



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA

GUSTAVO ALEXANDRE CAVALIERE

**PARÂMETROS HISTOMORFOMÉTRICOS DO INTESTINO DELGADO EM  
FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES  
FONTES DE SORGO E CONCENTRAÇÕES DE TANINO.**

São Carlos

**2013**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA

**PARÂMETROS HISTOMORFOMÉTRICOS DO INTESTINO DELGADO EM  
FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO  
DIFERENTES FONTES DE SORGO E CONCENTRAÇÕES DE TANINO.**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Faculdade Federal de São Carlos – UFSCAR, para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

**Aluno:** Gustavo Alexandre Cavaliere

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Thie Seki Dias

**Co-orientador:** Prof. Dr. Marco Aurélio Marteline

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C376ph

Cavaliere, Gustavo Alexandre.

Parâmetros histomorfométricos do intestino delgado em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes de sorgo e concentrações de tanino / Gustavo Alexandre Cavaliere. -- São Carlos : UFSCar, 2013. 37 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Biotecnologia. 2. Histomorfometria. 3. Intestino delgado. 4. Taninos. I. Título.

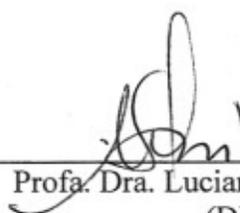
CDD: 660.6 (20<sup>a</sup>)

**Gustavo Alexandre Cavaliere**

Dissertação de Mestrado submetida  
à Coordenação do Programa de  
Pós-Graduação em Biotecnologia,  
da Universidade Federal de São  
Carlos, como requisito parcial para  
a obtenção do título de Mestre em  
Biotecnologia

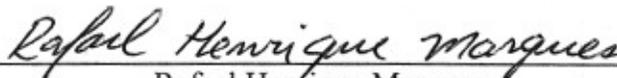
**Aprovado em: 23/11/2012**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dra. Luciana Thie Seki Dias (Orientadora)  
(DBPVA /UFSCar)



---

Rafael Henrique Marques  
(Agrocères Multimix Nutrição Animal Ltda.)



---

Prof. Dra. Janaina Della Torres da Silva  
(DAE/ CCA/ UFSCar)

# **PARÂMETROS HISTOMORFOMÉTRICOS DO INTESTINO DELGADO EM FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES DE SORGO E CONCENTRAÇÕES DE TANINO.**

**RESUMO** - O sorgo vem sendo cada vez mais utilizado para alimentação animal em substituição ao milho, devido suas características nutricionais semelhantes, porém com um custo muito menor. No entanto um fator que influencia negativamente o valor nutricional do sorgo é a presença de tanino, um fator antinutricional que compromete a absorção de nutrientes pelo animal. Avaliou-se o efeito do sorgo com alto e baixo teor em taninos e/ou a adição do ácido tânico em dietas à base de milho e soja, sobre os parâmetros histomorfométricos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) em frangos de corte.

Foram utilizados 150 pintos machos de 1 dia de idade da linhagem Cobb, criados até aos 42 dias de idade em gaiolas, em ambiente controlado e recebendo rações isoprotéicas e isoenergéticas. Após o período foram coletados fragmentos dos 3 segmentos do intestino delgado, onde foram analisados e mensurados através de um microscópio com câmera acoplada, de acordo com os parâmetros estabelecidos (altura de vilosidade, profundidade de cripta, espessura de camada muscular e relação entre números de vilosidades e números de bifurcações) .

A adição de tanino nas dietas causou modificações histomorfométricas em todos os parâmetros avaliados, porém essas modificações não ocasionaram alterações significativas para que comprometessem o desempenho produtivo das aves, como peso e rendimento de carcaça.

**Palavras-chave:** Tanino, intestino delgado, parâmetros histomorfométricos.

## **HISTOMORPHOMETRIC PARAMETERS OF BROILER SINGLE JEJUNAL FED WITH DIETS CONTAINING DIFFERENT SOURCES OF SORGHUM AND TANNIN CONCENTRATIONS.**

**ABSTRACT** - Sorghum is increasingly being used for animal feed replacing corn, due to their similar nutritional characteristics, but with a lower cost. However one factor that negatively influences the nutritional value of sorghum is the presence of tannin that is an anti-nutritional factor that affects the nutrients absorption by the animal. We evaluated the effect of the sorghum with high and low tannins concentrations and / or the addition of tannic acid in diets based on corn and soybean on the single jejunal (duodenum, jejunum and ileum) histomorphometric parameters in broilers.

There were used 150 male chicks with 1 day old of Cobb lineage, they were created up to 42 days in cages, in a controlled environment and receiving isoproteic and isoenergetic diets. After the period, were collected fragments of the 3 single jejunal segments, where they were measured and analyzed through a microscope with a coupled camera, according with the established parameters (villus height, crypt depth, thickness of muscle layer and relationship between villus numbers and villus bifurcations numbers).

The addition of tannin in diets caused histomorphometric modifications in all parameters, but they did not cause significant changes for affecting their productive performance, such as weight and carcass yield.

**Keywords:** Tannin, single jejunal, histomorphometric parameters.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO .....	7
2.2. SORGO .....	8
2.3. TANINO.....	11
2.4. INTESTINO DELGADO .....	16
3. OBJETIVO GERAL .....	19
3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
4.1. ANIMAIS E SEU TRATAMENTO .....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1. COMPRIMENTO DAS VILOSIDADES INTESTINAIS .....	25
5.2. PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS INTESTINAIS.....	26
5.3. CAMADA MUSCULAR .....	27
5.4. VILOSIDADES E BIFURCAÇÕES.....	28
6. CONCLUSÃO .....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

# 1. INTRODUÇÃO

No segmento agropecuário, a avicultura é um dos setores mais dinâmicos do Brasil, em função dos avanços ocorridos nos diferentes segmentos que compõem esta cadeia produtiva. Os aumentos no volume de produção e na eficiência de produção por ave podem ser atribuídos ao desenvolvimento de novos conhecimentos em sanidade, ambiência, genética e nutrição.

A avicultura está presente em todas as regiões do país e contribui de forma marcante para o desenvolvimento regional e para o abastecimento de proteína animal de alta qualidade para a população. A avicultura presenciou, nos últimos anos, um crescimento em produção e produtividade, por isso as pesquisas no segmento foram direcionadas para alta capacidade de transformação de ração em carne com menor tempo de criação e redução da mortalidade, diminuição da idade de abate, aumento do peso médio e diminuição do custo de produção, principalmente pela substituição do milho por outros ingredientes na alimentação animal.

O milho, como principal fonte energética na nutrição animal, está presente na grande maioria das composições de rações destinadas à alimentação de frangos de corte, porém, como é amplamente utilizado para o consumo humano, o seu custo está se tornando inviável para a composição na nutrição animal, por isso existe uma tendência na substituição do milho nas rações por outros compostos que viabilizem ainda mais a avicultura de corte.

Como promissor substituto do milho, o sorgo vem sendo alvo de pesquisas na área de nutrição de frangos de corte, sendo essas focadas principalmente nos aspectos produtivos como rendimento de carcaça e peso médio de abate, porém, essa dissertação tem como objetivo inter-relacionar os aspectos produtivos com possíveis alterações histomorfométricas ocasionadas pela adição de sorgo na alimentação animal.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. SUBSTITUIÇÃO DO MILHO PELO SORGO**

O sucesso da atividade avícola depende fundamentalmente do equilíbrio entre produtividade e lucratividade (BRANDALIZE, 2001). A alimentação representa 70 a 80% do custo total de produção, assim, várias pesquisas buscam constantemente fontes alternativas de nutrientes para a redução do custo das rações (ALVARENGA et al., 2004).

Na nutrição, alguns alimentos se destacam pelas suas proporções nas dietas ou pelas qualidades como fonte de nutrientes, como por exemplo, o milho e o farelo de soja. Com o crescimento da utilização do milho para alimentação humana e seu elevado preço no mercado internacional têm onerado os custos de produção fazendo com que os produtores busquem alternativas para a formulação das dietas para aves (CASARTELLI et al., 2005).

