

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DO TANINO E DO ÁCIDO TÂNICO SOBRE OS
LIPÍDIOS PLASMÁTICOS E MORFOMETRIA DO FÍGADO E
PÂNCREAS EM FRANGOS DE CORTE**

Luciana Thie Seki Dias
Zootecnista

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL
Janeiro de 2004

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DO TANINO E DO ÁCIDO TÂNICO SOBRE OS
LIPÍDIOS PLASMÁTICOS E MORFOMETRIA DO FÍGADO E
PÂNCREAS EM FRANGOS DE CORTE**

Luciana Thie Seki Dias

Orientador: Prof. Dr. Celio Raimundo Machado

Co-Orientadora: Prof^a.Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, para a obtenção do Título de Doutor, em ZOOTECNIA (Produção Animal).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Janeiro de 2004

S463e Seki-Dias, Luciana Thie
Efeitos do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e pâncreas em frangos de corte / Luciana Thie Seki Dias. --Jaboticabal, 2004
xi, 46f.; 28cm

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2004.
Orientador: Célio Raimundo Machado
Banca examinadora: Marcelo de Oliveira Andreotti, Maria José Baptista Barbosa, Vera Maria Barbosa de Moraes, Isabel Cristina Boleli.

Bibliografia

1. frangos de corte – nutrição. 2. frangos de corte - deposição de gordura. 3. frangos de corte - lipoproteínas. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.085.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

LUCIANA THIE SEKI DIAS - nascida em 16 de Julho de 1971, em Embu Guaçu - SP, graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Campus de Jaboticabal - SP, em agosto de 1996. Em março de 1997 foi selecionada para o curso de Mestrado em Zootecnia (área de concentração em Produção Animal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP - Campus de Jaboticabal - SP, tendo obtido o grau de Mestre em setembro de 1999. Em março de 2000 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia (área de concentração em Produção Animal), pela mesma faculdade. Em Janeiro de 2004 seu trabalho de Tese foi submetido à banca examinadora para defesa, sendo aprovada. Desde setembro de 2003 está lotada no Departamento de Biotecnologia Vegetal, da Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Agrárias/Campus de Araras - SP, como professora de Zootecnia de Não Ruminantes.

O nosso perdão àqueles que por motivos
alheios à nossa vontade não nos
compreenderam, nem mesmo se fizeram
compreender.

Sabemos que o que fizemos foi apenas uma
gota no oceano, mas se não tivéssemos feito
essa gota faltaria."

(Madre Teresa de Calcutá)

Dedicação Especial,

Aos meus pais,

Satoshi e Kaneo, agradeço por terem
sempre mostrado, que por detrás de
cada obstáculo descubro novos horizontes.

Ao meu irmão e cunhada,

Luciano e Clarissa, pelo incentivo, amizade e companheirismo.

Ao meu marido,

Fábio, pelo amor, compreensão, dedicação, carinho e
amizade sempre presentes, e tudo o mais que foi
conquistado e compartilhado nesses anos.

Ao meu filho,

Lucas, pelo carinho e
pela grandiosidade de ser uma criança fantástica!

À querida **Masaki Okano** (*in memoriam*),

Por ter sido simplesmente a pessoa maravilhosa...

DEDICO

Homenagem Especial,

Aos Professores Doutores:

CELIO RAIMUNDO MACHADO

E

MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO,

"Ser mestre não é apenas lecionar.

Ensinar não é só transmitir matéria.

Ser mestre é ser instrutor e amigo, guia e companheiro;

é caminhar com o aluno passo a passo, é transmitir a

estes o segredo da caminhada. Ser mestre é ser exemplo.

Exemplo de dedicação, de doação, de dignidade pessoal e, sobretudo,

de amor à profissão.

O meu carinho e gratidão à vocês que souberam,

além de transmitir suas experiências, apoiar-se em minhas dificuldades."

A MINHA GRATIDÃO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pedindo sempre que “nos conceda a serenidade necessária para aceitar, como são as coisas que não podemos modificar, coragem para modificar as que podemos e sabedoria necessária para distinguirmos uma das outras”.

Às mãos e almas amigas de Gilberto, D. Neide, Dr. Alexandre, Dr. Joãozinho e Irmã Ângela, pelo valioso e inestimável auxílio na hora mais difícil desta caminhada...

Aos Profs. Dr. Matias J. P. Szabó, Dr. Jaime Maia e a Dra. Silvana M. B. Artoni pelo empréstimo dos equipamentos de análise de imagens.

Ao Prof. Dr. Dilermando Perecin pela orientação nas análises estatísticas.

À Prof^a. Dra. Maria Inês T. Ferro e Prof. Dr. Jesus A. Ferro pelo biotério.

À Prof^a. Dra. Rosângela Z. Machado pelos auxílios prestados durante estes anos de convivência.

A Fazenda de Ensino e Pesquisa na pessoa do Prof. Dr. Itamar Andrioli.

Ao Prof. Dr. Otto M. Junqueira, Prof^a. Dra. Jane M. B. Ezequiel, Prof^a. Dra. Vera M. B. de Moraes e Prof. Dr. Paulo A. Bellingieri pela atenção, sugestões e críticas apresentadas no Exame Geral de Qualificação.

Ao Prof. Dr. Marcelo de O. Andreotti, Prof^a. Dra. Maria José B. Barbosa, Prof^a. Dra. Vera M. B. de Moraes e Prof^a. Dra. Isabel C. Boleli pelas sugestões e críticas apresentadas na Banca de Defesa da Tese.

À Euclides, Damares e Orandi, técnicos de Laboratório do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal e à Tânia, técnica do Laboratório do Departamento de

Tecnologia da FCAV-UNESP, pela amizade, compreensão e grande colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Robson, Izildo, João e Vicente do Setor de Avicultura e à Sandra, Fernando e Oswaldo da Fábrica de Ração, pela ajuda prestada na execução dos experimentos.

Aos funcionários da biblioteca, em especial a Cristina, Fábio, Marta e Tiekó pela amizade e boa vontade em nos atender sempre.

Ao Prof. Dr. Paulo Affonso Bellingieri e D. Maria do Carmo pela amizade, compreensão e apoio incondicional durante todos esses anos.

À Cleidinha, Flávio, D. Cleyde e Sr. Badô pela amizade de longa data.

Aos amigos, colegas e companheiros Afonso, Marília, Matheus, Meire, Santa, Paulo, Bianca, Gustavo, Janaina, Pricila, Miani, Tim, Lú, Fabiano Dahlke, Brenda, Flavião, Ana, Gonzaga, Oba, Fabinho, Muzambinho, Ciça, Vera, Ramón, Kelli, Cro, Turma da Toca, Jozivaldo e todos da família Quintiliano pelos agradáveis momentos de convivência.

À Julie, Lara, Cana e Bruce pelos momentos de lazer, muitas brincadeiras e talvez até de compreensão.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela agradável convivência.

À muitos professores desta unidade que sempre me apoiaram dispensando atenção e amizade.

À todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e que por falta de minha memória, não estão aqui citados, o meu agradecimento.

ÍNDICE

INDICE DE TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
2. Aspectos fisiológicos relacionados aos lipídios em frangos de corte	2
3. Efeito do tanino na alimentação animal	5
4. Referências Bibliográficas	9
CAPÍTULO 2. EFEITO DO TANINO E DO ÁCIDO TÂNICO EM RAÇÕES SOBRE OS LIPÍDIOS PLASMÁTICOS, A DEPOSIÇÃO LIPÍDICA, OS RENDIMENTOS DE CARÇAÇA E DE CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE	16
1. Introdução	16
2. Material e Métodos	17
3. Resultados e Discussão.....	25
4. Referências Bibliográficas	33
CAPÍTULO 3. MORFOMETRIA E PESOS DO PÂNCREAS E DO FÍGADO EM FRANGOS ALIMENTADOS COM SORGO E/OU ÁCIDO TÂNICO	37
1. Introdução	37
2. Material e Métodos	38
3. Resultados e Discussão.....	42
4. Referências Bibliográficas	45

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	
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).	20
Tabela 2. Rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa expressos em porcentagem aos 42 dias de idade.	25
Tabela 3. Porcentagem de gordura abdominal em relação ao peso vivo, porcentagem da gordura da moela e da gordura do intestino em relação aos respectivos órgãos vazios, aos 42 dias de idade	27
Tabela 4. Lipídios totais do fígado, dos músculos do peito, da carcaça e das fezes expressos em porcentagem, aos 42 dias de idade	28
Tabela 5.. Médias dos níveis de triacilglicerol plasmáticos (mg/dL) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	29
Tabela 6. Médias dos níveis de colesterol plasmáticos (mg/dL) de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	30
CAPÍTULO 3	
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).	41
Tabela 2.. Morfometria (NCP – número de células do pâncreas e ACP – área das células do pâncreas) e peso relativo do pâncreas aos 42 dias de idade.	43

