizada a quantidade de 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia (substituído pelo material inerte da ração), o qual foi determinado no primeiro ensaio.

Tabela 3. Composição centesimal e calculada das rações experimentais de 1 a 21 dias de idade

Ingredientes (%)	Nível de substituição (%) do calcário calcítico pelo mexilhão dourado				
	Tratamentos				
	0	25	50	75	100
Milho grão	53,51	53,46	53,36	53,24	53,13
Farelo de soja	39,33	39,32	39,33	39,36	39,38
Óleo soja degomado	2,500	2,506	2,540	2,582	2,620
Fosfato bicálcico	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
Calcário calcítico	0,912	0,684	0,456	0,228	0,000
Mexilhão dourado	0,000	0,282	0,563	0,844	1,126
Sal comum	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508
DL – metionina 99%	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
L – lisina.HCl 78%	0,272	0,273	0,272	0,272	0,272
L – treonina 99%	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097
L – valina 99%	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
Premix Vitaminico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto Colina 60%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Coxistac ³	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Antioxidante ⁴	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Stafac 500 ⁵	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Inerte (areia lavada)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EM (kcal/kg)	2.961	2.960	2.960	2.960	2.960
Proteína bruta (%)	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62
Lisina dig (%)	1,324	1,324	1,324	1,324	1,325
Met+Cist dig (%)	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953
Treonina dig (%)	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Valina dig (%)	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020
Cálcio (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disp (%)	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio (%)	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220

¹ROVIMIX, PremixVitamínico para aves. Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A(min) 9000000,00 UI, Vit. D3(min) 2500000,00 UI, Vit. E(min)20000,00 UI, Vit. K3(min)2500,00 mg, Vit. B₁(min)1500,00 mg, Vit. B₂(min) 6000,00 mg, Vit. B₆(min) 3000,00 mg, Vit. 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g Niacina (min) 25g. Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Selênio(min) 250,0 mg;

²ROLIGOMIX - Premix Mineral para aves. Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min)20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 2000,00 m, Zinco (min) 100g;

³Salinomicina 12%;

⁴BHT;

⁵Virginamicina.

Com 21 dias de idades foi determinado o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar. As aves e a ração foram pesadas no início e no final do período experimental sendo registradas para avaliar o ganho de peso consumo de ração final e a conversão alimentar, e ao decorrer do experimento, quando da morte de aves, foi pesada

as rações, para correções no consumo de ração e conversão alimentar conforme Sakomura e Rostagno (2007).

Para avaliação das variáveis ambientais foram utilizados termohigrometros digitais, com procedimento semelhante ao descrito no experimento anterior. Durante o período experimental a temperatura média variou entre 22,60°C e 25,00°C e a umidade relativa do ar variou de 46,33% a 55,04% .

No final do período experimental (21 dias de idade) duas aves por unidade experimental (UE), mais ou menos 5% peso médio da UE, foram abatidas por meio de deslocamento cervical e posterior sangria para coleta do peito, coxa, fígado e rins. Após a colheita, o material foi identificado e armazenado a -20°C em freezer, para posterior análise.

A coxa e o peito foram desossados para obtenção da tíbia e da carne de peito, respectivamente. A tíbia esquerda foi pesada e os comprimentos medidos com auxílio de paquímetro digital, utilizando do peso do osso e seu comprimento foi calculado o Índice de Seedor, o qual é um indicativo da densidade óssea. Para determinar a resistência óssea foi utilizado o equipamento analisador de Textura CT3 da Brookfield, com uma base que apoia as regiões das epífises ósseas, e a aplicação da força de 5 mm/s com carga de 200 kgf se deu na região central do osso (diáfise) e os valores foram expressos em quilograma de força (kgf).

Os órgãos (fígado e rins), carne de peito, e a tíbia direita foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, moídas em moinho tipo bola e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Química Ambiental e Instrumental da Unioeste onde foram realizadas as análises químicas para a quantificação dos metais tóxicos, cromo (Cr), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), sendo utilizada a digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ e SPERLING, 1999), a mesma metodologia foi utilizada para o cálcio (Ca), já para o fósforo (P) a determinação foi realizada por espectrometria de ultravioleta visível (UV-Visível), sabendo-se que as análises de Ca e P foram realizadas apenas para avaliação óssea no caso a tíbia. Para determinação da matéria seca e matéria mineral as amostras foram encaminhadas ao

laboratório de Nutrição Animal da Unioeste seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiros (2006).

Os resultados de desempenho, presença de metais tóxicos, características ósseas (resistência óssea e índice de Seedor) foram avaliados por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1999). Foi realizada análise de variância, para verificar os efeitos dos níveis de substituição do calcário calcítico pela farinha de mexilhão dourado, foi utilizado regressão polinomial ao nível de 5% de significância e para avaliar o efeito do tanino de acácia foi aplicado o teste F, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

No experimento I na fase de 1 a 21 dias de idade, as aves alimentadas com 1000 e 1250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia, apresentaram menor consumo de ração quando comparadas com a ração controle (Tabela 4). Avaliando os níveis de tanino sobre o consumo de ração, este apresentou efeito quadrático, sendo determinado pela equação $CR = 1156,17 + 0,193600X - 0,000263607X^2$ ($R^2 = 0,89$), o maior consumo de ração (1191,71 g) com nível de 367,21 g tanino tonelada ração.

Tabela 4. Desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino

Tanino (g/ton)	CR (g)	PF (g)	GP (g)	CA (g/g)
0 (controle)	1160,34 ^a	802,07 ^a	759,89 ^a	1,527 ^a
250	1183,87 ^a	776,17 ^b	733,19 ^b	1,615 ^b
500	1195,70 ^a	747,67 ^b	705,33 ^b	1,695 ^b
750	1152,49 ^a	709,86 ^b	667,47 ^b	1,727 ^b
1000	1078,33 ^b	650,78 ^b	607,83 ^b	1,775 ^b
1250	990,30 ^b	620,40 ^b	578,08 ^b	1,713 ^b
DMS	37,05	20,79	20,61	0,039
CV (%)	2,444	2,153	2,269	1,732
Probabilidade				
Linear	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Quadrática	<0,001	0,327	0,312	<0,001
Equações de Regressão				R^2
Consumo de ração	$1156,17 + 0,193600X - 0,000263607X^2$			0,89
Peso final	$823,500 - 0,163367X$			0,92
Ganho de peso	$780,698 - 0,163091X$			0,92
Conversão alimentar	$1,48774 + 0,000570719X - 0,000000307X^2$			0,71

CR= Consumo de ração; PF= Peso final; GP= Ganho de peso; CA= Conversão alimentar;

^{a,b,c} Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem do tratamento controle ao nível de 5% de significância;

CV= Coeficiente de variação (%).

Aos 21 dias de idade, foram observados efeito linear decrescente para peso final ($y = 823,50 - 0,163367x$, $R^2 = 0,92$) e para ganho de peso ($y = 7780,698 - 0,163091x$, $R^2 = 0,92$). Por outro lado, ao realizar o teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, foi observado que a inclusão do tanino fez com que houvesse efeito negativo, de forma que em ambas as características houvesse redução no desempenho. De forma semelhante, a conversão alimentar respondeu de forma quadrática ($y = 1,48774 + 0,000570719X - 0,000000307X^2$, $R^2 = 0,71$), com máxima conversão (2,134) ao nível de 929,51 g de tanino/tonelada de ração, caracterizando também redução no desempenho.

Os taninos são polifenóis de origem vegetal e são encontrados em diversas plantas. Desta forma, Torres et al. (2013), ao avaliarem dietas contendo tanino no sorgo, observaram que a substituição em até 100% do sorgo de baixo tanino pelo milho não influenciou o ganho de peso, consumo de ração, e conversão alimentar em pintos de corte até 21 dias de idade. Relataram ainda que a concentração de até 2,6 g kg⁻¹ de taninos na dieta não afeta significativamente o desempenho em frangos de corte, porém neste experimento com a concentração máxima de 0,9 g kg⁻¹ já foi possível observar depreciação no desempenho das aves.

Porém, Nyamambi et al. (2007), ao estudarem níveis crescentes de sorgo com tanino na dieta de aves com até sete dias de idade, observaram que houve diminuição linear no ganho de peso médio diário, consumo diário de ração com aumento da inclusão de sorgo com tanino na ração, porém não foram encontradas diferenças significativas na conversão alimentar. Entretanto com 21 dias de idade as aves que receberam as dietas com maior nível de tanino apresentaram uma redução significativa no ganho de peso diário sem que o consumo de ração e conversão alimentar fossem afetados significativamente.

Moyle et al. (2012) observaram que ao utilizar níveis crescentes de sericea lespedeza uma gramínea rica em tanino, o peso das aves diminuiu na segunda e terceira semana de vida, e apresentam aumento no consumo de ração e conseqüentemente piora na conversão alimentar das aves. A queda no desempenho das aves está relacionada à ingredientes com baixos níveis nutritivos na dieta, como os taninos condensados, que causam redução no crescimento devido a sua toxicidade, reduzindo a retenção de nitrogênio e o uso dos aminoácidos pelo organismo, devido à redução da digestibilidade da proteína.

A queda no desempenho das aves alimentadas com níveis de tanino pode estar relacionada à hipertrofia do pâncreas, o que pode alterar a produção e os níveis de tripsinogênio e alfa-amilase no pâncreas, e influenciando posteriormente à atuação da tripsina e da alfa-amilase no duodeno e jejuno, também à hiperplasia do fígado, que prejudica as suas funções reguladora, como desintoxicação do organismo, produção de bile, síntese, armazenamento e quebra do glicogênio, síntese do colesterol, conversão de amônia em uréia, dentre outras funções (MAHMOOD e SMITHARD, 1993).

As análises morfométricas dos cortes histológicos do duodeno aos 21 dias de idade não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) nas medidas de altura de vilos e profundidade de cripta para a região duodenal, bem como a utilização de tanino não influenciou a relação vilos:cripta para este mesmo segmento (Tabela 5).

Tabela 5. Medidas morfométricas de vilos, cripta e relação vilos:cripta, do duodeno de pintos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino

Tanino (g/ton)	Vilos (μm)	Cripta (μm)	Vilos: Cripta
0	1364,00	115,93	12,19
250	1554,43	121,03	13,11
500	1577,13	125,14	13,02
750	1397,97	137,60	10,34
1000	1617,42	134,34	12,60
1250	1528,66	142,13	11,42
CV (%)	13,721	21,476	23,854
Probabilidade			
Linear	0,965	0,164	0,315
Quadrática	0,564	0,845	0,560

CV= Coeficiente de variação (%).

Dados semelhantes foram observados por Garcia et al. (2005), os quais não observaram efeito significativo na substituição do milho pelo sorgo de alto tanino ou baixo tanino sobre o comprimento do duodeno, jejuno e do íleo. O mesmo foi observado por Torres et al. (2013) que também não encontraram diferença significativa ao avaliarem o crescimento celular da cripta do duodeno, altura de vilosidade e profundidade de cripta, em pintos de corte submetidos a dietas contendo 0; 50; 100% de sorgo com baixo tanino em substituição ao milho. Por outro lado estes autores observaram alterações significativas na mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo, com maior índice mitótico e perdas do epitélio.

Todavia, reduções no desempenho de aves alimentadas com tanino são observadas em diversos trabalhos, essa diminuição no crescimento das aves está relacionada com a capacidade de absorção do trato gastrintestinal, podendo sofrer alterações na superfície da mucosa, como, erosões e necroses na mucosa gastroduodenal (MITJAVILA et al., 1977).

A integridade da membrana e das enzimas epiteliais é fundamental para garantir a digestão e absorção de nutrientes a partir do lúmen intestinal, sendo que alterações na mucosa intestinal podem afetar a digestão e absorção de nutrientes. De acordo com Nunes et al. (2001), os taninos condensados podem diminuir a absorção de nutrientes através da parede intestinal, isso ocorre devido a fenômenos metabólicos que inibem a atuação de enzimas presentes no sistema digestivo. Nyamambi et al. (2007) observaram que altura das vilosidades e profundidade das criptas intestinais do duodeno, foram reduzidas com aumento dos níveis de tanino na dieta.