O milho, sob o ponto de vista nutricional é a principal fonte energética nas rações animais, e no Brasil, juntamente com o farelo de soja representa cerca de 80 a 90% dos ingredientes empregados nas rações de aves e suínos (RODRIGUES et al., 2003).

No entanto, a produção e comercialização do milho são fortemente influenciadas pelas políticas públicas estando sujeito a variações, em função da disponibilidade e do valor econômico. Esses fatores juntamente com o aumento da procura do cereal para a alimentação humana têm induzido diversos produtores a buscar alimentos alternativos para a alimentação animal (ROSTAGNO et al., 2000).

O sorgo apresenta-se como um bom substituto ao milho na alimentação animal, por possuírem características nutricionais muito semelhantes, embora o sorgo seja ligeiramente inferior em valor energético e um pouco mais rico em teor proteico, além de conter óleos e níveis inferiores de aminoácidos essenciais.

Comparativamente, o sorgo apresenta 90% do valor nutricional do milho (FIALHO e RUTZ, 1985).

O sorgo em dietas animais pode apresentar vantagens em relação ao milho, pois é comercializado a um valor em torno de 80% do preço do milho, apesar das diferenças nutricionais entre ambos. O milho possui menor conteúdo protéico, mais óleo e energia e maior quantidade de lisina e metionina que o sorgo, sendo a quantidade de triptofano semelhante em ambos (BUTOLO, 2002).

Segundo Fernandes (2003), a digestibilidade de alguns aminoácidos essenciais do milho e do sorgo é de, respectivamente, 93% e 83% para metionina, 90% e 78% para lisina, 87% e 78% para treonina e 78,2% e 74,5% para o triptofano, o que demonstra menor disponibilidade de aminoácidos do sorgo em relação ao milho, mas que não demonstraram alterações significativas na produção de carne e ovos.

Entretanto, nas rações destinadas a nutrição animal, o milho não é totalmente substituído pelo sorgo (ROSTAGNO et al., 2000), por desencadear efeitos adversos causados sobre a pigmentação da carne, pele e gema dos ovos na avicultura, por ter uma quantidade inferior do caroteno e dos aminoácidos lisina, metionina, treonina.

Pinto et al. (2005), avaliando o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo sorgo em substituição parcial ou total ao milho, não observaram comprometimento no desempenho das aves, porém, uma diminuição na pigmentação da gema dos ovos com o aumento na substituição do milho pelo sorgo, evidenciando assim a necessidade da inclusão de uma fonte de carotenóides.

## **2.2. SORGO**

O sorgo é uma planta de dias curtos e com altas taxas fotossintéticas, tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria dos demais cereais, além de poder ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo. O

sorgo é sensível ao fotoperiodismo, o qual pode ser definido como a resposta do crescimento à duração dos períodos, de luz e escuro. Necessita de uma quantidade menor de água em comparação com os outros cereais. Devido a sua origem tropical, o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas, sendo que a temperatura ótima para crescimento está em torno de 33 a 34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C a produtividade fica prejudicada (MAGALHÃES et al., 2000)

O sorgo é cultivado em áreas e situações ambientais secas e quentes, onde a produção de outros cereais é inviável. Embora de origem tropical, o sorgo é cultivado fora da zona tropical, graças aos trabalhos de melhoramento genético (AGUIAR et al., 2000). Por isso o cereal não possui problemas quanto à expansão de sua cultura, pois se adapta facilmente aos diversos tipos de solo e clima, sendo vantajoso seu cultivo em regiões de solo arenoso e clima seco (MAGALHÃES et al., 2000).

De acordo com Serrano (1971) o sorgo é uma planta que possui sistema radicular relativamente bem desenvolvido, permitindo que a planta consiga obter água nas camadas mais profundas do solo, com superfície foliar menor quando comparada com a do milho. Possui células motoras que fecham os estômatos sob condições adversas, evitando excesso de perda de água pela transpiração.

Dentre os cereais alimentares, o sorgo é um dos mais versáteis e mais eficientes, tanto do ponto de vista fotossintético, como em velocidade de maturação. Sua reconhecida versatilidade se estende desde o uso de seus grãos como alimento humano e animal; como matéria prima para produção de álcool anidro, bebidas alcoólicas, colas e tintas; o uso de suas panículas para produção de vassouras; extração de açúcar de seus colmos; até às inúmeras aplicações na nutrição de animais (BUSO, 2011).

Do ponto de vista agrônômico o sorgo pode ser classificado em 4 grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta e vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica e o mais utilizado na nutrição animal. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades)

apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta (variedades de capim sudão ou híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos cujas panículas são confeccionadas vassouras (BUSO, 2011).

Dentre os grupos de classificação do sorgo, o do tipo granífero é o que tem maior expressão econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada. A área total cultivada com sorgo granífero é de cerca de 37 milhões de hectares, e deste total Ásia e África participam com 82%. No entanto, a maior produção e produtividade estão na América do Norte, sendo que Estados Unidos e México juntos produzem 34% da produção mundial (BUSO, 2011).

Considerando os maiores produtores de grãos de sorgo do mundo, a Índia é o país que detém a maior área plantada, com cerca de 11 milhões de hectares. Mas os Estados Unidos lideram a produção mundial, com quase 14 milhões de toneladas numa área de pouco mais de 3 milhões de hectares. Na América do Sul, a Argentina é o maior produtor, seguido pelo Brasil. A produção brasileira está crescendo rapidamente e poderá, ainda nesta década, se igualar ou superar a posição da Argentina no Continente (BUSO, 2011). No Brasil a área plantada de sorgo atingiu cerca de um milhão de hectares e uma produção média anual de 2,2 milhões de toneladas, concentradas na região centro-oeste (68%), sudeste (20%), estando o restante nas demais regiões (FERNANDES et al.; 2003).

Em algumas regiões como Ásia, África, Rússia, China e América Central, o grão de sorgo é importante como alimento básico para humanos, enquanto que na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália se destina principalmente à alimentação animal. Este fato permite que não haja competição no consumo de sorgo, como principal ingrediente energético da dieta, tal como ocorre com o milho consumido em larga escala tanto por humanos quanto por animais (RODRIGUES, 2002).

O sorgo por não possuir proteção física nas sementes produz vários compostos fenólicos, os quais funcionam como defesa química contra pássaros,

patógenos e outros predadores. Esses compostos fenólicos presentes no grão podem afetar a cor, aparência e a qualidade nutricional do cereal devido à ação antinutricional dos compostos fenólicos (MAGALHÃES et al., 2000).

O grão de sorgo, bem como outras plantas superiores, podem conter taninos e compostos tais como ácidos fenólicos e flavonoides que são inócuos aos animais. Na testa da semente, concentram-se os taninos, formando complexos com carboidratos e principalmente proteínas, reduzindo assim sua digestibilidade e piorando a palatabilidade, pois confere ao sorgo sabor adstringente. O tanino pode estar presente no grão de sorgo em maior ou menor concentração, identificando-os como de baixo ou alto tanino (FERNANDES et al., 2003).

### **2.3. TANINO**

Os taninos compreendem um grupo de compostos fenólicos solúveis em água, de massa molecular e complexidade variada. Existem duas classes de taninos, os hidrolisáveis e os condensados. Os taninos hidrolisáveis, como o ácido tânico, decompõem-se em açúcares e ácidos fenólicos (ácido gálico ou elágico) quando tratados com ácidos, bases, ou alguma enzima hidrolítica (QUINTERO PINTO, 2000).