Tabela 3 Morfometria (NCF – número de células do fígado e ACF – área das células do fígado) e peso relativo do fígado aos 42 dias de idade.	44
---	----

PARÂMETROS DO METABOLISMO LIPÍDICO EM FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE SORGO E TANINO

RESUMO: 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 de rendimento de carcaça, rendimento de cortes comerciais, deposição de gordura abdominal e visceral, lipídios circulantes e do músculo e morfometria do fígado e pâncreas 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. A adição de 15% de sorgo ou do ácido tânico não afetou os rendimentos de carcaça, o rendimento de cortes comerciais, a deposição de gorduras abdominal e visceral. Entretanto os lipídios totais dos músculos *Pectoralis major* e *Pectoralis minor* peito tiveram seus valores reduzidos, o colesterol e triacilglicerol das frações lipoprotéicas sofreram aumentos quando se adicionou sorgo com alto teor em taninos ou alto ácido tânico e os pesos relativos do fígado e pâncreas não foram afetados pelos tratamentos. A morfometria das células do fígado e pâncreas indicou ter ocorrido o processo de hiperplasia quando se adicionou o sorgo ou o ácido tânico às dietas. De modo geral a adição de 15% de sorgo às dietas de frangos de corte não causou alterações metabólicas que comprometessem o rendimento dos principais parâmetros de desempenho dos frangos de corte, proporcionando ainda para a diminuição dos lipídios totais dos músculos.

Palavras-chave: ácido tânico, deposição de gordura, lipoproteínas, morfometria de fígado e pâncreas, sorgo

FAT METABOLISM IN BROILER CHICKENS FED DIFFERENT LEVELS OF SORGHUM AND TANNIC ACID

ABSTRACT: The experiment was carried out to evaluate the effects of sorghum strains high and low in tannin or tannic acid added to the meals of broilers on lipid metabolism, whole carcass and chest and thigh yields and morphometry of pancreas and liver cells. One hundred and fifty 1-day old Cobb chicks were raised in wire cages, and fed isoproteic/isoenergetic diets, up to 42 days. The performance parameters were not affected by any of the treatments whereas total muscle lipids decreased in the broilers fed sorghum or diets containing tannic acid. On the other hand, total lipids of carcass liver and faeces were not affected. Hyperplasia of liver and pancreas cells were observed and probably were due to the chemical components of sorghum, mainly tannin and also to the addition of tannic acid to the diets.

Key-words: fat deposition, lipoproteins, morphometry of liver and pancreas, sorghum, tannic acid

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Na indústria avícola brasileira, o segmento de frangos de corte foi o que mais se desenvolveu, tendo alcançado níveis de produção e produtividade similares aos de países desenvolvidos.

Um aspecto de destaque na carne de frango é a sua baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça ainda apresentam considerável adiposidade, principalmente nos tecidos adiposos subcutâneo, abdominal e visceral. Em razão de sua alta densidade energética, a síntese e deposição de gordura nesses tecidos envolve considerável custo metabólico para as aves, além de se constituir uma via indesejada e antieconômica na repartição dos nutrientes dietéticos. Considerando-se tais fatores e outros, entre os quais a eliminação da maior parte do tecido adiposo durante a evisceração e o processamento das carcaças, conclui-se que o resultado final da via lipogênica constitui-se em um desperdício considerável.

Além dos aspectos acima mencionados, a preferência do mercado consumidor por alimentos com baixa quantidade de gordura exerceu forte motivação, levando a indústria avícola a tentar soluções mais efetivas para este problema.

Detecta-se nos últimos anos uma nítida tendência para mudar as diretrizes que norteiam os objetivos da avicultura industrial no que se refere à qualidade das carcaças (NEWCOMBE, 1994). Tal tendência se confirma pelo desenvolvimento de técnicas para produzir aves com menos tecido adiposo e maior rendimento muscular ao invés de boa conversão alimentar e maior peso aos 42 dias (TESSERAUD et al. 1996).

Pode-se antever, considerável vantagem econômica com o desenvolvimento de linhagens aprimoradas, com menos gordura corporal e com características metabólicas que possibilitem uma repartição nutricional direcionada ao aumento de síntese e deposição de proteína muscular.

Os principais depósitos de gordura das aves estão localizados na cavidade abdominal e, para sua identificação e quantificação foram utilizados métodos físicos

para quantificar gordura em outras espécies. Tais métodos (PYM & THOMPSON, 1980) revelaram-se pouco eficientes para aves e a avaliação química das carcaças de sucessivas gerações é um processo por demais complexo para ser praticado na avicultura industrial (LECLERCQ et al., 1980).

Assim sendo, a seleção para se conseguir aves com menos gordura, baseada em variáveis bioquímicas correlacionadas ao metabolismo de lipídios constitui-se em um método alternativo.

2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS AOS LIPÍDIOS EM FRANGOS DE CORTE

Estudos sobre nutrição de aves apresentam considerável interesse no acompanhamento dos níveis de lipídios, triacilgliceróis e colesterol, além dos ácidos graxos, como forma de estimar algumas condições fisiológicas das aves (HILL, 1983).

O conhecimento do sistema de transporte de lipídios nos mamíferos avançou nos últimos anos particularmente como resultado do uso de várias espécies como modelo experimental para o metabolismo de lipídios e lipoproteínas na espécie humana, mesmo que freqüentemente sob condições de dietas aterogênicas (MAHLEY, 1978).

O processo lipogênico em aves apresenta características específicas. No frango jovem, cerca de 80-85% dos ácidos graxos que se acumulam no tecido adiposo são derivados dos lipídios plasmáticos (GRIFFIN et al., 1992). A atividade das enzimas lipogênicas no tecido adiposo é baixa e o fígado é o principal sítio de lipogênese (GOODRIDGE & BALL, 1967; O'HEA & LEVEILLE, 1969; SAADOUN & LECLERCQ, 1983). A maior parte da gordura que se acumula no adipócito da ave é derivada da dieta ou sintetizada a partir de carboidratos no fígado e a regulação da captação do lipídio plasmático é potencialmente muito importante em determinar a taxa de crescimento do tecido adiposo nas aves.

A concentração de VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade) na circulação parece ser o principal fator na deposição da gordura porque foi mostrado estar bem correlacionado com o conteúdo das gorduras abdominal e total (GRIFFIN et al., 1981; WHITEHEAD & GRIFFIN, 1982; GRUNDER & CHAMBERS, 1985). Além disso, a

seleção divergente para VLDL plasmática produziu linhagens de frangos com quantidades de gordura substancialmente diferentes (WHITEHEAD & GRIFFIN, 1984).

Dietas comerciais para frangos de corte contém cerca de 3% de gordura e, juntamente com a síntese hepática *de novo*, é considerável a contribuição de ambas para a hipertrofia dos tecidos adiposos das aves. A captação do triacilglicerol (TAG) plasmático pelos tecidos extra-hepáticos, excetuando o ovário, é mediada pela lipase lipoprotéica, cuja atividade nos tecidos das aves é menos responsiva às alterações no status hormonal e nutricional do que em mamíferos (HUSBANDS, 1972; BENSON & BENSADOUN, 1977). Provavelmente devido a isso existem poucos estudos sobre sua relação com o crescimento do tecido adiposo das aves. Conseqüentemente, a VLDL hepática é a principal fonte de ácidos graxos a partir da qual os adipócitos podem produzir e depositar os seus próprios lipídios. A correlação positiva entre a VLDL plasmática e a adiposidade corporal em frangos, sugere que tal situação depende da disponibilidade do substrato lipídico para a captação pelo adipócito. Assim sendo, as concentrações plasmáticas elevadas de VLDL em aves obesas não resultam de um ritmo lento de captação pelo adipócito, mas antes de um aumento na sua síntese e secreção pelo fígado (LEGRAND et al., 1987; SAADOUN & LECLERCQ, 1987; GRIFFIN et al., 1991).

Muito pouco é conhecido sobre a regulação da síntese e secreção de lipoproteínas no fígado de aves jovens. O trabalho fundamental de TARLOW et al. (1977) em hepatócitos de frangos demonstrou que a insulina estimulou a lipogênese *de novo* e a síntese de VLDL, enquanto que a tiroxina e o glucagon exerciam efeitos opostos. Nesse contexto, o "background" hormonal deve ser muito importante como agente das diferenças nas taxas de lipogênese produzidas pela seleção genética. Entretanto, a secreção de lipídios sob a forma de lipoproteínas não parece ser tão estreitamente coordenada com a síntese de lipídios. Estudos *in vitro* indicam claramente que altas concentrações de insulina, similares às encontradas nos animais alimentados, estimulam a lipogênese enquanto inibem a síntese de proteína apoB. Por tal motivo a montagem e secreção de VLDL é inibida e alguns triacilgliceróis são canalizados para uma armazenagem temporária em vesículas citoplasmáticas

(MOONEY & LANE, 1981). Estudos mais recentes mostram que aves alimentadas com dietas hiperprotéicas suplementadas de triiodotironina são capazes de diminuir a taxa de lipogênese hepática e conseqüentemente o tamanho e dimensões do coxim adiposo abdominal (ROSEBROUGH et al., 1996). HERMIER (1997) mostrou que a secreção hepática e a concentração plasmática de VLDL eram sempre mais altas em aves obesas, comparadas às aves magras.