Além disso, Torres et al. (2013) observaram reduzida atividade de aminopeptidase no jejuno. Enzima esta responsável por quase toda atividade peptidase na borda da escova do jejuno e íleo. Contudo, não causou diminuição no desempenho das aves.

Estes efeitos negativos na atividade enzimática têm sido atribuídos à capacidade de taninos de se ligar, coagular e precipitar proteínas, gelatinas e alcalóides e incluindo algumas enzimas digestivas (HAGERMAN e BUTLER, 1981; NUNES et al., 2001; SILVA et al., 2011). Contudo, segundo estes autores, os efeitos de precipitação entre essas substâncias podem propiciar alguns efeitos antimicrobianos e antifúngicos como inibição de enzimas no trato gastrintestinal, alterações no metabolismo celular, e complexação com íons metálicos, compostos estes que atuam com fonte para o desenvolvimento e crescimento do metabolismo dos organismos.

A ligação entre proteínas e tanino, se dá através de pontes de hidrogênio, onde os grupos fenólicos dos taninos se ligam através dos sítios das proteínas, mas esta ligação só ocorre quando o peso molecular dos taninos, está entre os limites definidos de afinidade para cada proteína (MONTEIRO et al., 2005). Ainda segundo este autor, os taninos apresentam atividades tóxicas, o qual é decorrente da sua adstringência, e está relacionada ao seu maior peso molecular.

O nível de cálcio presente no mexilhão dourado (Tabela 6) foi de 30,55%, sendo superiores aos encontrados por Almeida et al. (2006), o qual observaram para a farinha de *L. fortunei* valores de 159,17 g/kg ou 15,91% de cálcio, entretanto Canzi (2011) observou valores médios de 27,27% e 28,70% de cálcio, respectivamente, para farinha de mexilhão integral e mexilhão valvas.

Tabela 6. Composição química e níveis de metais tóxicos do mexilhão dourado

Matéria Seca (%)	Cinzas (%)	Proteína Bruta (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)	Potássio (%)	Magnésio (%)
98,11	87,60	0,50	30,55	0,38	1,63	0,37
Zinco (mg g ⁻¹)	Manganês (mg g ⁻¹)	Ferro (mg g ⁻¹)	Cadmio (mg g ⁻¹)	Cromo (mg g ⁻¹)	Chumbo (mg g ⁻¹)	
79,00	311,00	1520,00	<0,005	<0,001	0,46	

A composição química do mexilhão dourado quando comparado a outras fontes semelhantes de cálcio, como é o caso da farinha de ostra, apresenta valores similares. Segundo Çath et al. (2012), avaliando a farinha de ostra observaram valores de 38,9% de cálcio, entretanto, estudo realizado por Saunders-Blades et al. (2009), observaram valores de 37,51% de cálcio, enquanto que Da Silva Fernandes e Peixoto (2000) relataram valores de 36,60% de cálcio.

De acordo com Canzi (2011), ao avaliar a utilização da farinha de mexilhão dourado para peixes, este observou na composição química do *Limoperna fortunei* valores de 12,95% de proteína bruta. Enquanto Almeida et al. (2006), relataram valores de 7,38% de proteína bruta no mexilhão dourado, sendo estes dois valores muito superiores aos encontrados neste experimento, o qual foi de 0,50% de proteína bruta. Ainda conforme o primeiro autor os níveis de cinzas foram de 80,53%, valores próximos daqueles encontrados neste estudo que foram de 87,60%, demonstrando que este molusco apresenta grande teores de minerais.

Observando outros valores para minerais, Canzi (2011) encontrou valores para potássio de 1,73%, próximo do valor de 1,63% observado neste estudo. Para os demais minerais estudados por este autor, houve uma grande discrepância, como visto para fósforo e zinco, o qual descreveu ter encontrados valores de 0,11 e 15 mg g⁻¹ respectivamente, enquanto que neste experimento foram observados valores de 0,38 e

79 mg g⁻¹, respectivamente para fósforo e zinco. Essa diferença nos valores dos minerais encontrados, provavelmente se deve ao ambiente que foram retirados esses moluscos.

A presença dos metais tóxicos cádmio e cromo, na farinha de mexilhão dourado apresentaram níveis dentro dos limites permitidos pela legislação vigente. A concentração de chumbo foi mais elevada de 0,46 mg g⁻¹, permanecendo dentro do máximo permitido que é de 2,00 mg g⁻¹. Apesar dos resultados encontrados estar dentro dos limites permitidos pela legislação, o efeito acumulativo dos metais tóxicos pode ser um problema, ao ser consumido em grandes quantidades.

Segundo estudo de Agustini e Mucelin (2009) observaram valores mais elevados de metais tóxicos em mexilhões dourados presentes no lago de Itaipu no município de São Miguel do Iguçu, porém a colheita foi realizada em uma região rochosa, onde há maior acúmulo de sedimentos.

As concentrações baixas de metais tóxicos no mexilhão dourado podem ser explicadas em função do local de colheita, o qual foi retirado de tanques redes, estando situados na superfície da coluna d'água. Segundo Ferreira et al. (2012) e Marengoni et al. (2013), as concentrações de metais nos sedimentos são maiores do que aquelas encontradas na coluna d'água. Contudo, para que essas partículas de metais tóxicos sejam disponibilizadas para organismos como o mexilhão dourado, algumas características podem facilitar esse processo como: tamanho das partículas, tipo de íon metálico, conteúdo orgânico e os níveis de concentração dos metais presentes na água.

Os resultados encontrados para *Coliformes* foi menor 0,4 NMP/g, encontram-se dentro dos níveis aceitáveis e não foi encontrado contaminação por *Samonella sp*, indicando que a farinha de mexilhão dourado não apresentou contaminação microbiológica estando dentro dos limites permitidos.

Alguns autores avaliaram a presença de outras possíveis contaminações microbiológicas no mexilhão dourado, encontrando valores para *enterobacterias* menores que 1,0 UFCg⁻¹ e para *bactérias mesófilas* de 2,4x10⁶ UFC g⁻¹. Entretanto, Almeida et al. (2006) observaram valores menores de 10 UFC g⁻¹ para *coliformes* à 45°C, e menores 10² UFC g⁻¹ para *Salmonella sp*, contudo, para *Staphylococcus aureus* não foi observada a presença deste microrganismo.

Os resultados de desempenho de 1 a 21 dias de idade não apresentaram interação ($P<0,05$) entre o uso de tanino e os níveis de substituição do mexilhão dourado (Tabela 7). A utilização de mexilhão dourado como fonte de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade pode ser realizada em até 100% de substituição ao calcário calcítico das rações sem afetar o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e a viabilidade.

Para o peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 7), não houve interação entre o nível de substituição da fonte de cálcio por mexilhão dourado e a inclusão de tanino nas dietas ($P>0,05$). Entretanto, a análise de variância indicou que de forma isolada, a adição de tanino diminuiu significativamente o peso final, ganho de peso e consumo de ração ($P<0,05$), e conseqüentemente a conversão alimentar piorou ($P<0,05$).

Tabela 7. Desempenho de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos rações com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado com ou sem adição de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	PF (g)		GP(g)		CR (g)		CA (g/g)	
	Tanino							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0	840,56	814,58	794,51	768,73	1149,12	1141,29	1,446	1,485
25	881,59	814,22	835,61	768,12	1205,30	1140,11	1,443	1,484
50	833,33	809,90	787,38	764,02	1131,71	1123,54	1,437	1,471
75	869,58	815,42	823,58	769,28	1180,50	1124,00	1,433	1,461
100	830,80	820,42	784,71	774,27	1135,82	1133,54	1,448	1,464
Média	851,17 ^a	814,91 ^b	805,16 ^a	768,87 ^b	1160,49 ^a	1132,50 ^b	1,442 ^a	1,473 ^b
Tanino	<0,001		<0,001		0,012		<0,001	
Mexilhão	0,140		0,141		0,091		0,211	
Interação	0,121		0,118		0,188		0,617	
CV (%)	3,210		3,392		3,276		1,304	

PF= Peso final; GP= Ganho de peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão alimentar;

^{a, b} medias seguidas de letras diferentes nas linhas diferiram entre si pelo teste F ($P<0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

O cálcio presente no mexilhão dourado apresenta as mesmas vantagens daquele presente no calcário calcítico, possivelmente isso se deve ao fato dos dois ingredientes serem formados semelhantemente pelo mesmo material, o carbonato de cálcio (CaCO_3). Embora Pinto et al. (2012) a biodisponibilidade dos minerais para os animais, varia de uma fonte mineral para outra. Conforme Reece (2006), o cálcio presente no carbonato de cálcio é mais prontamente disponível do que aquele presente nos cereais e no

calcário dolomítico, possuindo solubilidade maior e aumentando assim a capacidade de absorção. Variações na disponibilidade do cálcio estão ligadas em função da formação deste material, visto que o calcário calcítico possui cristais com camadas alternadas de íons de cálcio e carbonato (calcita), enquanto que os demais materiais apresentam cristais mais densos e menos solúveis (PINTO et al., 2012).

Segundo Melo e Moura (2009) maior solubilidade das fontes de cálcio, melhoram a biodisponibilidade e absorção intestinal do cálcio, e enfatiza ainda que as fontes deste mineral de origem orgânica como (farinhas de algas, conchas, ossos, casca de ovo) apresentam maior solubilidade em relação a fontes inorgânica (rochas), apesar das fontes rochosas serem as mais utilizadas na alimentação animal, por serem abundantes e de baixo custo como calcário e fosfato bicálcico.

Desta forma, o desempenho dos pintos na utilização do cálcio do mexilhão dourado neste experimento, mostra-se satisfatório, evidenciando que provavelmente as taxas de absorção do cálcio testadas foram suficientes para atender às exigências metabólicas das aves nesta fase. Essa hipótese se torna mais confiável e aceitável, em virtude de as aves possuírem a capacidade de regular o aproveitamento do cálcio para atender as necessidades fisiológicas (CLASSEN e SCOTT, 1982).

Outros fatores em estudo, como o consumo de ração, comprovam que o cálcio do mexilhão dourado estava de acordo com os níveis requeridos pelos animais, pois de acordo com Vargas et al. (2003) e Mello et al. (2012), uma dieta deficiente neste mineral causaria aumento na ingestão de alimento, ao passo que, o excesso poderia ocasionar uma redução, em função da baixa palatabilidade do cálcio, restringindo o consumo de ração.

Segundo Muniz et al. (2007), Driver et al. (2005) e Sá et al. (2004), o cálcio e o fósforo são elementos intimamente associados no organismo, e tem relação direta com a presença da vitamina D. Contudo, o excesso de cálcio no metabolismo pode prejudicar a absorção de outros minerais, como: ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio magnésio e manganês, estabelecendo como regra geral a relação de 2:1 de cálcio e fosforo respectivamente, durante a absorção, metabolismo e a excreção, destes minerais.

O uso de tanino de acácia em 250 g/ton de ração ocasionou uma redução no consumo de ração ($P < 0,05$), e conseqüentemente uma diminuição no peso ($P < 0,05$), e

provavelmente essa redução foi maior, em virtude dos efeitos do tanino na digestibilidade, o que provavelmente reduziu o ganho de peso e afetou negativamente a conversão alimentar ($P < 0,05$).

Dentre as causas que afetaram o desempenho das aves utilizando o tanino na dieta, podemos relatar: depressão na palatabilidade do alimento, na ingestão voluntária, na digestibilidade das proteínas, dos carboidratos, do amido e de lipídios, além da inibição de algumas enzimas presentes no trato gastrointestinal, dificultando a absorção dos nutrientes.

Os valores de índice Seedor e resistência óssea (kgf) de pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos fatores em estudo (Tabela 8). Esses resultados demonstram que a utilização do mexilhão dourado pode ser realizada em 100% de inclusão como fonte de cálcio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade sem afetar o desenvolvimento ósseo das aves.