No sorgo encontram-se predominantemente taninos condensados, que possuem estrutura mais complexa que os hidrolisáveis e são polímeros resultantes da condensação de unidades de flavan-3-ol, denominado de proantocianidina. Entretanto, Leeson e Summers (1997) sugeriram que o ácido gálico é um produto da quebra de ambos os tipos de taninos, cuja toxidez pode ser amenizada pelo fornecimento de grupos doadores de metil. A presença de taninos ocorrem principalmente em plantas dicotiledôneas, destacando-se as leguminosas (QUINTERO PINTO, 2000).

De acordo com a sua estrutura química o grau de toxicidade do tanino depende do seu tipo, se hidrolisável ou condensado, das suas proporções na dieta,

dos produtos finais da hidrólise no intestino e da espécie animal (QUINTERO PINTO, 2000).

Essa diversidade de taninos deve-se às diferenças nas capacidades fisiológicas dos animais e as diferentes reações químicas apresentadas pelos diversos grupos de taninos, demonstrando a correlação entre o nicho alimentar e a espécie animal (HAGERMAN et al., 1992).

Os taninos hidrolisáveis consistem de ésteres de ácidos gálico e elágico, formados a partir do chiquimato, onde os grupos hidroxila do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos. Os taninos elágicos são muito mais frequentes que os gálicos, e é provável que o sistema bifenílico do ácido hexaidroxidifenílico seja resultante da ligação oxidativa entre dois ácidos gálicos (MONTEIRO et al, 2005).

Esse tipo de tanino interage com proteínas, e formam ligações menos estáveis quando comparada com os taninos condensados. A presença de taninos hidrolisáveis na alimentação de frangos de corte ocasiona alterações na mucosa intestinal sem prejudicar o desempenho e as características da carcaça, além de ocasionar diminuição no número de células em proliferação nas criptas intestinais e enterócitos, prejudicando principalmente a renovação celular e secreção exócrina de muco, mostrando sinais de degradação (JAMROZ et al., 2009).

Segundo Sgarbieri (1996) os taninos hidrolisáveis (Figura1), liberam ácidos fenólicos por meio de hidrólise ácida. O ácido tânico, um exemplo deste tipo de tanino, é hidrolisado por enzimas ou espontaneamente, liberando entre outros produtos o ácido gálico (SINGLETON e KRATZER, 1973).

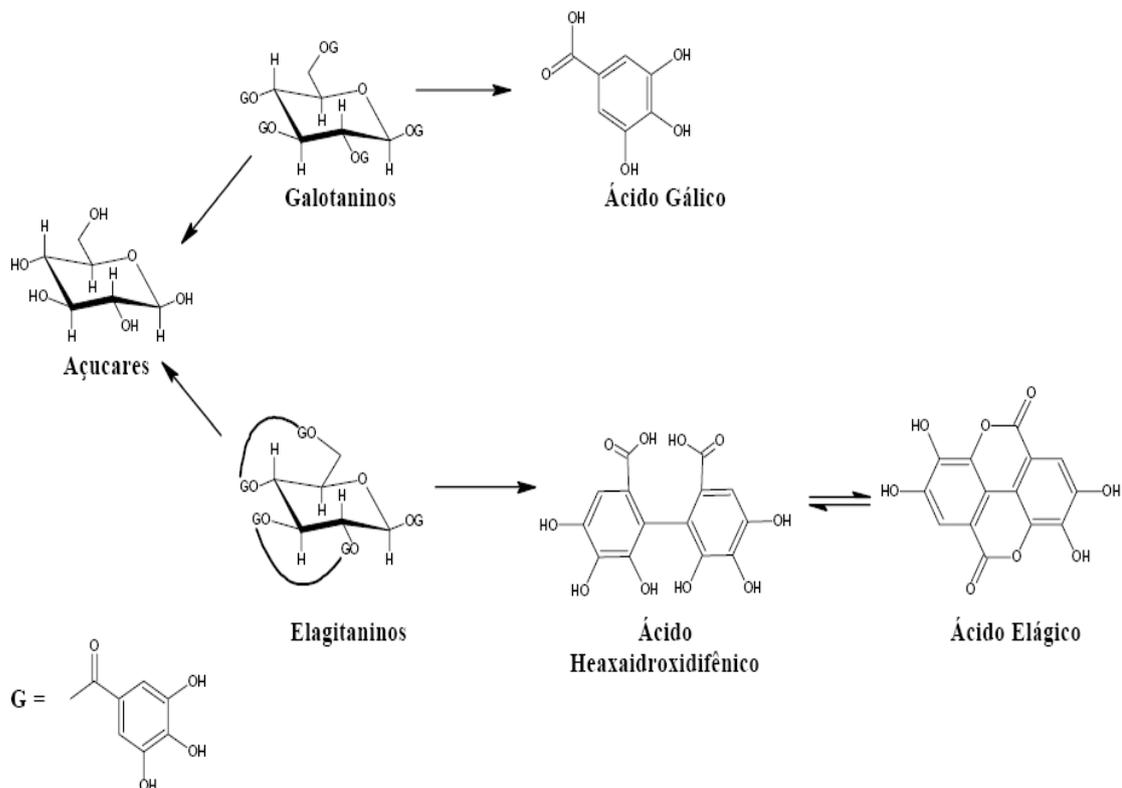


Figura 1. Estruturas dos taninos hidrolisáveis (Fonte: Queiroz, 2002).

Segundo Heil et al (2002) os taninos condensados são largamente encontrados no reino vegetal, são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol. As proantocianidinas, assim denominadas provavelmente pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina (MELLO e SANTOS, 2005), apresentam uma rica diversidade estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos.

Os taninos condensados estão ligados à coagulação e precipitação de enzimas e minerais, também há formação de complexos com os carboidratos da dieta e inibição da atividade de enzimas digestivas como  $\alpha$ -amilase e tripsina. Se

ingeridos em altas quantidades, causa uma redução na taxa de crescimento, uma vez que diminui o aproveitamento energético e proteico da dieta, levando a uma maior excreção de nitrogênio nas fezes devido à interação tanino-proteínas formada pelas múltiplas ligações de hidrogênio. Os taninos condensados podem reduzir a digestibilidade dos aminoácidos essenciais, causar necroses, alterações na forma das vilosidades da mucosa intestinal e aumentar o número de células caliciformes. Esses efeitos levam ao aumento na produção de muco causando diminuição da absorção de nutrientes pelo intestino (MITJAVILA et al., 1997; CHANG et al., 1994).

Os taninos condensados são polímeros de flavonoides que estão presentes na fração fibra alimentar da maioria dos alimentos consumidos e apresentam ação antinutricional, principalmente para os animais monogástricos. O sorgo possui quantidades consideráveis deste tipo de tanino, sendo que este se encontra principalmente na testa do grão e seu teor varia de 1,3 a 3,6% para os cultivares com alto tanino e de 0,1 a 0,7% para os cultivares baixo tanino (MYER et al., 1986), o qual atualmente é denominado sorgo sem tanino (SCHEUERMANN, 2003).

Nos grãos de sorgo os taninos condensados (Figura 2) estão presentes em maior abundância (FREIRE, 2002), são geralmente escuros, embora alguns cultivares possam apresentar grãos pobres em taninos (LEESON e SUMMERS, 1997), não havendo então uma relação clara entre a cor da semente e o conteúdo em taninos, como se tem preconizado (WHITAKER e CARVALHO, 1997).