As principais funções do fígado no metabolismo dos lipídios consistem em degradar os ácidos graxos para serem utilizados como fonte de energia; sintetizar triacilgliceróis a partir dos carboidratos e proteínas além de sintetizar outros lipídios a partir dos ácidos graxos, particularmente colesterol e fosfolipídios.

Uma grande quantidade de TAG no fígado aparece durante os estágios iniciais de inanição, na presença de diabetes melito e em qualquer condição em que as gorduras, em lugar de carboidratos, estão sendo utilizadas como fonte de energia. Nessas situações, são mobilizadas grandes quantidades de TAG do tecido adiposo que são transportados na forma de ácidos graxos livres no sangue e a seguir, redepositados sob a forma de TAG no fígado, onde se dá a sua oxidação. Assim, em condições fisiológicas normais, a quantidade de TAG no fígado é determinada pela velocidade de utilização dos lipídios como fonte de energia.

Outro componente importante da adiposidade refere-se à captação dos TAG plasmáticos pelos tecidos extra-hepáticos mediada pela lipase lipoprotéica. Esta enzima está ligada às células endoteliais e catalisa a hidrólise das lipoproteínas hepáticas (PADERSEN & SCHOTZ, 1980). Os ácidos graxos liberados entram nas células adjacentes para serem reesterificados e armazenados (GUO et al., 1988). Como já citado anteriormente, a capacidade para sintetizar ácidos graxos é bastante limitada no tecido adiposo das aves (LEVEILLE et al., 1975) e como suas dietas contêm quantidades relativamente baixas de lipídios, a maioria dos TAG plasmáticos está presente como VLDL de origem hepática (GRIFFIN et al., 1982).

Os níveis circulantes de ácidos graxos livres refletem as flutuações nas taxas de “turnover” do tecido adiposo e principalmente os mecanismos de lipomobilização,

produzindo ácidos graxos para metabolização no fígado ou por outros tecidos (MARCH, 1984; BARTLEY, 1989).

3. EFEITO DO TANINO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

O principal componente das rações de aves é o milho, cujo custo tem sido um dos grandes problemas da indústria. Como a alimentação é responsável por 65% do custo de produção de frangos de corte, pesquisas vêm sendo conduzidas no sentido de se maximizar a utilização de insumos disponíveis no mercado, objetivando sempre a diminuição nos custos de produção, reduzindo o preço final do frango de corte. O sorgo, por suas características nutricionais tem sido estudado como sucedâneo do milho, principalmente por ser uma cultura de grande versatilidade. Rústico, de fácil adaptação a todos tipos de solos, até mesmo aos mais fracos, apresenta uma qualidade adicional que é sua resistência à seca. A cultura desta planta pode ser feita em consórcio com leguminosas, na qual a produção de grãos passa a ter um lucro adicional. Pode ser plantado em safrinha após culturas de verão e, atualmente, esta prática tem sido a mais usual, pois permite ao produtor rural explorar a cultura de verão e em seguida lucrar com a produção de sorgo safrinha.

O conteúdo nutritivo é bem semelhante ao do milho, cereal largamente utilizado na formulação de rações para aves, sendo o principal ingrediente energético. Comparativamente, o sorgo apresenta de 90 a 95% do valor nutritivo do milho (WHITAKER & CARVALHO, 1997).

Embora ligeiramente inferior quanto ao valor energético, o sorgo é um pouco superior ao milho em relação ao seu valor protéico (ROSTAGNO, 1986). Por outro lado, o milho apresenta um maior teor de extrato etéreo e níveis superiores de aminoácidos essenciais.

O grão de sorgo, bem como outras plantas superiores, podem conter taninos e compostos tais como ácidos fenólicos e flavonóides 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.

Os taninos compreendem um grupo de compostos fenólicos solúveis em água, de massa molecular e complexidade variadas, e que de acordo com QUINTERO PINTO (2000) também podem apresentar grupos carboxílicos, alifáticos e hidroxifenólicos. 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. No sorgo encontra-se predominantemente taninos condensados, que possuem estrutura mais complexa que os hidrolisáveis e são polímeros resultante da condensação de unidades de flavan-3-ol, denominado de proantocianidina. Entretanto, LEESON & 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.

Os grãos de sorgo ricos em tanino condensado são geralmente escuros, embora alguns cultivares podem apresentar grãos pobres em taninos (LEESON & SUMMERS, 1997), não havendo então uma relação clara entre a cor da semente e o conteúdo em taninos, como se tem preconizado (WHITAKER & CARVALHO, 1997).

Os taninos são capazes de reagir com proteínas, polissacarídeos e outras moléculas, e ainda atuarem como quelantes de minerais (MANSOORI & ACAMOVIC, 1997). Podem também inibir a ação de enzimas digestivas (BUTLER et al., 1984; LONGSTAFF & MACNAB, 1991; NYACHOTTI et al., 1996) ou terem a produção de mucina alteradas na presença de taninos (SELL et al., 1985) e reduzir a digestibilidade de aminoácidos (ARMSTRONG et al., 1973) e da energia da dieta (GOUS et al., 1982). Essas são algumas das razões pelas quais a presença de tanino nos alimentos apresenta alguns efeitos deletérios na saúde e no desenvolvimento animal, incluindo a depressão na palatabilidade do alimento e ingestão voluntária, diminuição na digestibilidade da proteína, dos carboidratos (CHANG et al., 1994, KNOX et al., 1995),

do amido, lipídios (LONGSTAFF & MACNAB, 1991) e diminuição na absorção de cálcio (CHANG et al., 1994).

O grau de toxicidade do tanino das diversas fontes dietéticas depende do seu tipo (se hidrolisável ou condensado), das suas proporções na dieta, dos produtos finais da sua hidrólise no intestino e da espécie animal (QUINTERO PINTO, 2000). Sua diversidade se deve à diferença na capacidade fisiológica dos animais e as diferentes reações químicas apresentadas pelos diversos grupos de taninos. Seus grãos possuem características antimicrobianas que parecem estar ligadas à capacidade deste componente em formar quelatos com íons de metais, diminuindo a disponibilidade destes para os microrganismos e à característica adstringente podendo induzir a complexação com enzimas microbianas (SCALBERT, 1991).

Estudos realizados por ORTIZ et al. (1994) fornecendo dietas com adição de ácido tânico a frangos de corte em crescimento e ratos, na proporção de 0, 8 e 16 g/kg de ração, encontraram um 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 uma 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).

Assim, verifica-se atualmente que o setor avícola enfrenta sérios problemas pela elevada velocidade de crescimento apresentada pelas aves, tornando-as mais susceptíveis à ocorrência de doenças metabólicas como a ascite e a síndrome da morte súbita, desarranjos esqueléticos que levam a problemas do sistema locomotor

(LEESON & SUMMERS, 1988), além de elevado acúmulo de gordura verificado nas carcaças. Geralmente, estes fatos estão associados à utilização de rações com um elevado teor energético. Deste modo se faz necessário a implementação e a utilização de fontes alternativas de alimentos, que satisfaçam os anseios do ponto de vista nutricional e fisiológicos dos animais, bem como dos aspectos econômicos e da saúde do consumidor.

Diante do exposto conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de comparar o efeito da inclusão do sorgo com baixo e alto teor em taninos e adição do ácido tânico nas mesmas proporções dos taninos presentes nos grãos de sorgo, sobre os parâmetros de lipídios plasmáticos das frações lipoprotéicas; deposição de gordura visceral e abdominal e os possíveis efeitos morfométricos no fígado e pâncreas de frangos de corte machos criados em ambiente controlado de temperatura.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ARMSTRONG, W. D., FEATHERSTON, W. R., ROGLER, J. C. Influence of methionine and other dietary additions on the performance of chicks fed bird-resistant sorghum grain diets. **Poultry Science**, v. 52, p.1592-9, 1973.

BARTLEY, J.C. Lipids metabolism and its diseases. In: KANEKO, J.J. **Clinical Biochemistry of the Domestic Fowl**. 4. ed. New York: Academic Press, 1989. p.106-41.