Tabela 8. Índice Seedor e Resistência Óssea (kgf) de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	Índice Seedor		Resistência Óssea (kgf)	
	Tanino		Sem	Com
	Sem	Com		
0	54,60	50,67	12,70	12,99
25	53,27	49,77	12,63	12,60
50	51,75	54,55	13,16	13,74
75	49,98	48,08	13,49	12,61
100	52,02	49,97	14,72	14,32
Média	52,32	50,61	13,34	13,25
Tanino	0,100		0,863	
Mexilhão	0,109		0,159	
Interação	0,258		0,909	
CV (%)	10,005		19,352	

CV = coeficiente de variação.

Não foram observadas diferenças no índice seedor e resistência óssea, resultado que permite afirmar que mesmo utilizando o mexilhão dourado e tanino nas dietas, os ossos não sofreram problemas de calcificação, pois sabidamente, a principal reserva de cálcio no organismo está presente nos ossos, de acordo com Vargas et al. (2003), o cálcio dos ossos representam em torno de 98 a 99% do cálcio do organismo, e quando

as concentrações de cálcio no sangue diminuem, o metabolismo inicia a mobilização de cálcio dos ossos para aumentar os níveis de cálcio no sangue, e conseqüentemente quando os ossos perdem esse cálcio, entra em um estado de descalcificação, ficando mais frágeis, essa mobilização de cálcio é observado em poedeiras comerciais em início de produção, quando tem alta taxa inicial de postura, com exigência de cálcio altíssima.

Outras características podem demonstrar os sintomas de deficiência de cálcio nas aves, como o raquitismo, que possui como característica, juntas entumecidas e inchadas, alargamento das terminações ósseas e bicos emborrachados, caracterizado por má deposição de cálcio nessas estruturas (SÁ et al., 2004). Ainda segundo estes autores a osteomalacia é outro indicativo de deficiência de cálcio que pode comprometer o desenvolvimento das aves mais velhas. Porém, neste ensaio nenhum desses sintomas foram observados nas aves.

Para os resultados de fósforo, cálcio e cinzas nos ossos na fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 9), nota-se que a cinza na matéria natural apresentou interação entre os fatores estudados ($P < 0,05$). Realizando o desdobramento dos dados e avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente, foi possível observar que independentemente dos fatores estudados não houve um ajuste significativo dos modelos estudados.

Tabela 9. Níveis de fósforo, cálcio e cinzas na matéria natural e matéria seca em ossos de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	Fósforo MN(%)		Cálcio MN (%)		Cinza MN (%)	
	Tanino					
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0	2,27	2,30	17,79	17,90	44,94	46,35
25	2,28	2,28	18,00	18,26	47,08	45,94
50	2,28	2,29	18,13	18,27	46,81	46,30
75	2,29	2,26	19,14	18,38	46,81	47,79
100	2,24	2,27	17,67	18,16	46,29	48,00
Média	2,27	2,28	18,15	18,19	46,39	46,88
CV (%)	2,843		13,397		3,092	
Tanino	0,504		0,921		0,092	
Mexilhão	0,434		0,779		0,004	
Interação	0,621		0,943		0,007	

CV = coeficiente de variação (%).

Estes resultados demonstraram que a disponibilidade de cálcio e fósforo das fontes utilizadas nas rações não influenciou a deposição de cálcio, fósforo e cinzas na estruturação óssea das aves na fase inicial. A homeostase do cálcio é influenciada pela produção de paratormônio, calcitonina e hidrolase renal para ativação do colecalciferol, que atua na absorção intestinal e utilização metabólica (HURWITZ et al., 1995). De acordo com Macari et al. (2002), este mecanismo homeostático apresenta função importantíssima para evitar absorção excessiva ou toxidez de cálcio nas aves.

As concentrações de cálcio nos ossos sofrem processo dinâmico de mineralização, devido aos processos de remodelagem e renovação do cálcio plasmático. O balanceamento dos níveis de cálcio plasmático é fundamental, para que o cálcio possa ser absorvido e utilizado para o máximo crescimento das aves, ou seja, uma mineralização óssea satisfatória para o desenvolvimento estrutural dos animais. Para manter a concentração de cálcio no sangue quando esta diminui, o organismo rapidamente inicia o processo de mobilização do cálcio dos ossos para elevar os níveis de cálcio plasmático ao normal (VARGAS et al., 2003).

Nas análises realizadas, quanto à incidência de metais tóxicos (cadmio, cromo e chumbo) na carne de peito, ossos da tíbia e órgãos (fígado e rins), os mesmos não foram detectados, evidenciando que a contaminação por metais tóxicos nas rações (oriunda do mexilhão dourado) não foi suficiente para uma translocação para carne das aves, provavelmente isso se deve a baixa concentração destes metais no mexilhão dourado, proporcionando um resultado satisfatório para o consumo destas aves pelo consumidor final.

Conclusões

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de tanino como sequestrante de metais pesados em mexilhão dourado, afeta negativamente o desempenho do animal.

O mexilhão dourado pode ser utilizado como fonte de cálcio para pintos de corte de 01 a 21 dias.

Características morfométricas do intestino, parâmetros ósseos e contaminação de carcaça e órgãos não são afetadas pelo uso de mexilhão dourado contendo metais pesados.

Referências

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

ALMEIDA, H.C.; SUSZEK, A. P.C.; MENDONÇA, S. N. T. G. C. et al. Estudo do *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) como ingrediente na ração animal, através de características físico-químicas, microbiológicas e presença de mercúrio. **Higiene Alimentar**, v.20, p.61-65, 2006.

AUGUSTIN, M.A.B; MUCELIN, A.C. Análise microbiológica e de metais pesados em mexilhões dourados proveniente do lago de Itaipu em Santa Helena – PR. In: VI ENDITEC – **Encontro Nacional de Difusão Tecnológica**, 2009. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PR. 2009.

BARBOSA, F. J. V.; NASCIMENTO, M. P. S. B.; DINIZ, F. M. et al. Sistema Alternativo de Criação de Galinhas Caipiras. *Sistemas de Produção*, 4 ISSN 1678-8818. **Versão Eletrônica**. 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/SistemaAlternativoCriacaoGalinhaCaipira/Alimentosalternativos.htm>. Acesso: 21/07/2014.

BELLAVER, C.; LUDKE, J.V. **Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos**. Resumo da palestra apresentada ENIPEC- Encontro internacional dos negócios da pecuária. Cuiabá - MT, 2004.

- CANZI, C. **Avaliação da utilização do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker, 1857) na elaboração de farinha para alimentação da tilápia (*Oreochromis Niloticus* Linnaeus, 1758).** 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharias de Pesca) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.
- ÇATH, A. U.; BOZKURT, M.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; et al. Performance and egg quality of aged laying hens fed diets supplemented with meat and bone meal or oyster shell meal. **South African Journal of Animal Science**, v.42, n.1, p.74-82, 2012.
- CLASSEN, H.L.; SCOTT, T.A. Self selection of calcium during the rearing and early laying periods of White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.61, n.10, p.2065-2074, 1982.
- DA SILVA FERNANDES, A. L. e PEIXOTO, R. R. Avaliação de calcários dolomíticos como fontes de cálcio para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2260-2267, 2000.
- DARRIGRAN, G.; EZCURRA DE DRAGO, I. Invasion of the exotic freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. **The Nautilus**, v.114, n.2, p.69-73. 2000.
- DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.M. et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p.1629-1639, 2005.
- DUTRA, C. **Avaliação do potencial de actinomicetos no trabalho de efluentes de Indústrias que processam madeira.** 1997. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio de Janeiro.
- FERREIRA, A.P.; HORTA, M.A.P.; DA CUNHA, C.L.N. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.10, n.2, p.229-241, 2010.

- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ANDRADE, C. D.; et al. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1248-1257, 2005.
- GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para aves em duas idades. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.
- HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. **Journal of Biological Chemistry**, v.256, n.9, p.4494-4497, 1981.
- HURWITZ, S.; PLANK, I.; SHAPIRO, A.; et.al. Calcium metabolism and requirement of chickens are affected by growth. **Journal of Nutrition**, v. 125, n.10, p.2679-2686, 1995.
- KARATAYEV, A.Y.; BOLTOVSKOY, D.; PADILLA, D.K. et al. The invasive bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: parallels, contrasts, potential spread and invasion impacts. **The Journal of Shellfish Research**, v. 26, p. 205-213, 2007.
- LUNA, L.G. **Manual of the histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 3.ed. New York : McGraw Hill, 1968. 258p.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MAHMOOD, S.; SMITHARD, R. A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effects of tannins. **British journal of Nutrition**, v.70, n.03, p.701-709, 1993.
- MANSUR, M. C. D.; CARDOSO, F. R.; RIBEIRO, L.A. et al. Distribuição e consequências após cinco anos da invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae). **Biociências**. v. 12, p. 165-172, 2004a.

- MARENGONI, N.G.; KLOSOWSKI, E.S.; OLIVEIRA, K.P. et al. Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu binacional. **Química Nova**, v.36, n.3, p.359-363, 2013.
- MARTINEZ, F. L. **Taninos Vegetais e suas aplicações**. Universidade de Havana/Cuba. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 1996.
- MELLO, H. H. D. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Requirement of available phosphorus by female broiler chickens keeping the calcium: available phosphorus ratio at 2:1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.11, p.2329-2335, 2012.
- MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcárias na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.99-107, 2009.
- MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G. et al. Tannic acid and oxidised tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**, v.107, p.2113-2121, 1977.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p.892, 2005.
- MOYLE, J. R.; BURKE, J. M.; FANATICO, A.; et al. Palatability of tannin-rich sericea lespedeza fed to broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.21, n.4, p.891-896, 2012.
- MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J. et al. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Caatinga**, v.20, n.1, p.5-14, 2007.
- NUNES, R.V.; BUTERI, C. B.; NUNES, C. G. V.; et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p.235-266.
- NYAMAMBI, B.; NDLOVU, L. R.; NAIK, Y. S.; et al. Intestinal growth and function of broiler chicks fed sorghum based diets differing in condensed tannin levels. **South African Journal of Animal Science**, v.37, n.3, p.202-214, 2007.

- OLIVEIRA, M.D. Ocorrência e impactos do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) no Pantanal Mato-Grossense. **Embrapa, Circular Técnico**. n. 38, Corumbá, p. 6, 2003.
- PATELLA, L.; BOEGER, W. A. P.; TORRES, R. A. Diferenciação das larvas de *Limnoperna fortunei* e *Corbicula fluminea* utilizando técnicas de RFLP. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Brasília, 2004. **Anais...** Universidade de Brasília – df, 2004.
- PINTO, S.; BARROS, C.S.; SLOMP, M.N. et al. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Journal Scientia Agraria Paranaensis**. v.11, n.1, p.5-18. 2012.
- REECE, W. O. **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. Guanabara Koogan, 12 ed., Rio de Janeiro, 2006. p.926.
- RESENDE, M. F.; QUEIROZ, C. M.; MARTINEZ, C. B. Análise do fator de atrito e aumento da perda de carga em condutos forçados, operando sob condições de infestação pelo *Limnoperna fortunei*. Belo Horizonte - MG. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, **Anais...** São Paulo, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. p. 252.
- SÁ, L.M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F.T. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.157-168, 2004.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.
- SAUNDERS-BLADES, J.L.; MACISAAC, J.L.; KORVER, D.R. et al. The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. **Poultry Science**, v.88, p.338-353, 2009.

- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varala, 1997. 295p.
- SILVA, C. F.; LÔBO, K. M. S.; ATHAYDE, A. C. R.; et al. Avaliação da resposta hematológica dos animais tratados com *Typha domingensis* Pers. e *Operculina hamiltonii* sobre nematoides gastrintestinais de caprinos. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.35, n.3, p.568-574, 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006.235p.
- TORRES, K. A. A.; PIZAURO, J. M.; SOARES, C. P.; et al. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. **Poultry Science**, v.92, n.6, p.1564-1571, 2013.
- ULIANO-SILVA, M.; FERNANDES, F. C. F.; HOLANDA, et al. **Invasive species as a threat to biodiversity: The golden mussel *Limnoperna fortunei* approaching the Amazon River basin**. In: Alodi, S.. (Org.). Exploring Themes on Aquatic Toxicology. 1ed.Kerala: Research Signpost, 2013, p. 1-157.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1999. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análise Estatísticas e Genéticas). Viçosa. 59p.
- VARGAS, J. G. JR.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis Nutricionais de Cálcio e Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 0 a 6 Semanas de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.32, n.6, p.1919-1926, 2003.
- WELZ, B.; SPERLING, M.; **Atomic Absorption Spectrometry**, 3rd ed., Wiley-VCH: Weinheim, 1999. 941p.

Capítulo II - Mexilhão dourado na alimentação de frangos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais tóxicos.

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Abril de 2015. **Mexilhão dourado na alimentação de frangos de corte utilizando tanino como sequestrante de metais tóxicos.** Orientador: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos em rações de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações. Um primeiro ensaio foi realizado para avaliar o desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias, alimentados com tanino de acácia. Aos 21 dias foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, 648 frangos de corte, machos, Cobb 500 divididos em seis tratamentos e seis repetições, com 18 aves em cada unidade experimental. Os tratamentos eram formados por rações basais com níveis crescentes de tanino de acácia (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton^{-1} de tanino de acácia), onde o mesmo substituiu o material inerte da ração, sendo todas as dietas isonutritivas e isoenergéticas. Os resultados apontaram que o nível de 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia não foi prejudicial para ganho de peso, peso final e conversão alimentar, ao passo que, ao utilizar níveis acima de 500 g/ton^{-1} de tanino de acácia, esta causou queda nas variáveis estudadas, exceto para conversão alimentar onde foi observada diminuição a partir de 1000 gramas. Para as medidas morfométricas de vilo, cripta e relação vilo:cripta, não foram observadas diferenças estatística para essas variáveis. O rendimento de carcaça apresentou efeito linear decrescente com a inclusão de tanino de acácia, e uma diminuição na deposição de gordura, com aumento no tamanho do fígado. Para o segundo ensaio foi avaliado o desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias alojados em um delineamento inteiramente casualizado, com níveis crescente de substituição (0; 25; 50; 75; 100%) de farinha de mexilhão dourado pelo calcário calcítico da ração e ainda a suplementação ou não de tanino de acácia, com 5 repetições por tratamento. Nas dietas com a inclusão de tanino utilizou-se 250 g/ton^{-1} de tanino de acácia, o qual foi substituído pelo material inerte da ração, sendo todas as dietas isonutritivas e isoenergéticas. Aos 21 dias foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, 900 frangos de corte, machos, Cobb 500, com 18 aves em cada unidade experimental. Os dados encontrados para desempenho demonstram que a utilização do mexilhão dourado pode ser realizada em até 100% de substituição ao calcário calcítico das rações sem afetar as variáveis estudadas, porém a utilização de

250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia foi prejudicial para o desempenho dos frangos de corte. O desenvolvimento ósseo aos 42 dias, através da avaliação do índice Seedor apresentou interação entre os fatores, enquanto que a resistência óssea (kgf) não sofreu diferença estatística entre os níveis de substituição do mexilhão dourado, contudo, as dietas com tanino tiveram uma resistência menor. Para os resultados de fósforo, cálcio e cinzas nos ossos, apenas a cinza na matéria natural apresentou interação entre os fatores estudados, porém a adição de tanino proporcionou um aumento no fósforo na matéria natural dos ossos. Na avaliação de rendimento houve interação significativa para o rendimento de asas e pernas, e a adição de tanino afetou de negativamente o rendimento de carcaça e peso relativo dos rins. Os níveis de cálcio no sangue sofreram interação entre os níveis de substituição estudados.

Palavras-chave: alimento alternativo, calcário calcítico, cálcio, desempenho, estrutura óssea, morfometria intestinal

BAYERLE, DOUGLAS FERNANDO. Master Course in Animal Science. Paraná West State University, 2015, April. **Golden mussel in the feeding of broilers using tannin as scavenger of heavy metals.** Adviser: Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Abstract: This study aimed to evaluate the use of tannins as adsorbent of heavy metals in broiler chickens fed diets with different levels of inclusion of golden mussel flour to replace the limestone of the feed. A first assay was conducted to evaluate the performance of broilers from 21 to 42 days fed wattle tannin. At 21 days 648 Cobb-500 male broilers were distributed in a completely randomized design, divided into six treatments and six replicates of 18 birds in each experimental unit. The treatments were composed of basal diets with increasing levels of wattle tannin (0, 250, 500, 750, 1000, 1250 g/ton⁻¹ of wattle tannin), where it replaced the inert material of the feeding, and all the diets were isonutritives and isocaloric. The results showed that the level of 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin was not detrimental to weight gain, feed conversion and final weight, whereas levels above 500 g/ton⁻¹ of wattle tannin caused a decrease in the variables except for feed conversion, which presented a decrease from 1000 grams. For morphometric measurements of villi, crypt and villous: crypt, there were no statistical differences for these variables. The carcass yield showed a decreasing linear effect with the inclusion of wattle tannin, and a decrease in fat deposition, with increase in the size of the liver. In the second trial, the performance of broilers from 21 to 42 days was evaluated. For that, 900 Cobb-500 21-days-old male broilers were housed in a completely randomized design, with increasing levels of substitution (0, 25, 50, 75, 100%) of the golden mussel flour in replacement of limestone and also with supplement or not of wattle tannin (250 g/ton⁻¹ of wattle tannin) with 5 replicates per treatment and 18 birds in each experimental unit. In diets with the addition of tannin we used 250 g/ton⁻¹ of wattle tannin, which was replaced by inert material in the feeding, and all diets were isonutritive and isocaloric. The performance data showed that mussel can be used up to 100% in replacement to the limestone in the feeding without affecting the variables, but the use of 250 g / t of wattle tannin was detrimental to the performance of broilers. The bone development at 42 days, by evaluating the Seedor index, showed interaction between factors, while bone strength (kgf) has not statistical difference between the replacement levels in the golden mussel, however, tannin diets had a lower resistance. For phosphorus results, calcium and ash, just gray on fresh matter showed interaction between treatments, but the addition of tannin caused an increase in phosphorus in natural raw bones. In assessing yield significant interaction for yield

wings and legs, and the addition of tannin negatively affected the carcass yield and relative weight of kidneys. Calcium levels in the blood suffered interaction between the substitution levels studied.

Keywords: alternative food, bone structure, calcium, intestinal morphology, limestone, performance

Introdução

Dentre as atividades que impulsionam o setor agropecuário brasileiro, a avicultura de corte destaca-se, como observado na participação do agronegócio paranaense que atualmente ocupa a posição de maior exportador de carne do país. Essa grande expansão na cadeia produtiva da avicultura deve-se a modernização do setor e em especial por produzir e fornecer em curto espaço de tempo grande quantidade de proteína animal a baixo custo.

O crescimento também aconteceu na produção de rações. De acordo com o Sindirações (2014), estima-se que para o ano de 2014 sejam produzidas aproximadamente 31,3 milhões de toneladas de ração para avicultura de corte. Esse aumento na produção de rações culminou com crescimento da matéria prima utilizada neste seguimento, despertando o interesse dos nutricionistas a procurarem fontes alternativas para substituir os alimentos normalmente utilizados.

De acordo com Canzi (2011) organismos exóticos como o mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), apresentam grande capacidade de ser utilizado como alimento para os animais. O Processamento destes organismos gera a farinha de mexilhão dourado, a qual pode ser empregada em rações como fonte de cálcio, em decorrência da estrutura corporal da espécie ser constituída basicamente de carbonato de cálcio (CaCO_3), em sua formação corporal (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2000).

Devido ao seu hábito filtrador esta espécie tem a capacidade de armazenar em seu corpo, contaminantes como os metais tóxicos (OLIVEIRA, 2003; MARENGONI et al., 2013). Os metais tóxicos apresentam efeito acumulativo nos organismos, podendo causar graves problemas de saúde ao ser humano.

Segundo Martinez (1996) e Dutra (1997), os efeitos dos metais tóxicos presentes no mexilhão dourado podem ser amenizados através da atividade sequestrante dos

taninos, sendo esta uma prática interessante, pois pode diminuir a contaminação destes elementos tóxicos. Os taninos têm a capacidade de atuar como sequestrante de metais, devido a sua atividade de se ligar com proteínas e polímeros (NUNES et al., 2001).

Desta maneira a utilização destes organismos como alimento alternativo poderia ser uma prática interessante para se dar um destino correto e rentável à estas valvas de moluscos, as quais normalmente são oriundas da limpeza de usinas hidrelétrica, tanques-redes, tubulações de água e esgoto, e filtros e bombas de captação d'água. Isto faz com que haja grande impacto ambiental, em decorrência da falta de planejamento adequado para o descarte do montante gerado após o processo de limpeza destes organismos dos equipamentos e estruturas dispostas nos corpos d'água (RESENDE et al., 2007; ULIANO-SILVA et al., 2013).

Este experimento teve como objetivo avaliar a utilização de taninos como adsorvente de metais tóxicos em rações de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações.

Material e métodos

Foram realizados dois experimentos no Aviário da Fazenda Experimental e Núcleo de Estações Experimentais - Professor Doutor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, sendo autorizado pelo Comitê de ética na experimentação animal e aulas práticas da mesma instituição sob o protocolo n° 56/13, sendo aprovado e executado segundo os princípios éticos da experimentação animal.

Para realização do primeiro experimento foram alojados 648 frangos de corte, machos, com 21 dias de idade. De 1 a 21 dias de idade todas as aves receberam água e ração pré-inicial e inicial à vontade. Esta ração foi formulada de forma a atender a recomendações nutricionais de ROSTAGNO et al., 2011. Aos 21 dias de idade as aves foram pesadas individualmente e distribuídas, de acordo com o peso, nas unidades experimentais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Após pesagem estas foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos com seis repetições, totalizando 36 unidades experimentais, (1,35 m x 1,3

m = 1,76 m² cada unidade experimental), com 18 aves cada, com peso médio de 911,5 ± 3,9 gramas.

O aviário experimental possuía estrutura em alvenaria, cobertura em telha de barro, e cortinado como revestimento das paredes. As unidades experimentais dispõem de comedouros tubulares e bebedor nipple. O piso de concreto foi recoberto com maravalha de pinus nova. O controle da temperatura foi realizado utilizando ventiladores e nebulizadores, e manejo da cortina. O programa de iluminação foi de 24 horas de luz (luz natural e artificial).

A ração (Tabela 10) e a água foram fornecidas à vontade, sendo todas as rações isonutritivas e isoenergéticas, à base de milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências nutricionais das aves de 21 a 42 dias de idade (ROSTAGNO et al., 2011). A distribuição dos tratamentos foi realizada com níveis crescentes de tanino de acácia (72% ácido tânico), onde o mesmo substitui o material inerte (Areia lavada) presente nas rações, sendo: Trat. 1 – ração basal sem tanino de acácia; Trat. 2 – ração basal com 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia; Trat. 3 – ração basal com 500 g/ton⁻¹ de tanino de acácia; Trat. 4 – ração basal com 750 g/ton⁻¹ de tanino de acácia; Trat. 5 – ração basal com 1000 g/ton⁻¹ de tanino de acácia; Trat. 6 – ração basal com 1250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia.

As variáveis ambientais foram observadas duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde, sendo registrados os pontos de máxima e mínima, utilizando de termo-higrômetro digital instalado à altura das aves. Durante o período experimental a temperatura média variou entre 20,81°C e 24,69°C e a umidade relativa do ar de 50,72% a 72,00%.