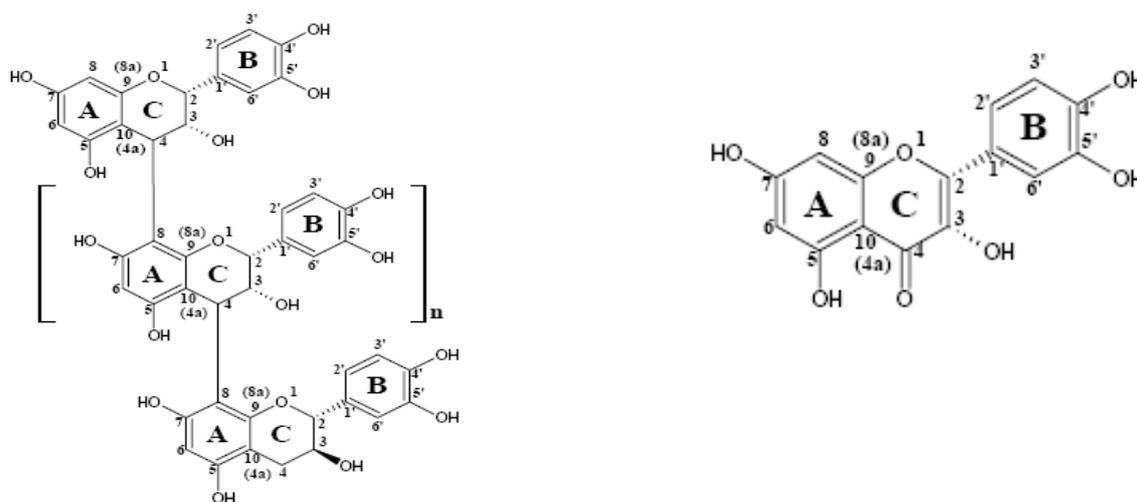


Figura 2 - Estruturas dos taninos condensados ( Fonte: Queiroz, 2002)

De acordo com Bozutti (2009) a inclusão de 25 até 100% de sorgo de baixo tanino ou sem tanino na ração para alimentação animal em substituição ao milho, mostrou não prejudicar as variáveis de desempenho, o rendimento de carcaça e a composição química e sensorial da carne dos frangos de corte.

Elkin et al. (1995) observaram que o crescimento de frangos de corte sofre redução com a presença de tanino na dieta, provavelmente porque essa substância reduz a utilização de energia, proteína e alguns aminoácidos.

Os efeitos antinutricionais dos taninos condensados são inúmeros, mas todos envolvem complexação com outras moléculas. Embora não se conheça como esses taninos agem nos animais, assume-se que estes não são absorvidos e que seus efeitos são restritos ao trato digestório (QUINTERO PINTO, 2000). Segundo Sell et al., (1985) alguns efeitos deletérios provocados pelo tanino podem reduzir a capacidade absorptiva do trato gastrointestinal, contribuindo para a baixa performance do animal, frequentemente observada pela inclusão de dietas contendo taninos.

Estudos realizados por Ortiz et al. (1994) fornecendo dietas com adição de ácido tânico a frangos de corte em crescimento e a ratos, na proporção de 0, 8 e 16 g/kg de ração, verificaram aumento na mortalidade das aves de 33 e 50% com 8 ou 16 g de ácido tânico, respectivamente, associada a uma significativa diminuição no peso vivo, consumo de ração e diminuição na eficiência alimentar. Nos ratos, por outro lado, não foi observada mortalidade, embora o crescimento e o consumo tenham sido adversamente afetados. Procedendo as análises histológicas e histopatológicas de segmentos do trato digestivo dos animais, os autores verificaram alterações na mucosa ileal, além de atrofia e encurtamento das vilosidades e degeneração hepática, de maneira bem mais pronunciada nas aves do que nos ratos. Vohra et al. (1966) também encontraram escamação da mucosa do esôfago, edema subcutâneo e espessamento do papo em aves alimentadas com dieta contendo 50 g de ácido tânico/kg de ração. Outros pesquisadores também têm verificado hipertrofia pancreática nas aves alimentadas com dietas contendo elevados teores em taninos (AHMED et al., 1991; NYACHOTI et al., 1996).

A substituição do milho pelo sorgo na ração de frangos também pode promover alterações na integridade da mucosa intestinal. Alguns pesquisadores observaram necroses na mucosa gastroduodenal e erosões na superfície das mucosas (MITJAVILA et al., 1977), reduzindo a capacidade de absorção do trato gastrointestinal, ocasionando diminuição do desempenho das aves. Segundo Nunes et al. (2001), aves em crescimento, consumindo dietas contendo 0,8 e 16 g/kg de tanino, apresentaram mudanças histológicas significativas na mucosa intestinal das aves. Os mesmos autores detectaram atrofia na mucosa do íleo e encurtamento das vilosidades, distorção de sua arquitetura, edema no tecido conectivo das vilosidades, hiperplasia e hipertrofia das células de goblet, além de hipertrofia da glândula parótida.

## **2.4. INTESTINO DELGADO**

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes. Três são os tipos de células presentes no intestino delgado, que são responsáveis pela defesa do epitélio, digestão e absorção dos nutrientes da luz intestinal: as células caliciformes, os enterócitos e as células enteroendócrinas (BOLELI et al., 2002).

Os enterócitos são células responsáveis pela digestão final do alimento bem como o transporte dos nutrientes através do epitélio a partir do lúmen. Estas células apresentam um processo de maturação que ocorre durante a migração da cripta para o ápice do vilo. A maturação é dependente da síntese de proteínas estruturais, as quais são codificadas pelo genoma das células intestinais (MAIORKA, 2004).

Ainda segundo Maiorka (2004), as células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, que possuem a função de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digestão. As células enteroendócrinas são produtoras de hormônios peptídicos (gastrina, secretina e colecistoquinina) e monoaminas biogênicas, substâncias essas que participam na regulação da digestão, absorção e utilização dos nutrientes. Essas células são agrupadas de

modo a formar as vilosidades, sendo que na avicultura moderna é comum que esse equilíbrio seja rompido devido a diversos fatores como agentes patogênicos e substâncias presentes em alimentos utilizados na alimentação (WALLACH, 2000).

Outro parâmetro importante é a profundidade de cripta intestinal, onde segundo Pluske et al. (1997), maior valor de profundidade de cripta indica maior atividade proliferativa celular, para garantir adequada taxa de renovação epitelial, compensando as perdas nas extremidades das vilosidades.

De acordo com Arruda et al. (2008), a profundidade da cripta é um indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos componentes da ração.

Existem dois processos envolvidos com as vilosidades intestinais e profundidade de cripta que estabelecem o equilíbrio entre esses dois fatores que são a proliferação e diferenciação celular, sendo resultantes das divisões mitóticas sofridas por células totipotentes (“stem cells”) localizadas na cripta e ao longo dos vilos (UNI et al., 1998; UNI, 2000) e perda de células (extrusão) que ocorre normalmente no ápice dos vilos, determinam um “turnover” celular (mitose-migração-extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal.

Entretanto, quando o intestino responde a algum agente (fator antinutricional, por exemplo), com um desequilíbrio no “turnover” a favor de um dos processos citados acima, ocorre uma modificação na altura. Assim, se ocorrer um aumento na taxa de mitose com diminuição ou manutenção da taxa de extrusão, deverá haver um aumento no número de células e conseqüentemente um aumento na altura e no perímetro dos vilos até o pregueamento da parede dos mesmos. Se o estímulo levar a um aumento na taxa de extrusão, havendo manutenção ou diminuição na taxa de proliferação, o intestino deverá responder com uma redução na altura dos vilos e, conseqüentemente diminuição em sua capacidade de digestão e absorção (PLUSKE et al., 1997).

Portanto, a relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (ARRUDA et al., 2008).

Sendo a mucosa o elemento funcional do intestino delgado, esta pode ser caracterizada como uma camada permeável a nutrientes e barreira contra compostos nocivos. A competição entre bactérias e hospedeiro e fatores antinutricionais podem levar a formação de metabólitos depressores do crescimento no intestino que podem ter efeitos negativos sobre a mucosa do intestino delgado além de outras estruturas como camada muscular e deformação das vilosidades (van Leeuwen, 2002).

### **3. OBJETIVO GERAL**

Estudar os efeitos histomorfométricos nos segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo) de aves alimentadas com rações contendo diferentes fontes e concentrações de tanino.