BENSON, J.D., BENSADOUN, A. Response of adipose tissue lipoprotein lipase to fasting in the chicken and the rat. A species difference. **Journal of Nutrition**, v.107, p.990-7, 1977.

BUTLER, L. G., RIEDL, D. J., LEBRYK, D. G., BLYTT, H. J. Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism, specificity, and significance. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v.61, p.916-20, 1984.

CHANG, M.J., BAILEY, J.W., COLLINS, J.L. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 283-8, 1994.

GOODRIDGE, A.G., BALL, E.G. Lipogenesis in the pigeon: in vivo studies. **American Journal of Physiology**, v.213, p.245-9, 1967.

GRIFFIN, H.D., GRANT, G., PERRY, M.M. Hydrolysis of plasma triacylglycerol-rich lipoproteins from immature and laying hens by lipoprotein lipase in vitro. **Biochemical Journal**, v.206, p.647-54, 1982.

GRIFFIN, H.D., GUO, K., WINDSOR, D., BUTTERWITH, S.C. Adipose tissue lipogenesis and fat deposition in leaner broiler chickens. **Journal of Nutrition**, v.122, p.363-8, 1992.

GRIFFIN, H.D., WHITEHEAD, C.C., BROADBENT, L.A. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers – a basis for selection? **British Poultry Science**, v.21, p.107-13, 1981.

GRIFFIN, H.D., WINDSOR, D., WHITEHEAD, C.C. Changes in lipoprotein metabolism and body composition in chickens in response to divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. **British Poultry Science**, v.32, p.195-201, 1991.

GRUNDER, A.A., CHAMBERS, J.R. Plasma very low density lipoproteins and abdominal fat in broiler chickens: heritabilities and genetic correlations. **Poultry Science**, v.64, suppl. 1: p.109, 1985.

GUO, K., GRIFFIN, H.D., BUTTERWITH, S.C. Biochemical indicator of fatness in meat-type chickens: lack of correlation between lipoprotein lipase activity in post-heparin plasma and body fat. **British Poultry Science**, v.29, p.343-50, 1988.

HILL, J.A. Indicators of stress in poultry. **World's Poultry Science Journal** v.39, p.24-32, 1983.

HORIGOME, T., KUMAR, R., OKAMOTO, K. Effects of condensed tannins prepared from leaves of fodder plants on digestive enzymes in vitro and in the intestine of rats. **British Journal of Nutrition**, v.60, p.275-85, 1988.

HUSBANDS, D.R. The distribution of lipoprotein lipase in tissues of the domestic fowl and the effects of feeding and starving. **British Poultry Science**, v.13, p.85-90, 1972.

KNOX, A. I., McNEILL, L., McNAB, J. M. Selection between high and low tannin diets by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, p.849, 1995.

LECLERCQ, B.; BLUM, J. C. BOYER, J.P. Selecting broilers for low or high abdominal fat: initial observations. **British Poultry Science**, v. 21, p. 107 - 113, 1980.

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

LEESON, S., SUMMERS, J. D. Some nutritional implications of leg problems with poultry. **British Veterinary Journal**, v.144, p.81-92, 1988.

LEGRAND, P., MALLARD, J., BERNARD-GRIFFITHS, M.A., DOUAIRE, M., LEMARCHAL, P. Hepatic lipogenesis in genetically lean and fat chickens. In vitro studies. **Comparative Biochemistry and Physiology** n.87B, p.789-92, 1987.

LEVEILLE, G. A.; ROMSOS, D. R.; YEH, Y. Y., O'HEA, E. K. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. **Poultry Science**, v. 54, p. 1075-93, 1975.

LONGSTAFF, M., McNAB, J. M. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of aminoacids, starch and lipids, and on digestive enzyme activities in young chicks. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.199-216, 1991.

MAHLEY, R.W. Alterations in plasma lipoproteins induced by cholesterol feeding in animals including man. In: Disturbances in lipid and lipoprotein metabolism. **American Physiological Society**, 1978.

MANSOORI, B., ACAMOVIC, T. Effect of tannic acid on endogenous calcium, phosphorus, and magnesium losses in broilers. **British Poultry Science**, v.37 (Supplement), p.S67, 1996a.

MARCH, B.E. Plasma triglyceride and glucose clearance in broiler type and white leghorn chickens with different degrees of adiposity. **Poultry Science**, v.63, n.8, p.1586-93, 1984.

MITJAVILLA, S., LACOMBE, C., CARRERA, G., DERACHE, R. Tannic acid and oxidized tannic acid on the functional state of rat intestinal epithelium. **Journal of Nutrition**, v.107, p.2113-21, 1977.

MOONEY, R.A., LANE, M.D. Formation and turn-over of triglyceride-rich vesicles in chick liver. **Journal Biol. Biochem**, v.256, p.11724-33, 1981

MYER, R. O., GORBET, 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 of Animal Science**, v.62, p.1290-7, 1986.

NEWCOMBE, M. Tendências mundiais no manejo de frangos de corte In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Santos-SP, **Anais...** Campinas FACTA, 1994, p.1-2.

NRC. **Requirements of Nutrients of Poultry** (9th Ed.), National Academy Press, Washington, DC.1994.

NYACHOTTI, 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.

O'HEA, E.K.; LEVEILLE, G.A. Significance of adipose tissue and liver as sites of fatty acid synthesis in the pig and the efficiency of utilization of various substrates for lipogenesis. **Journal of Nutrition**, v. 99, p. 338-44, 1969.

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.

PADERSEN, M.E.; SCHOTZ, M.C. Rapid changes in rat heart lipoprotein lipase activity after feeding carbohydrate. **Journal of Nutrition**, v.110, p.481-7, 1980.

PYM, R. A. E.; THOMPSON, J. M. A simple caliper technique for the estimation of abdominal fat in live broilers. **British Poultry Science**, v. 21, p.281-6, 1980.

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

ROSTAGNO, H.S. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. **Informe Agropecuário** v.12, p.18-27, 1986.

SAADOUN, A., LECLERCQ, B. Comparison *in vitro* fatty acid sintesis and transport in the domestic chick (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, n.75B, p.641-4, 1983.

SAADOUN, A., LECLERCQ, B. *In vivo* lipogenesis of genetically lean and fat chickens: effects of nutritional state and dietary fat. **Journal of Nutrition** v.117, p.428-35, 1987.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, p. 3875-9, 1991.

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.

TARLOW, D.M., WATKINS, P.A., REED, R.E., MILLER, R.Z., ZWERGEL, E.E., LANE, M.D. Lipogenesis and the synthesis and secretion of very low density lipoprotein by avian liver cells in nonproliferating monolayer culture. Hormonal effects. **Journal Cell Biology**, v.73, p.332-53, 1977.

TESSERAUD, S., MAAA, N., PERESSON, R., CHAGNEAU, A.M. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. **British Poultry Science**, v.37, p.641-50, 1996.

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, 1966.

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.

WHITEHEAD, C.C., GRIFFIN, H.D. Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. **British Poultry Science**, v.25, p. 573-82, 1984.

WHITEHEAD, C.C., GRIFFIN, H.D. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. **British Poultry Science**, v.23, p.299-305, 1982.

CAPÍTULO 2. EFEITO DO TANINO E DO ÁCIDO TÂNICO EM RAÇÕES SOBRE OS LIPÍDIOS PLASMÁTICOS, A DEPOSIÇÃO LIPÍDICA, OS RENDIMENTOS DE CARÇAÇA E DE CORTES COMERCIAIS EM FRANGOS DE CORTE.

RESUMO: O experimento foi conduzido em biotério climatizado com temperatura termoneutra, sendo utilizado frangos machos da linhagem Cobb, adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (CONTROLE - 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) e 10 repetições, sendo as aves alojadas em gaiolas e criados até aos 42 dias de idade. Os resultados obtidos permitem concluir que: a adição de 15% de sorgo ou do ácido tânico não afetaram os rendimentos de carcaça, o rendimento de cortes comerciais, a deposição de gorduras abdominal e visceral, no entanto os lipídios totais dos músculos do peito tiveram seus valores reduzidos. O colesterol e triacilglicerol das frações lipoprotéicas sofreram aumentos quando se adicionou sorgo com alto teor em taninos ou alto ácido tânico e que a adição de 15% de sorgo nas dietas de frangos de corte parece ser promissora diante do seu custo em relação ao milho e sem prejuízos metabólicos sob o ponto de vista fisiológico.