Quando houve mortalidade durante o período experimental, as aves mortas foram retiradas das unidades experimentais e o consumo de ração foi registrado para realização das correções no consumo e conversão alimentar de acordo com Sakomura e Rostagno (2007). Aos 42 dias de idade, todas as aves e a ração foram pesadas para a determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Tabela 10. Composição centesimal e calculada da ração crescimento

Ingredientes (%)	Crescimento (21 a 42 dias)
Milho grão	57,68
Farelo de soja	32,99
Óleo de soja degomado	4,500
Fosfato monocálcico	0,965
Calcário calcítico	0,957
Sal comum	0,396
DL-metionina 99%	0,303
L-lisina 78%	0,282
L-treonina 99%	0,132
Premix vitamínico ¹	0,100
Premix mineral ²	0,050
Cloreto colina 60%	0,060
Antioxidante ³	0,020
Coxistac ⁴	0,060
Stafac 500 ⁵	0,005
Inerte/Tanino	1,500
Total	100,00
Composição calculada	
EM (kcal/kg)	3.150
Proteína bruta (%)	19,86
Lisina digestível (%)	1,131
Met+Cist digestível (%)	0,826
Treonina digestível (%)	0,735
Cálcio (%)	0,758
Fósforo disponível (%)	0,354
Sódio (%)	0,195

¹ROVIMIX, PremixVitamínico para aves. Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A(min) 9000000,00 UI, Vit. D₃(min) 2500000,00 UI, Vit. E(min)20000,00 UI, Vit. K₃(min)2500,00 mg, Vit. B₁(min)1500,00 mg, Vit. B₂(min) 6000,00 mg, Vit. B₆(min) 3000,00 mg, Vit. 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g Niacina (min) 25g. Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Selênio(min) 250,0 mg;

²ROLIGOMIX - Premix Mineral para aves. Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 2000,00 m, Zinco (min) 100g;

³BHT;

⁴Salinomicina 12%;

⁵Virginamicina.

Aos 42 dias de idade duas aves por unidade experimental ($\pm 5\%$ do peso vivo da UE), foram abatidas por meio de deslocamento cervical e posterior sangria para determinação do rendimento de carcaça, rendimento de cortes (peito, coxa, sobre coxa e asa) e determinado o peso relativo da gordura abdominal e fígado. Foi considerada gordura abdominal, aquela presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, da moela, do proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes. Para avaliação histopatológica do duodeno, foram coletados 4 cm da porção distal do duodeno para análise morfométrica, utilizando de microscopia de luz. As porções do duodeno foram abertas longitudinalmente, lavadas com solução fisiológica, estendidas pela túnica serosa e

fixadas em solução de formaldeído a (10%) por 24 horas, em seguida armazenados em álcool (70%), sendo que na sequência as amostras foram desidratadas em uma série de concentrações crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e mergulhadas em parafina para o preparo dos cortes histológicos (LUNA, 1968). Em cada lâmina foram colocados três cortes semi-seriados com sete micrômetros de espessura, de cada animal. Os cortes destinados à morfometria foram corados com a técnica da hematoxilina-eosina de Harris.

A captura de imagens das lâminas foi realizada por microscópio óptico Leica com sistema de captura de imagem (Image Manager-IM50). As medidas de vilos e criptas foram mensuradas por meio do software Motic Image Plus 2.0 com objetiva de 4x, onde foram realizadas 10 leituras de cada medida. As medidas de altura das vilosidades foram tomadas a partir da região basal, que coincide com a porção superior das criptas até o ápice, e a profundidade de criptas, da base até a região de transição cripta:vilo. A partir dos valores obteve-se a média para: altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta.

Como procedimento estatístico para avaliar efeito da utilização de tanino de acácia em todas as variáveis estudadas foi realizada análise de variância, seguida do teste de Dunnett utilizando a ração basal como testemunha. Posteriormente foi realizada análise de regressão polinomial para avaliar o efeito dos níveis crescentes de tanino de acácia. Para realização dos procedimentos estatísticos foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1999).

No segundo experimento foram utilizados 900 frangos de corte, machos, com 21 dias de idade. De 1 a 21 dias de idade todas as aves receberam água e ração pré-inicial e inicial *ad libitum*, sendo a mesma formulada para atender as exigências das aves de 1 a 21 dias de idade (ROSTAGNO et al., 2011). Aos 21 dias de idade as aves foram pesadas individualmente e distribuídas, de acordo com o peso, nas unidades experimentais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

As aves foram distribuídas em 50 unidades experimentais (1,35 m x 1,3 m = 1,76 m² cada unidade experimental), com 18 aves cada, com peso médio de 959,67 ± 3,66 gramas, alojados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em

esquema fatorial 2 x 5 sendo um dos fatores a suplementação ou não de tanino de acácia (ácido tânico), e o outro fator níveis crescente de substituição (0; 25; 50; 75; 100%) de calcário calcítico pela farinha de mexilhão dourado da ração, totalizando 10 tratamentos com cinco repetições cada.

As condições de manejo e instalações para o conforto das aves estavam dentro do recomendado para linhagem e foram semelhantes ao experimento anterior. Da mesma forma ocorreu com o fornecimento de água e ração, sendo que as rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011) para fase de 21 a 42 dias de idade (Tabela 11). Também se utilizou a quantidade de 250 g/ton⁻¹ de tanino de acácia (substituído pelo material inerte da ração), o qual foi determinado em ensaio anterior.

Durante o período experimental as aves mortas e refugos, foram retirados e o consumo de ração foi registrado para realização das correções no consumo e na conversão alimentar segundo Sakomura e Rostagno (2007). Aos 42 dias de idade, todas as aves e a ração foram pesadas para a determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

O mexilhão dourado foi adquirido no reservatório da Itaipu Binacional, no Centro de Desenvolvimento de Pesquisa para a Piscicultura em Tanques-redes, localizado no Refúgio Biológico do município de Santa Helena - PR. Para a obtenção do mesmo, foi realizada a extração dos moluscos que ficção nos tanques-redes. Em seguida foram expostos ao sol para secagem, e após apresentar uma umidade em torno de 12% foram ensacados e armazenados na Fábrica de Ração, no Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon.

O mexilhão dourado foi moído em moinho tipo martelo (em peneira de quatro milímetros) e amostras da farinha obtida foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal, para análises de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral de acordo com Silva & Queiros (2006). No Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, foram realizadas ainda as análises químicas para a quantificação dos metais tóxicos, cromo (Cr), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), sendo utilizada a digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ e SPERLING, 1999), a

mesma metodologia foi utilizada para a quantificação do cálcio (Ca). Para determinação do fósforo (P) esta foi realizada utilizando a espectrometria de ultravioleta visível (UV-VISÍVEL).

Tabela 11. Composição centesimal e calculada das rações experimentais de 21 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Nível de inclusão do mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico (%)				
	0	25	50	75	100
Milho grão	59,26	59,16	59,05	58,95	58,85
Farelo de Soja	32,02	32,04	32,06	32,07	32,08
Óleo soja degomado	4,900	4,935	4,971	5,008	5,043
Fosfato bicálcico	1,341	1,341	1,341	1,341	1,341
Calcário calcítico	0,888	0,666	0,444	0,222	0,000
Mexilhão dourado	0,000	0,274	0,548	0,822	1,096
Sal comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina 99%	0,281	0,285	0,285	0,286	0,286
L-lisina.HCl 78%	0,241	0,244	0,244	0,244	0,243
L-treonina 99%	0,103	0,109	0,109	0,109	0,110
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto colina 60%	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Coxistac ³	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Antioxidante ⁴	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Stafac 500 ⁵	0,000	0,005	0,005	0,005	0,005
Inerte (areia lavada)	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Em. metab. (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46
Lisina digestível (%)	1,131	1,131	1,131	0,131	0,131
Met+Cist digestível (%)	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Treonina digestível (%)	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Valina digestível (%)	0,795	0,795	0,795	0,795	0,795
Cálcio (%)	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível (%)	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Sódio (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177

¹ROVIMIX, Premix Vitamínico para aves. Níveis de Garantia por Quilograma produto: Vit. A(min) 9000000,00 UI, Vit. D₃(min) 2500000,00 UI, Vit. E(min)20000,00 UI, Vit. K₃(min)2500,00 mg, Vit. B₁(min)1500,00 mg, Vit. B₂(min) 6000,00 mg, Vit. B₆(min) 3000,00 mg, Vit. 12000,000 mg. Ácido Pantotênico (min) 12 g Niacina (min) 25g. Ácido Fólico(min) 800,00 mg, Selênio(min) 250,0 mg;

²ROLIGOMIX - Premix Mineral para aves. Níveis de Garantia por Quilograma do Produto: Cobre (min) 20g, Ferro (min) 100g, Manganês (min) 2000,00 m, Zinco (min) 100g;

³Salinomicina 12%;

⁴BHT;

⁵Virginamicina.

Para avaliação das variáveis ambientais foram utilizados termohigrometros digitais, com procedimento semelhante ao descrito no experimento anterior. Durante o período experimental a temperatura média variou entre 17,07°C e 21,29°C e a umidade relativa do ar variou de 59,93% a 74,09%.

Para avaliação do rendimento de carcaça e cortes aos 42 dias de idade, foram utilizadas duas aves por unidade experimental ($\pm 5\%$ do peso vivo da UE), as quais foram abatidas por meio de deslocamento cervical e posterior sangria, para determinação do rendimento de carcaça, rendimento de cortes (peito, coxa, sobre coxa e asa) e determinação do peso relativo da gordura abdominal, fígado e rins. Foi considerada gordura abdominal, aquela presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, da moela, do proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes.

Após o abate e colheita do material, este foi identificado e armazenado a -20°C em freezer, para posterior análise. A coxa e o peito foram desossados para obtenção da tíbia e da carne de peito, respectivamente. A tíbia esquerda foi pesada e os comprimentos medidos com auxílio de paquímetro digital, utilizando do peso do osso e seu comprimento foi calculado o Índice de Seedor, o qual é um indicativo da densidade óssea. Para determinar a resistência óssea foi utilizado o equipamento analisador de Textura CT3 da Brookfield, com uma base que apoia as regiões das epífises ósseas, e a aplicação da força de 5mm/s com carga de 200 kgf se deu na região central do osso (diáfise) e os valores foram expressos em quilograma de força (kgf).

Os órgãos (fígado e rins), carne de peito, e a tíbia direita foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, moídas em moinho tipo bola e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Química Ambiental e Instrumental onde foram realizadas as análises químicas para a quantificação dos metais tóxicos, cromo (Cr), cádmio (Cd) e chumbo (Pb), sendo utilizada a digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ e SPERLING, 1999).

Ainda no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental foram analisados os teores de cálcio e fósforo presentes na tíbia, utilizou-se para o cálcio (Ca), a metodologia da digestão nitroperclórica (AOAC, 2005) e determinações por técnicas de espectrometria de absorção atômica modalidade chama (EAA-chama) (WELZ e

SPERLING, 1999), enquanto que para o fósforo (P) a determinação foi realizada por espectrometria de ultravioleta visível (UV-VISÍVEL). Para determinação da matéria seca e matéria mineral as amostras foram encaminhadas ao laboratório de Nutrição Animal seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiros (2006).

Foi realizada também a colheita de sangue nos frangos aos 42 dias de idade através da veia ulnar cutânea, sendo coletado de 2 a 3 ml de sangue/ave utilizando tubo de coleta de sangue a vácuo. Após homogeneização e posterior coagulação, o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm por 10 minutos, para separação do soro, o qual foi identificado e armazenado em tubo de polipropileno tipo eppendorf. Na sequência foram realizadas as análises de cálcio no soro sanguíneo, utilizando o analisador bioquímico automático Selectra ProM da Elitech.

Os resultados de desempenho, presença de metais tóxicos, características ósseas (resistência óssea e índice de Seedor) foram avaliados por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV, 1999). Foi realizada análise de variância, para verificar os efeitos dos níveis de substituição do calcário calcítico pela farinha de mexilhão dourado, foi utilizada regressão polinomial ao nível de 5% de significância e para avaliar o efeito do tanino de acácia foi aplicado o teste F, ao nível de 5% de significância.