#### **3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Verificar o efeito da adição de taninos em diferentes concentrações nas rações experimentais em relação aos seguintes parâmetros histomorfométricos:

- Comprimento das vilosidades intestinais;
- Profundidade das criptas intestinais;
- Espessura da camada muscular dos cortes intestinais;
- Relação bifurcação/vilosidade.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. ANIMAIS E SEU TRATAMENTO**

O experimento foi realizado em duas partes. A primeira etapa foi conduzida em biotério climatizado com temperatura termoneutra no Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal no ano de 2004. A linhagem utilizada foi a Cobb, com pintos machos de um dia, sexados no incubatório.

As aves foram originárias do mesmo lote de matrizes e de fornecedor comercial credenciadas pelo Ministério da Agricultura e alojadas em biotério de alvenaria, com laje e telhado de barro, dimensões de 5,0 x 6,0m, 3,0m (largura, profundidade e altura) e piso frio. Durante o período de 1 a 10 dias, as aves foram mantidas em gaiolas de arame com as dimensões: 1,0 x 0,68 x 0,30 m, e de 11 a 42 dias em gaiolas com dimensões: 0,59 x 0,59 x 0,47 m. No período de 1 a 10 dias, cada gaiola foi equipada com um bebedouro de alumínio de pressão (tipo copo), sendo a água trocada duas vezes por dia, e três comedouros tipo calha, feitos de garrafa descartável, com ração à vontade. Dos 11 aos 42 dias, foram alojadas 3 aves por gaiola em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições, sendo que cada gaiola foi considerada uma unidade experimental, e cada gaiola foi equipada com um bebedouro e um comedouro tipo calha, ambos feitos de garrafas descartáveis, fixados às gaiolas, externamente. Os bebedouros foram lavados diariamente e os comedouros tinham ração à vontade.

Antes de iniciar o experimento, as gaiolas foram devidamente lavadas e desinfetadas com lança chamas.

Os pintos foram vacinados contra doença de Marek e Bouba Aviária no próprio incubatório. Contra a doença de New Castle, por via ocular no 8º dia de idade e contra a doença de Gumboro, na água de bebida, no 14º dia de idade, conforme o programa profilático da região de Jaboticabal – SP.

Para o aquecimento inicial dos pintos foram utilizadas lâmpadas

infravermelhas de 250 watts, a fim de que a temperatura ambiente permanecesse entre 30 e 33° C. A partir da segunda semana de idade, esta temperatura foi gradualmente diminuída até atingir a termoneutralidade. As aves foram mantidas em ambientes com exaustores e condicionadores de ar, a fim de oferecer-lhes temperatura adequada para cada fase de criação.

O esquema de iluminação adotado foi o de 24 horas de luz natural e artificial. As lâmpadas utilizadas foram do tipo incandescentes, de 40W, espalhadas pela câmara, fornecendo 22 lumens/m<sup>2</sup>.

As rações, isoprotéicas e isoenergéticas, foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental. Foram fornecidos dois tipos de ração, uma inicial (1-21 dias) e uma de crescimento (22-42 dias). Os balanceamentos das rações utilizadas seguiram as tabelas de composição de ingredientes e exigências nutricionais propostas pelo NRC (1994). A pesagem e a mistura dos ingredientes foram realizadas na Fábrica de Ração da FCAV-UNESP/Jaboticabal.

Os tratamentos experimentais foram os seguintes:

CONT - aves alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja;

SBT - Adição de 15% de sorgo com baixo teor em taninos na ração;

SAT - Adição de 15% de sorgo com alto teor em taninos na ração;

BAT - Adição de ácido tânico em ração à base de milho e farelo de soja, obtendo os mesmos valores percentuais de tanino do SBT (sorgo com baixo teor em taninos);

AAT - Adição de ácido tânico em ração à base de milho e farelo de soja, obtendo os mesmos valores percentuais de tanino do SAT (sorgo com alto teor em taninos).

A determinação do conteúdo de taninos totais do sorgo foi realizada pelo método de Tan et al. (1983), e os resultados são expressos em equivalentes de catequina. Desta forma, as variedades de sorgo utilizadas nos tratamentos apresentaram teores em taninos de 0,59 mg catequina g<sup>-1</sup> para baixo teor e 7,90 mg

catequina  $\text{g}^{-1}$  para alto teor. Nas rações experimentais BAT e AAT, foram adicionados 0,40 e 2,62 gramas de ácido tânico para cada quilo de ração, respectivamente, que correspondem aos valores encontrados (expressos em catequina) nos sorgos de baixo e alto teor em taninos.

Para os tratamentos BAT e AAT a adição de ácido tânico foi feita diariamente antes das rações serem colocadas nos comedouros. Tomou-se o devido cuidado para que todas as rações tivessem os mesmos ingredientes, pois a adição ou retirada de um ou mais ingredientes poderia ocasionar mudanças no perfil de ácidos graxos e conseqüentemente na resposta fisiológica dos lipídios que foram estudados. A composição percentual e calculada das rações do período inicial e do período de crescimento encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual e calculada das rações fornecidas às aves nos períodos iniciais (1 a 21 dias) e de crescimento (22 a 42 dias).

Ingredientes (%)	Inicial					Crescimento				
	CONT	SBT	SAT	BAT	AAT	CONT	SBT	SAT	BAT	AAT
Milho moído	52,13	36,39	35,66	52,13	52,13	55,20	39,47	38,74	55,20	55,20
Farelo de soja	40,71	40,75	40,86	40,71	40,71	33,56	33,59	33,70	33,56	33,56
Óleo vegetal	2,16	2,86	3,48	2,16	2,16	6,24	6,94	7,56	6,24	6,24
Núcleo <sup>(1)</sup>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Sorgo AT	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00
Sorgo BT	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Valores Calculados										
PB (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
EM (Mcal/kg)	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
P total (%)	0,70	0,70	0,69	0,70	0,70	0,67	0,67	0,66	0,67	0,67
P disponível (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cálcio (%)	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Metionina (%)	0,45	0,43	0,43	0,45	0,45	0,41	0,39	0,38	0,41	0,41
Lisina (%)	1,29	1,28	1,29	1,29	1,29	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Met + Cis (%)	0,87	0,86	0,86	0,87	0,87	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

**CONT** - aves alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja; **SBT** e **SAT**- adição de 15% de sorgo, com baixo e alto teor em taninos na ração, respectivamente; **BAT** e **AAT** - adição de ácido tânico em ração à base de milho e farelo de soja, obtendo os mesmos valores percentuais de tanino do SBT e do SAT.

<sup>(1)</sup> Núcleo, níveis/kg do produto: 70.000UI (Vit. A), 40.000 UI (Vit D3), 400 mg (Vit. E), 50mg (Vit K3), 560mcg (Vit. B12), 40mg (Vit B1), 72mg (Vit B2), 70mg (Vit B6), 500mg (ác. pantotênico), 710 mg (ác. nicotínico), 12mg (ác. fólico), 3mg (biotina), 9,6mg (cloreto colina), 28mg (metionina), 2mg (lincomix), 590mg (niacina), 20mg (antioxidante), 1127mg (ferro), 200mg (cobre), 1248mg (mangans), 800mg (zinco), 12,4mg (iodo), 4,05mg (selênio), 4,10mg (enxofre), 174,623mg (calcário), 69,3mg (fósforo), 23,4mg (sódio) e veículo.