Palavras-chave: sorgo, ácido tânico, deposição de gordura, lipoproteínas,

1. INTRODUÇÃO

A gordura é um tecido de alta densidade energética e sua síntese e deposição envolvem consideráveis custos metabólicos e alimentares. Considerando estes fatores e outros, como a baixa percentagem do seu aproveitamento, conclui-se que essa gordura representa uma perda. Isto é especialmente verdadeiro, com respeito à gordura abdominal que é retirada em sua maior parte, durante a evisceração. A gordura residual que ainda permanece é removida posteriormente pelos processadores para que as carcaças apresentem melhor qualidade e aparência. Até mesmo a gordura subcutânea, mais difícil de ser removida das carcaças, não apresenta utilidade visto ser retirada ou se desfazer pelo calor ao ser preparada. Dessa forma, considerável vantagem econômica, em termos de aumento na eficiência alimentar seria conseguida caso as carcaças fossem produzidas com menos gordura corporal.

Dentre as abordagens feitas para a obtenção de aves com tais características destacam-se estudos de seleção genética e de manipulação de dietas. Neste último enfoque, ou seja, com a finalidade de diminuir a quantidade da gordura corporal nas aves, JACKSON et al. (1982) e JONES & WISEMAN (1985), adotaram uma variação da razão proteína dietética e restrição alimentar em idade precoce. Entretanto, tais benefícios não são considerados na prática, devido ao custo elevado das dietas hiperprotéicas (DIAS, 1999) e ao aumento do nível de manipulação da alimentação, no caso da restrição alimentar. Entretanto, QUINTERO PINTO (2000), trabalhando com peixes tropicais quando alimentados com rações que continham sorgo tiveram uma menor deposição de gordura visceral.

Neste contexto, o sorgo devido às semelhanças nutricionais seria um cereal capaz de substituir o milho na formulação de rações para suínos e aves, inferindo uma diminuição na manipulação, além de reduzir os custos das rações pelo seu preço menor que o do milho.

Assim, com o objetivo de obter informações adicionais sobre a influência do tanino em frangos foi avaliada a inclusão do sorgo com alto e baixo teor em taninos, bem como a adição de ácido tânico em rações à base de milho e farelo de soja, na deposição de gordura visceral e abdominal; lipídios totais hepático, do músculos do peito, da carcaça e das fezes; quantificação de colesterol e triacilglicerol totais

plasmáticos das frações lipoprotéicas, além do rendimento de carcaça e de cortes comerciais em frangos de corte machos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Animais e seu tratamento

O experimento foi conduzido em biotério climatizado com temperatura termoneutra no Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. 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 credenciado pelo Ministério da Agricultura e alojadas em um biotério de alvenaria, com laje e telhado de barro, dimensões de 5,0 x 6,0m, 3,0m de 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, as gaiolas foram equipadas com um bebedouro de alumínio de pressão (tipo copo), onde a água era 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 Bouda 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 termonetralidade. 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/m².

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 por NRC (1994). A pesagem e a mistura dos ingredientes foram realizadas na Fábrica de Ração da FCAV-UNESP/Jaboticabal. As rações iniciais que continham sorgo foram misturadas em um misturador tipo "Y", devido à pequena quantidade. E no misturador vertical, as rações sem sorgo e todas as rações de crescimento. As rações foram misturadas por dez minutos e posteriormente ensacadas e levadas ao biotério, um dia antes do início do experimento, ou da troca das mesmas.

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⁻¹ para baixo teor e 7,90 mg catequina 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 encontram-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 ⁽¹⁾	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.

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

2.2. Parâmetros avaliados

Os parâmetros analisados foram avaliados aos 42 dias de idade, ocasião do término do experimento.

2.2.1. Rendimentos de Carcaça, Peito e Coxa + Sobrecoxa

Aos 42 dias de idade, foi retirada uma ave por repetição, identificadas por etiquetas numeradas, submetidas a um jejum de 6 horas, pesadas individualmente e em seguida processadas no Abatedouro localizado no Aviário da FCAV/ UNESP – Câmpus de Jaboticabal, seguindo os procedimentos normais de atordoamento, sangria, depenagem e evisceração. As carcaças sem pés, cabeça, pescoço, vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas antes do resfriamento. O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate utilizando-se da seguinte fórmula: $\%RC = (\text{Peso Carcaça} \times 100) / \text{Peso Vivo}$. E para os rendimentos de peito e coxa + sobrecoxa utilizou-se da seguinte fórmula:

$$\% R_{\text{Parte}} = (\text{Peso Parte} \times 100) / \text{Peso Carcaça}$$

2.2.2. Tecido Adiposo Abdominal e Visceral

Para a quantificação do tecido adiposo abdominal, 10 aves por tratamento (uma ave por repetição) foram sacrificadas por deslocamento cervical, sangradas e então o tecido adiposo abdominal foi removido e pesado de acordo com KUBENA et al. (1974). Este tecido adiposo se refere àquele superposto às bordas adjacentes e descendentes do duodeno e limitado ventralmente pelo externo e parede muscular abdominal (NICKEL et al., 1977). Os dados obtidos foram tabulados e relacionados ao peso vivo das aves, sendo apresentados em porcentagem antes de serem analisados estatisticamente.

Para a quantificação do tecido adiposo da moela, as mesmas aves citadas acima tiveram a moela retirada sem o pró-ventrículo e o seu conteúdo esvaziado. Coletou-se todo o tecido adiposo ao redor do órgão, pesou-se o órgão e o tecido adiposo separadamente. Os dados obtidos foram tabulados e o tecido adiposo relacionado ao peso do órgão vazio, sendo apresentados em porcentagem antes de serem analisados.

Para a quantificação do tecido adiposo do intestino, utilizou-se as mesmas aves dos procedimentos acima citados. Todo o intestino (a partir da moela até à cloaca) foi retirado, esvaziado, o tecido adiposo removido e pesado. Os dados obtidos foram tabulados e o tecido adiposo relacionado ao peso do órgão vazio, sendo apresentados em porcentagem antes de serem analisados.

2.2.3. Lipídios Totais

Para a determinação de lipídios totais da carcaça, 10 aves por tratamento foram sacrificadas por deslocamento cervical, sendo que retirou-se uma ave por repetição (gaiola). Estas aves foram acondicionadas uma a uma em sacos plásticos previamente identificados, e levadas para congelamento em freezer -20°C. Estas carcaças congeladas foram cortadas em pequenos pedaços, moídas, homogeneizadas e levadas ao Laboratório de Fisiologia Animal para determinação de lipídios totais, na matéria natural, conforme metodologia proposta por BLIGH & DYER (1959).

As mesmas aves que tiveram as gorduras abdominais removidas tiveram o fígado retirado e pesado sem a vesícula biliar. Uma pequena parte do lobo esquerdo de cada fígado foi retirado, embrulhado em papel alumínio, etiquetado e levado imediatamente ao freezer com temperatura de -20°C.

Para as análises de lipídios totais dos músculos *Pectoralis major* e *Pectoralis minor* foram retirados aproximadamente 2cm² do lado esquerdo entre a clavícula e a ponta do esterno. Estas amostras foram embrulhadas em papel alumínio, etiquetadas e levadas ao freezer -20°C para congelamento até o momento das análises.

Todos os excrementos das 3 aves por gaiola (repetição), num período de 24 horas foram coletadas das bandejas de cada gaiola, homogeneizou-se, e uma fração de cada repetição foi acondicionada em pratos de alumínio, identificadas e levadas para secagem em estufa com circulação e renovação forçada de ar por 48 horas. Estas fezes secas foram moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira de malha fina (20 mesh). Este material obtido foi acondicionado em vidros com tampa plástica, constituindo-se no material a ser analisado posteriormente.

Os lipídios totais do fígado, dos músculos do peito e das fezes foram

determinados gravimetricamente após extração com clorofórmio-metanol (2:1, v v¹), como descrito por BLIGH & DYER (1959).

2.2.4. Separação das lipoproteínas

O sangue para a separação das lipoproteínas e posterior determinação de colesterol e triacilglicerol foi coletado da asa, pela veia braquial, utilizando-se seringas e agulhas descartáveis com heparina. Utilizou-se 10 aves por tratamento, uma ave por repetição. Imediatamente após a coleta, o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm por 10 minutos para a obtenção do plasma, estas amostras foram armazenadas em tubos do tipo eppendorf e mantidos a -20°C, até o momento da ultracentrifugação.

As lipoproteínas, VLDL, LDL e HDL, foram separadas em ultracentrífuga por gradientes de densidade conforme metodologias propostas por HAVEL et al. (1955) e REDGRAVE et al. (1975) com modificações realizadas no Laboratório de Imunoparasitologia do Departamento de Patologia Animal da FCAV/UNESP – Jaboticabal (SP).