Resultado e discussão

A utilização de 250 g/tanino de acácia por tonelada de ração não resultou em alterações no consumo de ração, peso final e ganho de peso das aves quando comparadas com a ração controle (Tabela 12). A inclusão acima desta quantidade afetou negativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves, entretanto, a inclusão de até 750 gramas de tanino de acácia não influenciou a CA, quando comparada com a ração controle, após a realização do teste de Dunnett. Enquanto que para conversão alimentar houve uma piora ($P < 0,05$) com a inclusão acima de 1000 gramas/tonelada.

Avaliando os níveis de inclusão de tanino de acácia, houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o consumo de ração, peso e ganho de peso de 21 a 42 dias de idade e a conversão alimentar apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$). Estes resultados indicam que a utilização de tanino de acácia depreciam o crescimento das aves e que este efeito torna-se mais acentuado a partir da inclusão de 500 g/ton⁻¹.

Tabela 12. Desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino

Tanino (g/ton)	CR (g)	PF (g)	GP (g)	CA (g/g)
0	3223,08a	2822,69a	1907,31a	1,690a
250	3281,86a	2860,00a	1947,05a	1,686a
500	3049,98b	2709,38b	1799,12b	1,696a
750	2998,07b	2679,65b	1769,52b	1,694a
1000	2827,89b	2529,23b	1621,28b	1,744b
1250	2551,65b	2376,06b	1463,88b	1,743b
DMS	92,80	63,06	62,52	0,032
CV (%)	2,308	1,760	2,654	1,386
Probabilidade				
Linear	0,000	0,000	0,000	0,001
Quadrática	0,052	0,087	0,065	0,443
Equações de Regressão				R ²
CR	3446,64 – 0,673006 X			0,90
PF	2975,27- 0,459209 X			0,91
GP	2063,42 – 0,457671 X			0,91
CA	1,66380 + 0,0000653057 X			0,46

CR= Consumo de ração; PF= Peso final; GP= Ganho de peso; CA= Conversão alimentar;

^{a,b,c} Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem do tratamento controle ao nível de 5% de significância;

CV= Coeficiente de variação (%).

Essa queda no desempenho das aves está relacionada aos taninos condensados, pois estes causam redução no crescimento devido a sua toxicidade, o qual pode reduzir a retenção de nitrogênio e o uso dos aminoácidos pelo organismo, devido à redução da digestibilidade da proteína. Essas afirmações corroboram com os trabalhos realizados por Nyamambi et al. (2007), Moyle et al. (2012) ao utilizarem dietas contendo tanino, observaram diminuição no peso das aves e aumento no consumo de ração com piora na conversão alimentar das aves.

O rendimento de carcaça e de sobrecoxa apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para a inclusão de tanino de acácia (Tabela 13). Provavelmente o menor desempenho das aves observado a campo refletiu-o no rendimento de carcaça, pois quanto maior o peso das aves ao abate melhor é o rendimento de carcaça (MEDONÇA JUNIOR et al., 1975).

Os dados de rendimento de carcaça corroboram com Garcia et al. (2005), os quais observaram uma diminuição no peso da carcaça de aves alimentadas com sorgo de alto tanino em relação ao sorgo de baixo tanino, entretanto não houve diferença significativa para os demais cortes da carcaça. Resultados contraditórios foram observados por Torres et al. (2013), demonstrando que o rendimento de carcaça e cortes

de frangos de corte com 42 dias de idade não apresentaram diferença significativas entre os tratamentos com 0; 50; 100 % de substituição do milho pelo sorgo de baixo tanino. Contudo, Fernandes et al. (2008) e Carolino et al. (2014) também constataram que a utilização de grão de sorgo inteiro ou moído com tanino não influenciou o rendimento de carcaça.

Tabela 13. Rendimento de carcaça, peito, coxa, sobrecoxa, asas, e peso relativo da gordura e fígado, de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade

Tanino (g/ton)	Carcaça (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobre (%)	Asa (%)	Gordura (%)	Fígado (%)
0	71,60	38,19	13,86	15,00	10,22	2,35a	2,52
250	71,27	39,08	13,76	15,38	10,29	1,93a	2,29
500	71,47	38,40	13,85	15,20	10,32	1,63b	2,50
750	70,48	37,82	14,15	15,33	10,70	1,86a	2,71
1000	70,70	38,45	13,75	14,97	10,24	1,59b	2,68
1250	70,19	38,36	14,17	14,59	10,66	1,03b	2,58
DMS						0,618	0,269
CV (%)	1,953	5,306	4,824	4,807	4,913	38,420	11,368
Probabilidade							
Linear	0,027	0,466	0,262	0,008	0,149	0,003	0,009
Quadrática	0,885	0,291	0,939	0,249	0,885	0,150	0,012
Equação							R^2
Carcaça	$71,7059 - 0,00117773 X$						0,75
Sobrecoxa	$15,6379 - 0,00072790 X$						0,78
Gordura abdominal	$2,15850 - 0,000735868 X$						0,67
Fígado	$1,90311 + 0,001756 X - 0,0000009709 X^2$						0,98

* Diferem do tratamento controle ao nível de 5% de significância.

CV= Coeficiente de variação (%).

A utilização de tanino de acácia proporcionou menor deposição de gordura abdominal nas aves abatidas aos 42 dias de idade, apresentando efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Provavelmente esta menor deposição esteja relacionada com a aglutinação do tanino aos nutrientes da dieta, o que ocasionou piora no desempenho e conseqüentemente carcaças mais magras. Segundo Rostagno (1977) os frangos de corte alimentados com dietas contendo tanino, apresentaram menores valores nos teores de gordura da carcaça.

A utilização de tanino de acácia proporcionou efeito e quadrático ($P < 0,05$) no peso relativo do fígado aos 42 dias de idade, entretanto foi observado melhor ajuste dos dados pela equação quadrática com o maior peso deste órgão observado com a inclusão de $896,75 \text{ g/ton}^{-1}$ de tanino.

A queda no desempenho das aves pode estar relacionada, contudo com fatores endócrinos como hipertrofia do pâncreas e do fígado, alterando a produção e os níveis de tripsinogênio alfa-amilase no pâncreas, e influenciando posteriormente à atuação da tripsina e da alfa-amilase no duodeno e jejuno (MAHMOOD e SMITHARD, 1993).

Moyle et al. (2012) observaram que ao utilizar 20 % de sericea lespedeza, uma gramínea rica em tanino, o peso relativo do fígado aumentou em relação à dieta controle. O fígado pode ser afetado em função do efeito tóxico que o tanino propicia, uma vez que é responsável por fatores de coagulação, e ainda por ser fonte primária de vários metabolitos sorológicos dentre eles a ureia, albumina e a glicose (SILVA et al., 2011).

Os cortes histopatológicos do duodeno aos 42 dias de idade não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) nas medidas de altura de vilos e profundidade de cripta para a região duodenal, bem como a utilização de tanino não influenciou a e relação vilo:cripta para este mesmo segmento (Tabela 14).

A utilização de tanino em dietas para frangos de corte, em geral compromete o desempenho das aves, em decorrência da capacidade de absorção do trato gastrointestinal ser prejudicado por essa substância. Essa diminuição no crescimento pode estar relacionada também a alterações na superfície da mucosa, como, erosões e necroses na mucosa gastroduodenal (MITJAVILA et al., 1977).

Tabela 14. Medidas morfométricas de vilo, cripta e relação vilo:cripta do duodeno em frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de inclusão de tanino

Tanino (g/ton)	Vilo (μm)	Cripta (μm)	Vilo: Cripta
0	1322,74	120,32	11,58
250	1438,78	115,88	12,54
500	1523,68	119,29	13,26
750	1351,85	128,05	11,09
1000	1453,10	134,52	11,29
1250	1343,42	121,37	11,41
CV (%)	12,267	24,483	22,398
Linear	0,238	0,404	0,195
Quadrática	0,654	0,446	0,762

CV= Coeficiente de variação (%).

Resultados semelhantes foram observados por Garcia et al. (2005), os quais não observaram efeito significativo na substituição do milho pelo sorgo de alto tanino ou baixo tanino sobre o comprimento do duodeno, jejuno, íleo. Torres et al. (2013) também

não encontraram diferença significativa ao avaliarem o crescimento celular da cripta do duodeno, altura de vilosidade e profundidade de cripta, em frangos de corte submetidos a dietas contendo 0; 50; 100% de sorgo com baixo tanino em substituição ao milho. De acordo com esses autores, apesar de não observarem diminuição no desempenho das aves os frangos alimentados com dietas contendo sorgo, os animais apresentam alterações significativas na mucosa intestinal, com um maior índice mitótico e perdas do epitélio. Contudo, observaram que aminopeptidase no jejuno teve uma atividade reduzida, sendo esta enzima responsável por quase toda atividade da peptidase na borda da escova do jejuno e íleo.

A digestão e absorção dos nutrientes acontece partir do lúmen intestinal, sendo importante manter a integridade da membrana e das enzimas epiteliais, para que digestão e absorção de nutrientes possa ser realizada corretamente, pois alterações na mucosa intestinal dificultaria a absorção dos nutrientes. Segundo Nunes et al. (2001), os taninos condensados podem diminuir a absorção de nutrientes através da parede intestinal, isso ocorre devido a fenômenos metabólicos que inibem a atuação de enzimas presentes no sistema digestivo. Nyamambi et al. (2007) observaram também que a altura das vilosidades e profundidade das criptas intestinais do duodeno, foram reduzidas com aumento dos níveis de tanino na dieta.

Vários efeitos negativos que os taninos proporcionam, estão relacionados com a inibição da atividade enzimática, em função da capacidade destes se ligarem, coagularem e precipitarem proteínas, gelatinas e alcalóides e incluindo algumas enzimas digestivas. Porém, de acordo com estes autores, são encontrados alguns benefícios na utilização do tanino com efeitos antimicrobianos e antifúngicos. Contudo, há suspeitas que estes efeitos possam estar relacionados com a inibição de enzimas no trato gastrintestinal, alterações no metabolismo celular, e complexação com íons metálicos, compostos estes que atuam com fonte para o desenvolvimento e crescimento do metabolismo dos organismos (HAGERMAN e BUTLER., 1981; NUNES et al., 2001 e SILVA et al., 2011).

A ligação entre proteínas e tanino, se dá através de pontes de hidrogênio, onde os grupos fenólicos dos taninos se ligam através dos sítios das proteínas. Esta ligação só ocorre quando o peso molecular dos taninos, está entre os limites definidos de afinidade para cada proteína (MONTEIRO et al., 2005). Ainda segundo estes autores, os taninos

apresentam atividades tóxicas, o qual é decorrente da sua adstringência, e está relacionada ao seu maior peso molecular.

O consumo de ração de 21 a 42 dias de idade apresentou interação ($P < 0,05$) entre os fatores estudados (Tabela 15). Foi possível observar que independentemente dos fatores estudados não houve um ajuste significativo dos modelos, quando realizando o desdobrando da interação e avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente.

Tabela 15. Desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	PF(g)		GP(g)		CR (g)		CA (g/g)	
	Tanino							
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0	2996,11	3009,80	2036,11	2050,92	3547,67	3581,51	1,743	1,746
25	3052,88	3002,39	2089,54	2044,61	3613,08	3492,46	1,729	1,708
50	3033,89	3007,48	2072,78	2051,37	3570,22	3531,90	1,723	1,722
75	3073,56	3004,44	2111,90	2045,00	3652,25	3473,44	1,729	1,699
100	3022,22	3000,00	2060,56	2043,33	3567,22	3537,56	1,731	1,732
Média	3055,73 ^a	3004,82 ^b	2074,18 ^a	2047,05 ^b	3590,09	3523,37	1,731	1,721
Tanino	0,014		0,031		0,001		0,183	
Mexilhão	0,377		0,419		0,985		0,073	
Interação	0,269		0,289		0,009		0,492	
CV (%)	1,412		2,076		1,874		1,446	

PF= Peso final; GP= Ganho de peso; CR= Consumo de ração; CA= Conversão alimentar;

^{a, b} medias seguidas de letras diferentes nas linhas diferiram entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

O cálcio presente no mexilhão dourado apresenta as mesmas vantagens daquele presente no calcário calcítico, possivelmente isso se deve ao fato dos dois ingredientes serem formados semelhantemente pelo mesmo material, o carbonato de cálcio (CaCO_3), Conforme destacado por Pinto et al. (2012), há uma grande variação entre as fontes minerais utilizadas na alimentação dos animais, alterando desta forma a biodisponibilidade destes minerais para as aves. Segundo Reece (2006), o cálcio presente no carbonato de cálcio, apresenta solubilidade maior, ou seja, as suas partículas são mais prontamente disponíveis do que aquele presente nos cereais, aumentando assim a capacidade de absorção. Contudo, a formação inicial do material vai definir se a disponibilidade do cálcio vai ser maior ou menor, sabendo que o calcário calcítico possui cristais com camadas alternadas de íons de cálcio e carbonato (calcita), enquanto

que os demais materiais apresentam cristais mais densos e menos solúveis (PINTO et al., 2012).