Os parâmetros analisados foram avaliados aos 42 dias de idade, ocasião do término do experimento. Para análise dos parâmetros histomorfométricos do intestino delgado, 3 aves de cada tratamento foram sacrificadas aos 42 dias de idade. De cada ave foram extraídas amostras de aproximadamente 2 cm<sup>2</sup>, que

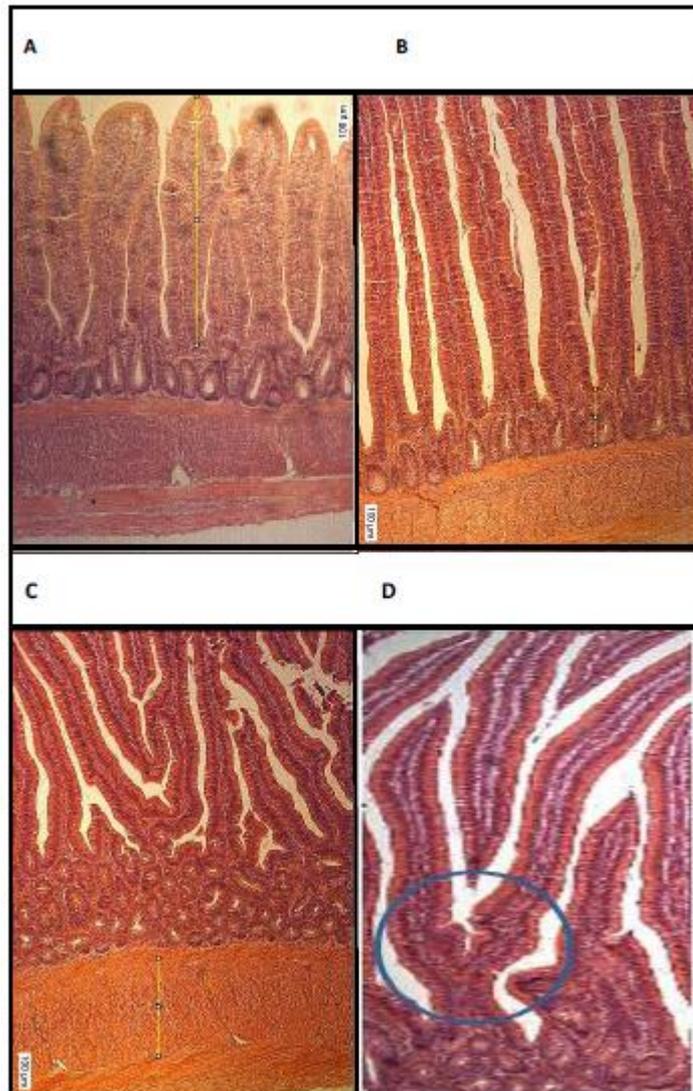
foram lavadas em solução tampão fosfato (0,1 M, pH 7,4), e fixadas em solução de Bouin por 24 horas. Em seguida foram lavadas em álcool 70% para retirada do fixador e posteriormente foram desidratadas em série crescente de álcoois: 70%, 80% e 90% e duas baterias de álcool etílico absoluto (100%), pelo período de 6 horas cada, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram feitos cortes histológicos semi-seriados, de 5  $\mu\text{m}$  de espessura que foram corados com hematoxilina-eosina (HE).

Todos os cortes histológicos foram analisados por meio de imagens digitalizadas obtidas em microscópio OLYMPUS BX50 acoplado a câmera JVC TK1085U, ligada a um computador através de uma placa digitalizadora com o aumento de 5 e 10 vezes, dependendo do parâmetro mensurado.

Em cada corte histológico foram colhidos fragmentos de aproximadamente 2 cm de cada porção do intestino delgado (duodeno: a partir do piloro até a porção distal da alça duodenal; jejuno: a partir da porção distal da alça duodenal até o divertículo de Meckel e íleo: entre o divertículo de Meckel e a abertura dos cecos).

Em cada fragmento foram mensuradas as alturas das vilosidades, as profundidades de criptas intestinais, espessura da camada muscular e números de vilosidades e bifurcações. Para a mensuração de todos os parâmetros foi utilizado o programa ImageJ 1.44p (Wayne Rasband, National Institutes of Health, EUA). Essa foi a segunda etapa do experimento sendo realizada no Departamento de Histologia da Fundação Hermínio Ometto – Uniararas, Araras SP no ano de 2011.

Em cada corte histológico dos segmentos do intestino delgado, foram mensuradas, de acordo com a unidade adotada ( $\mu\text{m}$ ), as alturas de dez vilosidades intestinais, as profundidades de dez criptas intestinais e a espessura de cinco medidas da camada muscular. As medidas de altura de vilosidades foram tomadas a partir da base superior da cripta até o ápice da vilosidade. As criptas foram medidas entre as vilosidades da base inferior até a base superior da cripta, e as espessuras da camada muscular foram medidas a partir do final da mucosa e da serosa. A quantidade de vilosidades e bifurcações foram feitas dentro da amostragem da imagem de cada mensuração (Figura 3).



**Figura 3:** **A-** Mensuração das alturas das vilosidades intestinais. **B-** Mensuração das profundidades de criptas intestinais. **C-** Mensuração da espessura camada muscular intestinal. **D-** Representação de uma bifurcação intestinal.

Para a análise estatística dos resultados obtidos, foi utilizado o procedimento GLM do SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System, 1996). Para verificar a significância entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. **Histomorfometria da mucosa do intestino delgado das aves.** Médias medidas em micrômetro ( $\mu\text{m}$ ) dos comprimentos das vilosidades intestinais, profundidade das criptas, espessura das camada musculares e relação em porcentagem do numero de bifurcações por números de vilosidades intestinais.

TRATAMENTOS		COMPRIMENTO DAS VILOSIDADES INTESTINAIS	PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS INTESTINAIS	ESPESSURA DA CAMADA MUSCULAR DOS SEGMENTOS INTESTINAIS	NUMERO DE VILOSIDADES INTESTINAIS	NUMERO DE BIFURCAÇÕES INTESTINAIS	RELAÇÃO DA PORCENTAGEM DE BIFURCAÇÕES/VILOSIDADES
DUODENO	CONT	1.696,36 a	538,60 a	315,73 c	7,90 a	1,57 c	19,87
	SBT	1.410,50 d	522,71 ab	417,35 b	6,72 ab	2,11 bc	31,40
	SAT	1.576,40 bc	362,34 c	408,72 b	6,77 ab	2,77 b	40,92
	BAT	1.662,56 ab	378,04 c	389,26 b	6,67 ab	2,67 b	40,03
	AAT	1.497,59 cd	483,87 b	464,63 a	5,53 b	3,91 a	70,31
	DMS	95,22	54,69	42,03	1,23	0,54	-
	CV%	17,59	28,59	24,41	36,26	51,69	-
JEJUNO	CONT	846,55 c	352,20 a	217,77 b	9,90 a	1,85	18,69
	SBT	905,54 b	302,11 b	273,77 a	8,10 b	2,60	32,10
	SAT	930,41 b	281,62 bc	272,53 a	7,00 bc	2,70	38,57
	BAT	1.066,41 a	281,15 bc	281,04 a	6,30 c	2,20	34,92
	AAT	918,85 b	263,83 c	288,11 a	5,90 c	2,60	44,07
	DMS	49,83	36,34	37,77	1,65	1,02	-
	CV%	15,77	29,32	33,85	25,19	48,48	-
ÍLEO	CONT	627,58 bc	309,65 a	308,36 c	9,20 a	1,20 b	13,04
	SBT	590,82 c	310,15 a	361,45 b	8,33 a	2,27 ab	27,25
	SAT	619,45 bc	217,82 c	280,42 c	7,87 ab	3,47 a	44,09
	BAT	654,33 b	298,64 a	354,78 b	6,20 bc	2,27 ab	36,61
	AAT	756,84 a	273,63 b	407,31 a	5,80 c	3,13 a	53,97
	DMS	37,35	22,87	33,60	2,00	1,49	-
	CV%	19,14	19,39	22,02	26,17	58,90	-

Valor de DMS = Diferença mínima significativa. CV(%) = Coeficiente de Variação.  
Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

## **5.1. COMPRIMENTO DAS VILOSIDADES INTESTINAIS**

### **DUODENO**

O comprimento das vilosidades duodenais das aves que receberam ração com SBT, SAT e AAT diminuiu significativamente quando comparado ao comprimento das vilosidades duodenais das aves que receberam a dieta controle, e também que os resultados do comprimento das vilosidades duodenais nos tratamentos SBT e AAT foram os menores entre todos os tratamentos.