Num tubo próprio para ultracentrífuga modelo Beckman Optima LE-80K com rotor SW 28.1, colocou-se 3,5 mL de plasma. Esta quantia se refere a um “pool” de 3 amostras de plasma de um mesmo tratamento e coletadas no mesmo horário. Juntamente com o plasma adicionou-se 1,14g de KBr e a partir uma solução estoque que continha 153g de NaCl e 354g de KBr/L com densidade de 1,392, obteve-se soluções com menor gradiente de concentração. Muito lentamente 0,5mL da solução com densidade de 1,210 foi adicionada ao plasma com KBr, seguida de 2,5 mL da

solução com densidade de 1,065; 2,5 mL da solução com densidade de 1,020 e 2 mL da solução com densidade de 1,005 (solução salina) conforme a Figura 1.

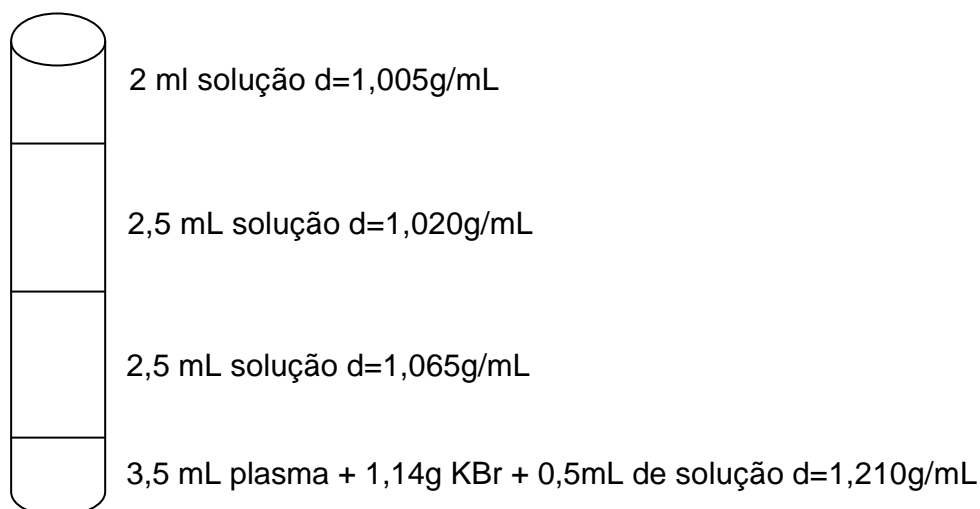


Figura 1. Esquema com a ordem das soluções salinas acrescentadas no tubo da ultracentrifuga (antes da ultracentrifugação).

As amostras foram ultracentrifugadas durante 20 horas a 8°C a 25000 rpm. Após a ultracentrifugação coletou-se as lipoproteínas separadamente e acondicionou-se em tubos tipo eppendorf para posterior análises de triacilgliceróis e colesterol total.

O triacilglicerol total das lipoproteínas foram quantificados pelo método proposto por FOSSATI (1982), McGOWAN et al. (1983) e NAGELE et al. (1984) por meio de “kit” (Cat. 59, LABTEST Diagnóstica S.A., Belo Horizonte, MG) no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da FCAV-UNESP – Jaboticabal (SP).

O colesterol total das lipoproteínas foram quantificados pelo método proposto por ALAIN et al. (1974), modificado por GOOD et al. (1966) por meio de “kit” (Cat. 60, LABTEST Diagnóstica S.A., Belo Horizonte, MG), no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da FCAV-UNESP – Jaboticabal (SP).

2.3. Análises Estatísticas

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Rendimento de Carcaça e Rendimento de Cortes Comerciais

De acordo com a Tabela 2, nota-se resultados estatisticamente não significativos para os parâmetros avaliados quando da utilização de sorgo com alto teor de tanino, na proporção de 15%, bem como da utilização do ácido tânico, quando comparados ao tratamento controle (milho + farelo de soja). Resultados estes semelhantes aos encontrados por SILVA (2003), que substituiu o milho por sorgo “sem tanino” (atuais cultivares de sorgo, considerados sem tanino) nas proporções de 0; 25; 50; 75 e 100% nas dietas de frangos de corte, não encontrando prejuízos às aves e nem à rendimentos de carcaça e de cortes.

TABELA 2. Rendimento de carcaça, peito e coxa + sobrecoxa, expressos em porcentagem, aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Carcaça ¹	Peito ²	Coxa + sobrecoxa ²
CONT	65,93	30,74	34,75
SBT	67,52	29,95	34,33
SAT	66,92	31,74	34,09
BAT	66,22	31,61	34,38
AAT	67,70	29,98	34,73
DMS	4,19	2,75	1,69
CV (%)	4,94	7,01	3,87

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.

¹ rendimento da carcaça em relação ao peso vivo ao abate.

² rendimento dos cortes em relação ao peso da carcaça.

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

3.2. Gordura abdominal, gordura da moela e gordura do intestino

Na tabela 3, estão apresentados os valores médios expressos em porcentagem para os pesos relativos de gordura abdominal e gordura da moela, não se observando diferenças significativas para os pesos médios relativos nestes parâmetros. Desta forma, os níveis de substituição do milho pelo sorgo e/ou ácido tânico não influenciaram nos depósitos adiposos dos frangos de corte aos 42 dias de idade, resultados estes concordantes com os de SILVA (2003), que substituindo parcial e totalmente o milho por sorgo não afetou o peso relativo da gordura abdominal dos frangos. Resultados contraditórios aos descritos, foram relatados por EL ZUBEIR & MUSTAFA (1992) onde a inclusão de sorgo em total substituição ao milho nas dietas para frangos de corte resultou em um aumento na deposição de gordura abdominal.

O aumento na deposição de gordura abdominal em aves em função da ingestão de taninos, também foi observada por POUR-REZA & EDRISS (1997), atribuindo aos efeitos do tanino sobre a digestibilidade da proteína, e a conseqüente redução na disponibilidade de aminoácidos. A interação dos taninos com as proteínas ocorrem através de pontes de hidrogênio, associações hidrofóbicas e por ligações covalentes (MITARU et al., 1984), e por estas razões as variedades de sorgo com alto tanino têm eficiência nutritiva menor em comparação aos de baixo tanino. Os taninos formam complexos com outros compostos como os polissacarídeos, aminoácidos, ácidos graxos e ácidos nucléicos (GUALTIERI & RAPACCINI, 1990).

Ainda na Tabela 3, em relação ao peso relativo da gordura da moela, não se observou diferenças estatísticas diferindo dos resultados obtidos por SILVA (2003) que

observou diminuição do peso quando substituiu o milho por sorgo na proporção de 75% e 100%.

TABELA 3. Porcentagem de gordura abdominal em relação ao peso vivo, porcentagem da gordura da moela e da gordura do intestino em relação aos respectivos órgãos vazios, aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Gordura Abdominal	Gordura da Moela	Gordura do Intestino
CONT	1,15	32,59	13,19
SBT	1,19	38,52	17,05
SAT	0,94	29,09	11,26
BAT	0,94	24,83	11,05
AAT	1,35	37,24	13,18
DMS	0,65	22,33	7,69
CV (%)	30,71	36,36	30,90

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.

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

3.3. Lipídios totais do fígado, dos músculos *Pectoralis major* e *Pectoralis minor*, carcaça e fezes

Na Tabela 4, não se observou diferença estatística entre os efeitos dos tratamentos aos 42 dias de idade para os lipídios totais do fígado. Segundo LEVEILLE et al. (1975), o metabolismo de lipídios em aves mostra várias diferenças quando comparado ao de mamíferos. Dentre as diferenças, está o local da síntese de lipídio, que nas aves ocorre predominantemente no fígado. Assim sendo, em aves comerciais foi estimado que mais de 70% da síntese de lipídios ocorre neste órgão e cerca de 5% no tecido adiposo. Já para SGARBIERI (1987), o acúmulo de lipídios no fígado pode ser consequência de diminuição de síntese de lipoproteínas plasmáticas, o que estaria

associado a fatores lipotrópicos. Os processos metabólicos que utilizam grupos metílicos em grandes quantidades ou dietas pobres em metionina tendem a aumentar os lipídios hepáticos. A não mobilização da gordura hepática pode estar associada à incapacidade de síntese de componentes que entram na composição das VLDL, que são responsáveis pelo transporte dos ácidos graxos na forma de triacilgliceróis.

Diante destes fatos podemos inferir que como as dietas foram isoprotéicas e isocalóricas e não houve diferença para lipídios totais hepáticos, a complexação entre proteína e tanino das dietas não afetou negativamente a síntese de lipídios hepáticos pelas aves experimentais.

TABELA 4. Lipídios totais do fígado, dos músculos do peito, da carcaça e das fezes expressos em porcentagem, aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Fígado ¹	Músculo ¹	Carcaça ¹	Fezes ²
CONT	1,48	0,93 ^B	11,97	2,56
SBT	1,58	0,37 ^A	12,50	2,40
SAT	1,39	0,32 ^A	15,55	2,78
BAT	1,36	0,27 ^A	10,04	2,40
AAT	1,44	0,44 ^A	13,76	2,59
DMS	0,60	0,31	4,79	0,52
CV (%)	21,76	12,80	13,97	10,86

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.