É interesse que as fontes de cálcio possuam grande solubilidade, pois quanto maior, melhor a biodisponibilidade e absorção intestinal do cálcio (MELO e MOURA, 2009). Os autores ressaltam ainda, que as fontes minerais de origem orgânica como (farinhas de algas, conchas, ossos, casca de ovo) apresentam uma maior solubilidade em relação às fontes inorgânicas (rochas). Entretanto, apesar destas fontes serem menos solúveis, elas apresentam baixo custo e são encontradas abundantemente, por este fato são utilizadas com frequência na alimentação animal, como é o caso do calcário calcítico.

Vieites et al., (2011) descrevem que as aves possuem a capacidade de regular o conteúdo de cálcio presente no organismo para atender as necessidades fisiológicas, informações estas que podem explicar o motivo pelo qual o desempenho dos frangos de corte mostra-se satisfatório na utilização do cálcio do mexilhão dourado neste experimento, evidenciando que provavelmente as taxas de absorção do cálcio testadas foram suficientes para atender às exigências metabólicas das aves nesta fase.

Avaliando o consumo de ração, observa-se neste trabalho que o cálcio do mexilhão dourado estava de acordo com os níveis requeridos pelos animais, pois dieta deficiente deste mineral causaria aumento na ingestão de alimento, enquanto que o excesso poderia ocasionar redução, em função da baixa palatabilidade do cálcio, diminuindo o consumo de ração (VARGAS et al., 2003; MELLO et al., 2012).

O cálcio e o fósforo são elementos intimamente associados no organismo estabelecendo como regra geral a relação de 2:1 de cálcio e fósforo respectivamente, durante a absorção, metabolismo e a excreção, destes minerais, e tem relação direta com a presença da vitamina D (MUNIZ et al., 2007; DRIVER et al., 2005 e SÁ et al., 2004). Entretanto, efeitos antagônicos podem ser observados quando há excesso de cálcio no intestino, prejudicando a absorção de alguns minerais como: ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio magnésio e manganês.

O ganho de peso e o peso final dos 21 aos 42 dias de idade não sofreram influência da utilização do mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico das rações, entretanto a utilização de tanino de acácia na quantidade de 250 g/ton⁻¹

influenciou de forma negativa ambas as variáveis. Os resultados de conversão alimentar de 21 a 42 dias de idade não foram influenciados pelos tratamentos utilizados neste trabalho.

O desempenho das aves pode ser afetado utilizando o tanino na dieta, alguns indicativos comprovam isso como: diminuição na palatabilidade do alimento e na ingestão voluntária, depressão na digestibilidade da proteína, carboidratos, amido e lipídeos, e principalmente inibição de algumas enzimas presentes no trato digestório, dificultando a absorção dos nutrientes (SILVA et al., 2009).

Os resultados para Índice de Seedor apresentaram interação entre os fatores tanino e mexilhão dourado (Tabela 16). Realizando o desdobrando da interação e avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente, foi possível observar que os resultados apresentaram efeito linear decrescente para o fator sem tanino ($I_{Seedor} = 173,17 - 0,113925X$; $R^2 = 0,60$) e quando os resultados foram avaliados no fator tanino o ajuste foi linear crescente, de acordo com a equação, $I_{Seedor} = 158,736 + 0,196558X$ ($R^2 = 0,83$).

Tabela 16. Índice Seedor e resistência óssea (kgf) de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	Índice Seedor		Resistência Óssea (kgf)	
	Tanino		Sem	Com
	Sem	Com		
0	174,88	157,74	37,36	29,83
25	170,74	166,72	36,74	32,72
50	166,09	168,61	35,45	33,58
75	159,29	168,13	37,29	31,00
100	166,37	181,60	35,25	34,32
Média	167,47	168,56	36,42 ^a	32,29 ^b
CV (%)	9,416		18,280	
Tanino	0,730		0,001	
Mexilhão	0,334		0,468	
Interação	0,019		0,411	
		Equações	R^2	
Índice Seedor	Sem	$173,17 - 0,113925X$		0,60
	Com	$158,736 + 0,196558X$		0,83

^{a, b} médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferiram entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

Os resultados de resistência óssea não foram influenciados pelos fatores em estudo, sendo que neste caso a utilização da farinha de mexilhão dourado pode substituir 100% o calcário calcítico das rações sem afetar a qualidade óssea das aves (Tabela 20).

O cálcio está presente principalmente nos ossos, o qual representa de 98 a 99% de todo o cálcio encontrado organismo (VARGAS et al., 2003). Esta afirmação justifica o fato de não observamos diferença estatística no índice seedor e resistência óssea, resultado que permite afirmar que mesmo utilizando o mexilhão dourado e tanino nas dietas, os ossos não sofreram problemas de calcificação, pois neste estado ocorre a mobilização de cálcio presente na estrutura óssea, em função das concentrações de cálcio disponíveis na corrente sanguínea não suportar a exigência demandada pelo organismo, essa situação pode comprometer a estrutura óssea, deixando os ossos frágeis e descalcificando-os.

Problemas de descalcificação ou sintomas de deficiência de cálcio na estruturação óssea podem levar as aves a problemas como o raquitismo, que possui como característica, juntas entumecidas e inchadas, alargamento das terminações ósseas e bicos emborrachados, caracterizado por má deposição de cálcio nessas estruturas (SÁ et al., 2004). De acordo com este autor, outras doenças como a osteomalacia são um indicativo de deficiência de cálcio que pode comprometer o desenvolvimento das aves mais velhas. Entretanto, não foram observadas nos frangos de corte no decorrer do experimento sintomas relacionados com a deficiência de cálcio.

Com relação aos dados obtidos aos 42 dias de idade (Tabela 17) foi verificada interação significativa para o rendimento de asas e pernas ($P < 0,05$). As demais características e o peso relativo dos órgãos não apresentaram efeito para inclusão da farinha de mexilhão dourado.

Tabela 17. Rendimento de carcaça, peito, pernas, asas, e peso relativo da gordura, fígado, rim, de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	Rendimento de carcaça (%)		Rendimento de peito (%)		Rendimento de pernas (%)		Rendimento de asas (%)		Peso relativo da gordura (%)		Peso relativo do fígado (%)		Peso relativo do rim (%)		
	Tanino														
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	
0	74,63	74,33	35,66	35,80	28,76	26,99	10,72	10,53	1,72	1,58	2,37	2,42	0,53	0,46	
25	74,60	73,97	35,36	35,37	28,27	27,97	10,88	11,31	1,87	1,57	2,32	2,38	0,49	0,35	
50	74,38	73,69	35,62	34,74	27,75	27,57	10,85	10,73	1,63	1,82	2,40	2,42	0,47	0,43	
75	74,40	73,10	35,66	35,45	27,49	26,87	10,95	10,74	1,71	1,73	2,44	2,42	0,49	0,40	
100	74,39	73,70	35,11	35,53	27,90	25,63	11,10	9,83	2,19	1,74	2,39	2,38	0,53	0,41	
Média	74,48 ^a	73,76 ^b	35,48	35,38	28,04	27,01	10,90	10,63	1,82	1,69	2,39	2,40	0,50 ^a	0,41 ^b	
CV (%)	1,346		3,870		3,658		6,146		23,646		7,951		23,893		
Tanino	0,001		****		0,000		0,042		0,115		****		0,001		
Mexilhão	0,196		****		0,001		0,044		0,143		****		0,250		
Tan. * Mex.	****		****		0,001		0,003		0,118		****		****		
	Equações														
			Sem		28,5346 – 0,00999089X										R ²
Rendimento de pernas			Com		27,0965 + 0,0388066X – 0,000541442X ²										0,64
			Sem		Sem ajuste										-
Rendimento de asas			Com		10,6265 + 0,0238239X – 0,00031676X ²										0,97

^{a, b} médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferiram entre si pelo teste F (P<0,05).

CV = coeficiente de variação (%).

Desdobrando a interação para as variáveis, rendimento de perna e asa, e avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente, foi possível observar que a não utilização de tanino nas rações com níveis crescente de mexilhão dourado em substituição ao calcário calcítico, apresentou ajuste apenas para rendimento de perna a qual decresceu linearmente com a inclusão da farinha de mexilhão dourado, de acordo com a equação $Rendperna = 28,5346 - 0,00999089X$ ($R^2=0,64$).

Os rendimentos de perna e de asa avaliados dentro da utilização de tanino apresentaram melhores ajustes de acordo com as equações:

$Rendperna = 27,0965 + 0,0388066X - 0,000541442X^2$ ($R^2=0,97$), com o maior teor de rendimento de perna ao nível de 35,84%, de inclusão do mexilhão dourado;

$Rendasa = 10,6265 + 0,0238239X - 0,00031676X^2$ ($R^2=0,97$), com o maior teor de rendimento de asa ao nível de 37,61%, de inclusão do mexilhão dourado.

Não houve efeito dos níveis de substituição sobre as demais variáveis avaliadas ($P>0,05$); no entanto, a adição de tanino afetou negativamente o rendimento de carcaça e peso relativo dos rins ($P<0,05$), resultando em menores valores quando o tanino foi adicionado.

Resultados sobre o rendimento de carcaça em aves alimentadas com a utilização de sorgo de baixo tanino, apresentou efeito significativo com diminuição no peso da carcaça no trabalho realizado por Garcia et al. (2005), porém para os demais cortes não houve diferença. Entretanto, Torres et al. (2013), relataram que o uso de sorgo com baixo tanino não provocou efeito significativo para o rendimento de carcaça e cortes, o mesmo foi observado por Fernandes et al. (2008) e Carolino et al. (2014), porém estes utilizaram sorgo com alto tanino nas dietas avaliadas. Segundo Rostagno (1977), os frangos de corte alimentados com tanino, apresentaram menores valores nos teores de gordura da carcaça.

Alguns efeitos como a inibição de enzimas no trato gastrintestinal, alterações no metabolismo celular, e complexação com íons metálicos, compostos estes que atuam com fonte para o desenvolvimento e crescimento do metabolismo dos organismos,

podem comprometer alguns órgãos como fígado e rins que atuam como filtrante no organismo.

Para os resultados de fósforo, cálcio e cinzas nos ossos na fase de 21 a 42 dias de idade (Tabela 18), apenas a cinza na matéria natural apresentou interação entre os fatores estudados ($P < 0,05$). Realizando o desdobramento dos dados e avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente, foi possível observar que independentemente dos fatores estudados não houve um ajuste significativo dos modelos estudados.