### **JEJUNO**

Observou-se aumento significativo das vilosidades das aves alimentadas com as dietas contendo sorgo e/ou ácido tânico quando comparadas ao comprimento das vilosidades intestinais das aves que receberam ração controle, sendo o tratamento BAT com a maior altura das vilosidades entre todos os tratamentos, sendo assim existe relação da presença do tanino com aumento das vilosidades intestinais do jejuno.

### **ÍLEO**

Nas aves submetidas ao tratamento AAT, observou aumento das vilosidades intestinais em relação ao tratamento controle e aos demais tratamentos, também se verificou que dentre todos os tratamentos o com menor comprimento das vilosidades foi o SBT.

Diferentemente de CAMPOS (2006), que ao avaliar o efeito do tanino utilizando substituições do milho por sorgo com baixo teor de tanino verificou que a altura das vilosidades nos diferentes segmentos (duodeno, jejuno e íleo) não foi afetada pelos níveis crescentes de sorgo, foi verificada alterações nas alturas das vilosidades nos segmentos intestinais.

Embora as alturas das vilosidades intestinais tenham apresentado diferença significativa entre os tratamentos, não se observou alteração nos parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça, parâmetros analisados na primeira parte do experimento. Segundo Boleli et al (2002) aumentando a altura dos vilosidades, deve

haver melhora na digestão e absorção intestinal e conseqüentemente no desempenho produtivo dos animais, fato este não observado no experimento provavelmente pela compensação da diminuição da altura da vilosidade duodenal pelo o aumento das vilosidades do jejuno e íleo.

## **5.2. PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS INTESTINAIS**

### **DUODENO**

Observou-se diminuição significativa na profundidade das criptas intestinais das aves que receberam ração contendo SAT, BAT e AAT quando comparadas as criptas duodenais das aves que receberam a ração controle. Contudo não houve diferença na profundidade das criptas intestinais entre as aves que receberam ração controle e com sorgo de baixo tanino, dentre os todos, os tratamentos SAT e BAT foram os que tiveram a diminuição mais acentuada da profundidade das criptas.

### **JEJUNO**

Em todas as aves submetidas às rações com os tratamentos (SBT, SAT, BAT e AAT) verificou-se menor profundidade das criptas intestinais, sendo que nas dietas SAT e BAT foram que desenvolveram as menores profundidades das criptas intestinais.

### **ÍLEO**

Tal como no duodeno, verificou-se criptas intestinais menos profundas nas aves que receberam rações com SAT, BAT e AAT em relação às aves que receberam a dieta controle. Também foi observado menor profundidade de criptas intestinais das aves que receberam as rações com alto teor de tanino (SAT e ATT) quando comparado às aves que foram alimentadas com as demais rações. Não foram observadas alterações significativas das profundidades de criptas entre as aves alimentadas com a dieta SBT e das aves alimentadas com ração controle.

A maior profundidade das criptas intestinais corresponde a maior taxa de proliferação celular do epitélio intestinal é uma resposta do organismo para manter

as características das vilosidades (turnover) e, provavelmente ocorre para não afetar a área de superfície de absorção (UNI et al., 2000).

Mesmo com alterações significativas das profundidades das criptas intestinal ocasionadas pelos diferentes tratamentos, não houve efeito nos parâmetros constatados no início do experimento. De acordo com Arruda et al (2008), é desejável uma menor profundidade das criptas, pois melhora o desempenho da absorção intestinal. As alterações não causaram efeitos nos animais do experimento, devido à manutenção predominante, da relação vilosidade/profundidade da cripta em todos os animais.

### **5.3. CAMADA MUSCULAR**

#### **DUODENO**

Houve aumento da espessura da camada muscular do duodeno e jejuno das aves que receberam ração contendo SBT, SAT, BAT e AAT quando comparado às aves que receberam ração controle, onde dentre as rações a que teve o aumento mais acentuado da espessura foi o AAT.

#### **JEJUNO**

Ocorreu aumento significativo na espessura da camada muscular em todos os tratamentos (SBT, SAT, BAT e AAT) em relação à ração controle, evidenciando o efeito do tanino no parâmetro em questão. O aumento mais acentuado da espessura ocorreu na ração AAT.

#### **ÍLEO**

Já no íleo, houve aumento da espessura da camada muscular nos tratamentos SBT, BAT e ATT, porém não ocorreu diferença significativa da espessura entre os tratamentos SAT e controle. O tratamento que desenvolveu a maior espessura da camada muscular no íleo foi a ATT em relação a todos os demais tratamentos.

Os resultados encontrados de acordo com Rena et al. (2007), ocorreu hiperplasia do intestino delgado de ratos, devido a compensação da perda de função absorptiva causada por um procedimento cirúrgico.

Segundo Arauco et al (2007), não houve alteração da espessura da camada muscular do intestino delgado das rãs submetidas a dieta contendo própolis.

Segundo Aleixo et al (2011), a musculatura do intestino responde com aumento de volume da célula muscular, causando a hipertrofia, e, responde também, com aumento do número de células musculares levando a hiperplasia. Fenômeno esse pode ser caracterizado por interferir no desempenho digestivo.

#### **5.4. VILOSIDADES E BIFURCAÇÕES**

Houve aumento da relação bifurcação/vilosidade em todos os segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo) das aves alimentadas com ração contendo SBT, SAT, BAT e AAT quando comparadas às aves que receberam ração controle. Também observou-se aumento mais acentuado na relação bifurcação/vilosidade das aves alimentadas com ração contendo alto teor de tanino, SAT e AAT.

A presença de bifurcações das vilosidades pode ser devido a um déficit da eficiência digestiva, onde o organismo com o processo de bifurcação tenta aumentar a área de superfície da vilosidade, aumentando a eficiência do processo digestivo (ALEIXO et al 2011).

Os resultados demonstraram que a presença do tanino altera a histomorfologia do intestino delgado, porém essas alterações não ocasionaram qualquer efeito nos parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça, realizado na parte do experimento. Esse fenômeno provavelmente deve-se a manutenção da relação altura de vilosidade e profundidade de cripta em todos os tratamentos e devido a espessura da camada muscular e presença de bifurcação influenciarem pouco nos parâmetros estudados.

Na relação brotamento/vilosidade além da presença do tanino ter modificado a histomorfometria, observamos que existe uma relação positiva entre a concentração de tanino e aumento em percentagem da relação brotamento/vilosidade.

## **6. CONCLUSÃO**

Concluiu-se que o tanino causa modificações histomorfométricas em todos os parâmetros estudados (comprimento de vilosidades, profundidade das criptas, espessura da camada muscular e relação entre vilosidades e bifurcações), porém essas modificações não ocasionaram alterações que comprometessem o desempenho produtivo das aves, como peso e rendimento de carcaça.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L.M.S.; MORAES, A.V.C.; GUIMARÃES, D.P. Cultivo do Sorgo – Clima – **Embrapa Milho e Sorgo**, p.02, 2000.
- AHMED, A.E., SMITHARD, R., ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed tannin-containing diets. **British Journal Nutritive**, v. 65, p. 189-97, 1991.
- ALEIXO, V.M., PRESSINOTI, L.N., CAMPOS, D.V.S., MENEZES-ALEIXO, R.C., FERRAZ, R.H.S. Histologia, histoquímica e histometria do intestino de jacaré-do-Pantanal criado em cativeiro. **Pesq. Vet. Brasil**, Cuiabá, v. 31, n.12, p. 1120-1128. 2011.
- ALVARENGA, B.O.; BELETTI, M. E.; FERNANDES, E.A.; SILVA, M.M.; CAMPOS, F.B.; RAMOS, S.P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frango de corte. **Biosci. J.**, v.20, n3, p. 55-59, Sept./Dec. 2004.
- ARAUCO, L.R.R; STEFANI, M.V; NAKAGHI, L.S.O; BAHIA, V.R.L.O. Histologia do rim, fígado e intestino de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*) alimentados com dietas contendo própolis. **Ciência Rural**, v.37, n.5, set-out, 2007.
- ARRUDA, A.M.V., FERNADES, R.T.V., SILVA, J.M., LOPES, D.C. Avaliação morfo-histológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.01-11. 2008.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal : FUNEP / UNESP, 2002.
- BOZUTTI, S.R.A. **Avaliação de ingredientes alternativos na alimentação de frangos de corte com a adição de enzimas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2009

BRANDALIZE, V.H. Influência da nutrição da matriz, sobre a performance do frango de corte. In: ENCONTRO TÉCNICO EM CIÊNCIAS AVIÁRIAS, 5, 2001, Uberlândia. **Anais...**Uberlândia: [s.n.], 2001. P.46.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.

BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. 1 ed. Campinas, SP, **Agros Comunicação**, 2002.p.154.

CAMPOS, D.M.B.; **Efeito do sorgo sobre o desempenho zootécnico, características da carcaça e o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CASARTELLI, E.M.; FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M. Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids, **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, SP, v. 7, n. 3, p.177 – 180. 2005.

CHANG, J.J.; BAILEY, J.W.; COLLINS, J.L. Dietary tannis from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 288-88, 1994

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

ELKIN, R. G. et al. Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. **Poultry Science**, Champaign, n.74, p. 125, 1995. Supplement 1. Abstract.

FERNANDES, E.A. Perspectivas do sorgo no Brasil: produção e qualidade. In: **Seminário técnico Ajinomoto Biolatina**, 9., Cascavel, 2003.

FIALHO E.T.; RUTZ, F. Utilização de sorgo em rações para suínos. **Suinocultura Industrial**, São Paulo, v.83, p.39-43, 1985.

FREIRE, E.S. **Avaliação biológica de sorgo alto e baixo tanino por meio do desempenho e digestibilidade em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2002. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista de Botucatu.

HAGERMAN, A.E., ROBBINS, C.T., WEERASURITA, Y., WILSON, T.C., MCARTHUR, C. Tannin chemistry in relation to digestion. **Journal of Range Management**, v. 45, p. 57-63, 1992.

HEIL, M.; BAUMANN, B.; ANDARY, C.; LINSENMAYER, K.E.; MCKEY, D. Extraction and quantification of "condensed tannins" as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**. v. 89, 2002. p. 519-524.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro, 1973-2002.

JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A.; SKORUPINSKA, L.; ORDA, J.; KURYSZKO, J.; TSCHIRCH, H. Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological of intestine wall in chickens. **British Poultry Science**, v. 50, n. 6, p. 687-699, 2009

LEESON, S., SUMMERS, J. D. Ingredient evaluation and diet formulation. In: Commercial Poultry Nutrition. **Ed. University Books**, 1997. p.10-101

LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. **Advances in Applied Microbiology**, v. 44, 1997.

MAIORKA, A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: V Simpósio Brasil sul de avicultura, 2004, Chapecó. **Anais...** p.119-129.

MAGALHÃES, P. C., RODRIGUES, W.A; DURÃES, F.O.M. Tanino no grão de sorgo; bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas, MG; **EMBRAPA – CNPMS**, 13p, 2000, (EMBRAPA –CNPMS, Circular Técnica, p27).

MELLO, J.P.C.; SANTOS, S.C. Em: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. SIMÕES, C.M.O.; SCHENCKEL, E.P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENCKEL, E.P., orgs.; **Ed. UFSC**: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G.; DERACHE, R. Tannic acid and oxidised tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition, Philadelphia**, v. 107, p. 2113-2121, 1977.

MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G., DERACHE, R. Tannic acid and oxidized tannic acid on the functional slate of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**. v.107, 2113-2121. 1997

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo. v. 28, n. 5, 2005. p. 892-896. ISSN 0100-4042

MYER, R.O., GOBERT, D.W., COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in the high-moisture state for growing finishing swine. **Journal Animal Science**, v. 62, p. 1290-97, 1986.

NUNES, R. V. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p. 235-266.

NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Response of broiler chicks fed a high tannin sorghum diet. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, p. 239-45, 1996.

ORTIZ, L. T., ALZUETA, C., TREVIÑO, J., CASTAÑO, M. Effects of faba bean tannins on the growth and histological structure of the intestinal tract and liver of chicks and rats. **British Poultry Science**, v.35, p.743-54, 1994.

PINTO, L.G.Q. **Tanino em rações para peixes tropicais**. 2000. 55p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

PINTO, M.; SILVA, J.D.T.; DIAS, L.T.S.; RIZZO, P.V.; CARVALHO, M.R.B. Uso do sorgo na alimentação de poedeiras. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, suplemento, n. 7, p. 101, 2005.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**. Vol. 51. P. 215-236. 1997

QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAES, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **R. Árvore**. Viçosa-MG: v. 20, n. 4, 2002. p. 485-492.

QUINTERO PINTO, L.G. **Tanino em rações para peixes tropicais**. 55p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, UNESP (Universidade Estadual Paulista), Jaboticabal, 2000.

RENA, C.I; SILVA, A.L; BARRA, A.A; FURTADO, M.C.V; RENA, R.L. Alterações morfológicas da musculatura dos músculos longitudinal e circular de ratos submetidos à criação de piloros no intestino delgado. **Rev. Col. Bras. Cir. [online]**. 2007, vol.34, n.1, pp. 41-47. ISSN 0100-6991.

RODRIGUES, P.B; FREITAS, R.T.F; FIALHO, E.T; SILVA, H.O; GONÇALVES, T.M. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Desempenho de frangos de Corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.1, p.171-182, 2003

ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S.; ALBINO, L.F.T. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. In: I SIMPÓSIO DE ZOOTECNIA. Universidade São Marcos, São Paulo – SP, 2000. **Anais...**, 108p.2000.

SCHEUERMANN, G.N. Utilização do sorgo em rações para frangos de corte. **UBA- Informa** (Informativo Técnico – União Brasileira de Avicultura), p. 95-96, 2003.

SELL, D.R.; REED, W.M.; ROGLER, J.C. Mucin excretion and morphology of the intestinal tract as influenced by sorghum tannins. **Nutrition Reports International** v.31, p.1369-74, 1985.

SERRANO, J.M.R. El sorgo hibrida despierta interes em las Americas. La hacienda, **Kissimmée**, v.66, n.5, p.36-37, 1971.

SGARBIERI, V.C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades-degradações-modificações. São Paulo: **Varela**, 1996, 517p.

SINGLETON, V.L., KRATZER, F.H. Plant phenolics. In: NAS-USA. **Toxicants accuring naturally in foods**. Washington: NRCFP, 2ed, p.309-45, 1973.

TAN, N. H.; Rahim, Z.H.A.; Khor, H.T.; Wong, K.C. Winged bean (*Psophocarpus heteagonolobus*) tannin level, phytatis content and hemagglutinant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.31, p.916-7, 1983.

TORRES, K.A.A. **Avaliação do desempenho zootécnico, da função da mucosa intestinal e da microbiota ileal quando da substituição do milho pelo sorgo na ração de frangos de corte**. Dissertação (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2010.

UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**. V. 77 P. 75-82. 1998

UNI, Z. Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the chicken small intestine. **British Poultry Science**. Vol. 41. P. 410-415. 2000.

van Leeuwen, P. 2002. **Significance of combined nutritional and morphological precaecal parameters for feed evaluation in non-ruminants**. Tese de Doutorado, Wageningen University, Holanda, 153pp.

VOHRA, P., KRATZER, F. H., GOSLYN, M. A. The growth depressing and toxic effects of tannin to chicks. **Poultry Science**, v. 45, p. 135-43, 1996

WALLACH, M. The control of coccidiosis in chickens by maternal immunization.

**Workshop at the national veterinary institute: Coccidial and clostridial infections in broiler chickens**. Uppsala. 2000. Anais.

WHITAKER, H. M. A., CARVALHO, R. L. Substituição do milho pelo sorgo em rações para equinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.139-46, 1997.