¹ Análise na matéria natural.

² Análise na matéria seca.

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

3.4. Lipídios plasmáticos das frações lipoprotéicas

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados os valores médios dos níveis de triacilglicerol e colesterol, respectivamente, das frações lipoprotéicas obtidos pela ultracentrifugação do plasma.

Para triacilglicerol total, os tratamentos SAT e AAT mostraram diferenças

estatísticas em relação aos demais tratamentos, mas para o TAG do VLDL e do LDL houve diferença estatística apenas para o tratamento AAT ($p < 0,05$).

Para colesterol do HDL, os tratamentos SAT e AAT mostraram diferenças estatísticas em relação aos demais tratamentos, mas para o colesterol do VLDL houve diferença estatística apenas para o tratamento AAT ($p < 0,05$).

TABELA 5. Médias dos níveis de triacilglicerol plasmáticos (mg/dL) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

TRATAMENTO	TAG TOTAL	TAG do VLDL	TAG do LDL	TAG do HDL
CONT	97,74 ^A	83,28 ^A	9,80 ^A	5,26
SBT	103,78 ^A	89,82 ^A	10,48 ^A	6,32
SAT	108,40 ^B	86,22 ^A	11,14 ^A	5,70
BAT	103,60 ^A	89,38 ^A	10,76 ^A	5,22
AAT	110,20 ^B	93,44 ^B	11,80 ^B	5,54
DMS	9,31	9,00	1,44	1,24
CV (%)	6,95	8,36	10,47	17,27

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.

VLDL - lipoproteína de muito baixa densidade

LDL - lipoproteína de baixa densidade

HDL - lipoproteína de alta densidade

TAG - triacilglicerol

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

TABELA 6. Médias dos níveis de colesterol plasmáticos (mg/dL) de frangos de corte aos 42 dias de idade.

TRATAMENTO	COLESTEROL TOTAL	COLESTEROL do VLDL	COLESTEROL do LDL	COLESTEROL do HDL
CONT	102,40	4,68 ^A	67,00	17,66 ^A
SBT	102,80	4,66 ^A	66,40	21,20 ^A
SAT	116,72	4,68 ^A	79,46	24,08 ^B
BAT	105,48	4,42 ^A	65,86	18,62 ^A
AAT	120,40	5,80 ^B	79,00	24,10 ^B
DMS	21,41	0,91	17,30	5,38
CV (%)	15,28	14,56	18,93	19,91

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.

VLDL - lipoproteína de muito baixa densidade

LDL - lipoproteína de baixa densidade

HDL - lipoproteína de alta densidade

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

No TAG e colesterol do VLDL, o tratamento AAT teve maior concentração lipídica, mas não houve aumentos significativos para a gordura abdominal e visceral (Tabela 3) como os achados obtidos por GRIFFIN et al., (1981); WHITEHEAD & GRIFFIN, (1982); GRUNDER & CHAMBERS, (1985) onde a concentração de VLDL na circulação parece ser o principal fator causador da adiposidade porque apresenta uma correlação positiva com o conteúdo das gorduras abdominal e total.

Os valores encontrados, demonstraram que a adição de sorgo, com alto teor em taninos ou a adição de alto ácido tânico nas rações à base de milho e farelo de soja induziram alterações significativas no TAG total e no colesterol do HDL. De acordo com BEHR et al. (1981), a LDL é derivada de VLDL de origem hepática, após a mesma ter sofrido a ação da lipase lipoprotéica. Além disso, alguns dos constituintes de superfície da VLDL são também transferidos para a HDL. Portanto, se a VLDL sofreu ação da lipase lipoprotéica, fica explícito o incremento nos níveis de colesterol da fração HDL, uma vez que o colesterol da VLDL é significativamente maior.

A fração da lipoproteína que está diretamente relacionada com a quantidade de gordura armazenada no organismo são os triacilgliceróis. O TAG é o lipídio predominante nos portomícrons e na VLDL (88 e 56% da molécula, respectivamente), enquanto que o colesterol e fosfolípidios são predominantes nas lipoproteínas de baixa (LDL) e alta densidade (HDL), (48 e 46%, respectivamente). Assim sendo, as determinações dos TAG dos portomícrons e VLDL refletem o fluxo de lipídios originários do intestino e do fígado.

Existe limitado número de estudos sobre a influência de alguns componentes químicos do sorgo, principalmente o tanino, sobre o metabolismo das aves. Das poucas referências existentes, o trabalho de POUR-REZA & EDRISS (1997) mostrou que os diversos cultivares de sorgo utilizados nas dietas de frangos de corte, apresentou uma correlação positiva com a quantidade de gordura das carcaças. O presente trabalho, utilizando 15% de sorgo nas dietas, mostra que o tanino e mesmo o ácido tânico adicionados às dietas não contribuiu para aumentar a adiposidade nas aves.

Por este trabalho ter sido um dos poucos que relacionou os efeitos do sorgo e ácido tânico ao metabolismo lipídico, a escassez de informações bibliográficas não nos permite discussões mais aprofundadas.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que:

- A adição de 15% de sorgo ou do ácido tânico não afetaram os rendimentos de carcaça, o rendimento de cortes comerciais, a deposição de gorduras abdominal e visceral, no entanto os lipídios totais dos músculos do peito tiveram seus valores reduzidos;
- O colesterol e triacilglicerol das frações lipoprotéicas sofreram aumentos quando se adicionou sorgo com alto teor em taninos ou alto ácido tânico, assim, em virtude das características químicas dos taninos, estas moléculas podem estar ligadas a alguma proteína plasmática promovendo estes aumentos nos lipídios circulantes, mas sem

promover a deposição de gorduras na carcaça ou a maior síntese de lipídios pelo fígado;

► A adição de 15% de sorgo nas dietas de frangos de corte parece ser promissora diante do seu custo em relação ao milho e sem prejuízos metabólicos sob o ponto de vista fisiológico.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAIN, C.A.; POON, L.S.; CAHN, C.S.G.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol **Clinical Chemistry** v. 20, p.470-5, 1974.

BEHR, S. R.; PATSCH, J. R.; FORTE, T.; BENSADOUN, A. Plasma lipoproteins change resulting from immunologically blocked lipolysis **Journal of Lipid Research**, v.22, p.443-50, 1981.

BLIGH, E.J.; DYER, N.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v.37, p.911-7, 1959.

DIAS, L.T.S. **Metabolismo hepático de lipídios em frangos de corte (*Gallus domesticus*) com diferentes níveis de proteína e energia na dieta**. 59p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP – Jaboticabal, 1999

EL ZUBIER, E.A.; MUSTAFA, E.A. The replacement value of sorghum gluten meal for soya-bean meal in broiler chick diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 36, p. 339-42, 1992.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide **Clinical Chemistry** v.28,p.2077-8, 1982.

GOOD, N.E., WINGER, G.D., WINTER, W., CONNOLY, T.N., IZAWA, S., SINGH, R.M.M. Properties of common buffers. **Biochemistry** v.5, p.467-77, 1966.

GRIFFIN, H.D, WINDSOR, D., WHITEHEAD, C.C. Changes in lipoprotein metabolism and body composition in chickens in response to divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. **British Poultry Science**, v.32, p.195-201, 1991.

GRUNDER, A.A., CHAMBERS, J.R. Plasma very low density lipoproteins and abdominal fat in broiler chickens: heritabilities and genetic correlations. **Poultry Science**, v.64,suppl.1: p.109, 1985.

GUALTIERI, M., RAPACCINI, S. Sorghum grain on poultry feeding. **World Poultry Science Journal**. v.46, p.246-51, 1990.

HARVENSTEIN, G.B., FERKET, P.R., SCHEIDELER, S.E., RIVES, D.V. Carcass composition and yield of 1991 vs 1957 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. **Poultry Science**, v.73, p.1795-804, 1994.

HAVEL, R. J.; EDER, H. A. ; BRAGDON, J. H. The distribution and chemical composition of ultracentrifugally separated lipoproteins in human serum **Journal Clinical Investigation** , v.34, p.1345-53, 1955.

JACKSON, A.J., CAPPER, B.S., MATTY, A.J. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, v. 27, p. 97-109, 1982.

JONES, R.L., WISEMAN, J. Effect of nutrition on broiler carcass composition: influence of dietary energy content in the starter and finisher phases. *British Poultry Science*, v.26, p.381-8, 1985.

KUBENA, L.F.; DEATON, J.N.; REECE, F.N.; CHEN, T.C. Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 3 dietary energy levels. **Poultry Science**, v.53, p.974-8, 1974.