Tabela 18. Níveis de cálcio no sangue, fósforo, cálcio e cinzas na matéria natural em ossos de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade submetidos à dietas com diferentes níveis de substituição de calcário por mexilhão dourado e adição ou não de tanino

Mexilhão Dourado (Nível de inclusão)	Fósforo MN (%)		Cálcio MN (%)		Cinza MN (%)		Cálcio Sangue (%)		
	Tanino								
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	
0	2,26	2,30	16,12	16,22	42,66	40,96	8,66	9,69	
25	2,28	2,28	15,74	16,15	40,59	40,24	7,38	6,95	
50	2,30	2,36	17,62	16,98	38,81	41,30	7,20	8,18	
75	2,25	2,31	16,52	15,72	39,19	40,39	7,47	5,74	
100	2,25	2,31	15,13	15,98	40,93	39,70	8,27	6,78	
Média	2,27 ^b	2,31 ^a	16,23	16,21	40,44	40,52	7,80	7,45	
Tanino	0,012		0,999		0,842		0,481		
Mexilhão	0,127		0,081		0,031		0,012		
Interação	0,714		0,657		0,011		0,182		
CV (%)	3,378		12,255		5,184		30,39		
	Equação							R ²	
Cálcio no sangue	9,01215 + 0,0640291X - 0,000485870X ²							0,76	

^{a,b} médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferiram entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

CV = coeficiente de variação (%).

Não houve efeito dos níveis de substituição sobre as demais variáveis avaliadas ($P > 0,05$); no entanto, a adição de tanino proporcionou um aumento no fósforo na matéria natural dos ossos ($P < 0,05$), em relação às dietas sem tanino.

Estes resultados demonstram que a disponibilidade de cálcio e fósforo das fontes utilizadas nas rações não influenciaram a deposição de cálcio, fósforo e cinzas na estruturação óssea das aves na fase de crescimento. A homeostase do cálcio e influenciada pela produção de paratormônio, calcitonina e hidrolase renal para ativação do colecalciferol, que atua na absorção intestinal e utilização metabólica (HURWITZ et

al., 1995). De acordo com Macari et al. (2002), este mecanismo homeostático apresenta função importantíssima para evitar absorção excessiva ou toxidez de cálcio nas aves.

A concentração de cálcio nos ossos sofre um processo dinâmico de mineralização, devido aos processos de remodelagem e renovação do cálcio plasmático. O balanceamento dos níveis de cálcio plasmático é fundamental, para que o cálcio possa ser absorvido e utilizado para o máximo crescimento das aves, ou seja, uma mineralização óssea satisfatória para o desenvolvimento estrutural dos animais.

Para os níveis de cálcio no sangue, houve efeito significativo para os níveis de substituição (Tabela 18). Avaliando o efeito do nível de substituição do calcário calcítico por farinha de mexilhão dourado dentro dos fatores isoladamente, foi encontrado o melhor ajuste para o modelo quadrático $CaSangue = 9,01215 + 0,0640291X - 0,000485870X^2$ ($R^2 = 0,76$), encontrando-se a menor concentração de cálcio no sangue ao nível 65,89% de inclusão do mexilhão dourado.

O cálcio disponível no intestino das aves pode sofrer variações na quantidade absorvível, em função do estado fisiológico das aves, as aves mais novas tem maior facilidade de absorção do cálcio, e com o passar da idade dos animais essa eficiência diminui e tendo como consequência uma má absorção do cálcio (REECE, 2006).

Contudo, a concentração de cálcio no sangue é monitorada pelas paratireoides, a qual atua na artéria carótida secretando o hormônio PTH (paratormônio). Para manter o estado de homeostase, no momento em que uma queda na concentração de cálcio no organismo, o PTH prontamente inicia o processo de reabsorção do cálcio renal. Em casos de uma deficiência maior de cálcio, o paratormônio é estimulado para aumentar também a absorção intestinal e do estoque ósseo (REECE, 2006; MACARI e MENDES, 2005).

A absorção do cálcio pode ocorrer em duas situações: na membrana dos enterócitos com subsídio da vitamina D e uma proteína transportadora chamada (calbindina), ou pelo espaço intercelular do epitélio intestinal com subsídio do PTH. Algumas substâncias podem facilitar a absorção do cálcio como os sais biliares, as proteínas, a lactose e a vitamina D, enquanto outras dificultam o processo de absorção como é o caso dos fosfatos e oxalatos. (MACARI e MENDES, 2005).

Segundo Nunes et al. (2006) o fósforo, a vitamina D, os hormônios e idade dos animais são os fatores iniciais que influenciam a absorção de cálcio. Provavelmente, não foram observadas diferenças entre a utilização de tanino e mexilhão neste estudo em função dos animais vertebrados possuírem um sistema elaborado para manter a homeostasia do cálcio, já que se trata de um elemento essencial à vida (REECE, 2006). Esse sistema controla a concentração extracelular de cálcio, mantendo ela constante, sempre que o animal utiliza o cálcio esse sistema repõe, quando o cálcio produzido é maior que aquele utilizado pelos animais, ocorre então a deposição no tecido mole.

Para manter a concentração de cálcio no sangue quando este diminui o organismo rapidamente inicia o processo de mobilização do cálcio dos ossos para elevar os níveis de cálcio plasmático ao normal (VARGAS et al., 2003).

As análises realizadas de metais tóxicos (cadmio, cromo e chumbo) na carne de peito, ossos da tíbia e órgãos (fígado e rins), não foram detectadas a presença desses metais, resultando em valores baixos proporcionando um resultado satisfatório para o consumo destas aves pelo consumidor final.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o uso de tanino com sequestrante de metais pesados em mexilhão dourado, afeta negativamente o desempenho das aves.

O mexilhão dourado pode ser utilizado como fonte de cálcio para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade.

Características morfométricas do intestino, parâmetros ósseos e contaminação de carcaça e órgãos, não são afetadas pelo uso de mexilhão dourado contendo metais tóxicos.

Não foi possível observar o uso do tanino de acácia com adsorvente de metais tóxicos.

Referências

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

- CAROLINO, A. C. X. G.; SILVA, M. C. A.; LITZ, F. H. et al. Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo sorgo grão inteiro. **Bioscience Journal**, v.30, n.4, p.1139-1148, 2014.
- DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.M. et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p.1629-1639, 2005.
- DUTRA, C. **Avaliação do potencial de actinomicetos no trabalho de efluentes de Indústrias que processam madeira**. Dissertação (Mestrado). 1997. Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio de Janeiro.
- FERNANDES, E. A.; RODRIGUES, R. M.; HACKENHAAR, L. et al. Uso de grão de sorgo integral na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, sup.10, p.87, 2008.
- GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; ANDRADE, C. D. et al. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1248-1257, 2005.
- HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. The specificity of proanthocyanidin-protein interactions. **Journal of Biological Chemistry**, v.256, n.9, p.4494-4497, 1981.
- HURWITZ, S.; PLANK, I.; SHAPIRO, A. et.al. Calcium metabolism and requirement of chickens are affected by growth. **Journal of Nutrition**, v. 125, n.10, p.2679-2686, 1995.
- LUNA, L.G. **Manual of the histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 1968. 3.ed. New York : McGraw Hill, 258p.
- MAHMOOD, S.; SMITHARD, R. A comparison of effects of body weight and feed intake on digestion in broiler cockerels with effects of tannins. **British journal of Nutrition**, v.70, n.03, p.701-709, 1993.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

- MACARI, M.; MENDES, A. A. **Manejo de Matrizes de Corte**. Facta, Campinas, 2005. 421p.
- MARENGONI, N. G.; KLOSOWSKI, E. S.; OLIVEIRA, K. P. et al. Bioacumulação de metais tóxicos e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da usina hidrelétrica de itaipu binacional. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 359-363, 2013.
- MARTINEZ, F. L. **Taninos Vegetais e suas aplicações**. Universidade de Havana/Cuba. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 1996.
- MELLO, H. H. D. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Requirement of available phosphorus by female broiler chickens keeping the calcium: available phosphorus ratio at 2:1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.11, p.2329-2335, 2012.
- MELO, T.V.; MOURA, A.M.A. Utilização da farinha de algas calcárias na alimentação animal. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.99-107, 2009.
- MENDONÇA JUNIOR, C.X.; ANDREASI, F.; PRADA, F.; et al. Peso e rendimento da carcaça em duas linhagens de aves para corte. **Revista Faculdade Medicina veterinaria e Zootecnia da Universidade São Paulo**, v.12, p.149-62, 1975.
- MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G. et al. Tannic acid and oxidised tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**, v.107, p.2113-2121, 1977.
- MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p.892, 2005.
- MOYLE, J. R.; BURKE, J. M.; FANATICO, A. et al. Palatability of tannin-rich sericea lespedeza fed to broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.21, n.4, p.891-896, 2012.
- MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J. et al. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Caatinga**, v.20, n.1, p.5-14, 2007.
- NUNES, R.V.; BUTERI, C. B.; NUNES, C. G. V. et al. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE

- INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p.235-266.
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; SCHERER, C. et al. Efeito dos teores de cálcio para poedeiras semipesadas durante a fase de pré-postura e no início da postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2007-2012. 2006.
- NYAMAMBI, B.; NDLOVU, L. R.; NAIK, Y. S. et al. Intestinal growth and function of broiler chicks fed sorghum based diets differing in condensed tannin levels. **South African Journal of Animal Science**, v.37, n.3, p.202-214, 2007.
- OLIVEIRA, M.D. **Ocorrência e impactos do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) no Pantanal Mato-Grossense**. Embrapa, Circular Técnico. n. 38, Corumbá, p. 6, 2003.
- OLIVEIRA, M.P.; ALMEIDA, M. N. **Malacologia**. Juiz de Fora - MG: Editar Editora Associada, 2000, p. 216.
- PINTO, S.; BARROS, C.S.; SLOMP, M.N. et al. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Journal Scientia Agraria Paranaensis**. v.11, n.1, p.5-18. 2012.
- REECE, W. O. **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. Guanabara Koogan, 12 ed., Rio de Janeiro, 2006. p.926.
- RESENDE, M. F.; QUEIROZ, C. M.; MARTINEZ, C. B. Análise do fator de atrito e aumento da perda de carga em condutos forçados, operando sob condições de infestação pelo *limnoperna fortunei*. Belo Horizonte - MG. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, **Anais...** São Paulo, 2007.
- ROSTAGNO, H.S. Energia metabolizável do milho e do sorgo com diferentes conteúdos de tanino para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.304-318, 1977.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. p. 252.

- SÁ, L.M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F.T. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.157-168, 2004.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283 p.
- SILVA, C. F.; LÔBO, K. M. S.; ATHAYDE, A. C. R. et al. Avaliação da resposta hematológica dos animais tratados com *Typha domingensis* Pers. e *Operculina hamiltonii* sobre nematoides gastrintestinais de caprinos. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.35, n.3, p.568-574, 2011.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006.235p.
- SILVA, J. D. T.; DIAS, L. T. S.; MACHADO, C. et al. Uso de sorgo com baixo teor em taninos na alimentação de frangos de corte. **Nucleus Animalium**. v. 1, p. 39-52 n.2, 2009.
- SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Fragilidade econômica doméstica comprometeu desempenho da indústria de alimentação animal brasileira. Setor de alimentação animal. **Boletim informativo do setor**. maio/2014. Disponível em: http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2014/05/boletim-informativo-do-setor_vs-portugues_site-08052014.pdf. Acesso em: 17/07/2014.
- TORRES, K. A. A.; PIZAURO, J. M.; SOARES, C. P. et al. Effects of corn replacement by sorghum in broiler diets on performance and intestinal mucosa integrity. **Poultry Science**, v.92, n.6, p.1564-1571, 2013.
- ULIANO-SILVA, M.; FERNANDES, F. C. F.; HOLANDA, et al. **Invasive species as a threat to biodiversity: The golden mussel *Limnoperna fortunei* approaching the Amazon River basin**. In: Alodi, S.. (Org.). Exploring Themes on Aquatic Toxicology. 1ed.Kerala: Research Signpost, 2013, p. 1-157.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1999. **Manual de utilização do programa SAEG** (Sistema para Análise Estatísticas e Genéticas). Viçosa. 59p.

VARGAS, J. G. JR.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis Nutricionais de Cálcio e Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 0 a 6 Semanas de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1919-1926, 2003.

VIEITES, F. M., FRAGA, A. L., MORAES, G. H. et al. Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.63, n.4, p.887-894, 2011.

WELZ, B.; SPERLING, M.; **Atomic Absorption Spectrometry**, 3rd ed., Wiley-VCH: Weinheim, 1999, p. 941.