LEVEILLE,G.A, ROMSOS,D.R., YEH,Y.Y., O'HEA,E.K. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms.

Poultry. Science., v.54, p.1075-93, 1975.

McGOWAN, M.W., ARTISS, J.D., STRANDBERGH, D.R., ZAK, B. A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides **Clinical Chemistry** v.29,p.538-42, 1983.

MITARU, B.N., REICHERT, R.D., BLAIR, R. The binding of dietary protein by sorghum tannins in the digestive tract of pigs. **Journal of Animal Nutrition**. p.114-8, 1984.

NAGELE, V., HEAGELE, O.E., SAUER, G., WIEDEMAN, E., LEHMANN, P., WAHLEFELD, A.W., GRUBER, W.J. Reagent for the enzymatic determination of serum total triglycerides with improved lipolytic efficiency. **Journal Clinical Chemistry Clin Biochem** v.22, p.165-74, 1984.

NICKEL, R.; SCHUMER, A.; SEIFERLE, E. Anatomy of the domestic birds. Verlag, p.47, 1977.

NRC. **Requirements of Nutrients of Poultry** (9th Ed.), National Academy Press, Washington, DC.1994.

POUR-REZA, J.; EDRISS, M.A. Effects of dietary sorghum of different tannin concentrations and tallow supplementation on the performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, v.38,p.512-7,1997.

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

REDGRAVE, T.G., ROBERTS, D.C.K. and WEST, C.E. Separation of plasma lipoproteins by density gradient ultracentrifugation **Ann Clin. Biochem**, v. 65, p.42-9, 1965.

SGARBIERI, V.C. *Alimentação e Nutrição: Fator de saúde e desenvolvimento*. Campinas: Editora da UNICAMP, 1987, 387p.

SILVA, J.D.T. **Uso de sorgo com baixo teor em taninos na alimentação de frangos de corte**. 40p. Trabalho de Graduação (Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP – Jaboticabal, 2003

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS User's guide: statistics. SAS Institute Inc., Cary, NY, 1996.

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.

WHITEHEAD, C.C., GRIFFIN, H.D. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. **British Poultry Science**, v.23, p.299-305,1982.

CAPÍTULO 3. MORFOMETRIA E PESOS DO PÂNCREAS E DO FÍGADO EM FRANGOS ALIMENTADOS COM SORGO E/OU ÁCIDO TÂNICO

RESUMO: Em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (CONTROLE - 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) e 10 repetições, foi conduzido um experimento utilizando 150 pintos machos de 1 dia de idade da linhagem Cobb, criados até aos 42 dias de idade em gaiolas, com ambiente controlado recebendo rações isoprotéicas e isoenergéticas. Os resultados obtidos permitem concluir que os pesos relativos do fígado e pâncreas não foram afetados pelos tratamentos; entretanto, a morfometria das células do fígado e pâncreas indicaram ter ocorrido o processo de hiperplasia quando se adicionou o sorgo ou o ácido tânico às dietas.

Palavras-chave: ácido tânico, morfometria de fígado e pâncreas, sorgo

1. INTRODUÇÃO

As propriedades antinutricionais dos taninos condensados são numerosas, mas todas 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 restrito ao trato digestório (QUINTERO PINTO, 2000).

A presença de tanino nos alimentos tem como consequência alguns efeitos indesejáveis no desenvolvimento dos animais, tais como diminuição da palatabilidade do alimento, da ingestão voluntária, da digestibilidade das proteínas, dos carboidratos (CHANG et al., 1994; KNOX et al., 1995), do amido e dos lipídios (LONGSTAFF & McNAB, 1991). Estes efeitos nutricionais são devido à formação de complexos com proteínas, carboidratos e outras macromoléculas alimentares; inibição de muitas enzimas digestivas, diminuição da absorção de outros nutrientes através da membrana

pela formação de quelatos com íons de metais e perda epitelial do intestino (WARREHAM et al. 1994).

Alguns efeitos deletérios provocados pelo tanino podem reduzir a capacidade absorptiva do trato gastrointestinal, contribuindo para a baixa performance do animal, freqüentemente observada pela inclusão de dietas contendo taninos. Entretanto, alguns estudos tem demonstrado não haver efeitos adversos na morfologia do pâncreas, quando aves foram alimentadas com sorgo sem tanino. (SELL et al., 1985)

O peso de órgãos tem sido freqüentemente utilizados para se obter respostas em diversos tratamentos (BROWN et al., 1985). O pâncreas de frangos alimentados com dietas contendo alto teor em taninos tem mostrado aumento do tamanho de até duas vezes (AHMED et al., 1991). Outros estudos com frangos (LONGSTAFF & McNAB, 1991; FEATHERSTON & ROGLER, 1975) e com perus (DOUGLAS et al. 1993) tem observado aumento do tamanho do pâncreas. NYACHOTI & ATKINSON (1995), atribuem o aumento do peso do pâncreas à hipertrofia.

NYACHOTI et al., (1996) não observou diferença significativa no peso do fígado de aves aos 21 dias de idade que receberam dietas contendo sorgo com alto nível de tanino.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os pesos do fígado e do pâncreas, o número e a área das células hepáticas e pancreáticas de frangos alimentados com sorgo de alto e baixo teor em tanino e/ou a sua substituição na mesma proporção com ácido tânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Animais e seu tratamento

O experimento foi conduzido em biotério climatizado com temperatura termoneutra no Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. 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

credenciado pelo Ministério da Agricultura e alojadas em um biotério de alvenaria, com laje e telhado de barro, dimensões de 5,0 x 6,0m, 3,0m de 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, as gaiolas foram equipadas com um bebedouro de alumínio de pressão (tipo copo), onde a água era 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 Boushab 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 33º 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/m².

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 por NRC (1994). A pesagem e a mistura dos ingredientes foram realizadas na Fábrica de Ração da FCAV-UNESP/Jaboticabal. As rações iniciais que continham sorgo foram misturadas em um misturador tipo “Y”, devido à pequena quantidade. E no misturador vertical, as rações sem sorgo e todas as rações de crescimento. As rações foram misturadas por dez minutos e posteriormente ensacadas e levadas ao biotério, um dia antes do início do experimento, ou da troca das mesmas.

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⁻¹ para baixo teor e 7,90 mg catequina 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 encontram-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 ⁽¹⁾	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.

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

2.2. Morfometria de Fígado e Pâncreas

Os parâmetros analisados foram avaliados aos 42 dias de idade, ocasião do término do experimento.

Para análise dos parâmetros morfométricos do pâncreas e do fígado, 3 aves de cada tratamento foram sacrificadas aos 42 dias de idade. De cada ave foram extraídas amostras de aproximadamente 1 cm², 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, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram feitos cortes histológicos semi-seriados, de 5 µm de espessura que foram corados com hematoxilina-eosina (HE).

Através de um microscópio de luz acoplado a uma câmera, três campos de cada lâmina tiveram a imagem capturada e arquivada em CD. Para o número de células, foram contadas todas de cada campo e para as medidas de área, dez células de cada campo foram escolhidas aleatoriamente e mensuradas.

Para a análise estatística dos resultados obtidos, foi utilizado o procedimento GLM do SAS[®] (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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para o número de células, a área das células pancreáticas e o peso relativo do pâncreas, encontram-se na Tabela 2. Verificou-se que os tratamentos utilizados não influenciaram na medida da área e nem no peso relativo, mas observou-se diferença significativa para o número de células.

O número de células por área aumenta significativamente quando se utiliza o sorgo na ração, independentemente do teor em taninos. A inclusão de ácido tânico não altera o número de células por área, significando então, que pode haver algum componente no sorgo capaz de elevar o número das células. Este processo de proliferação das células por multiplicação mitótica é denominado de hiperplasia.

Apesar dos trabalhos realizados por LONGSTAFF & McNAB, (1991); FEATHERSTON & ROGLER, (1975), com frangos e DOUGLAS et al. (1993) com perus terem observado aumento do tamanho do pâncreas. NYACHOTI & ATKINSON (1995), em pesquisas mais recentes indica que o aumento do peso do pâncreas ocorre devido à hipertrofia, discordando dos resultados apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Morfometria (NCP – número de células do pâncreas e ACP – área das células do pâncreas) e peso relativo do pâncreas aos 42 dias de idade.

Tratamentos	NCP	ACP(μm^2)	PRP
CONT	112,33 C	16,81	0,20
SBT	153,33 AB	17,61	0,18
SAT	161,00 A	15,79	0,20
AAT	128,00 BC	16,82	0,17
BAT	108,67 C	18,11	0,18
DMS	8,7	9,8	0,04
CV (%)	31,03	4,48	11,91

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.

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

Na Tabela 3, estão apresentados os valores morfométricos médios e peso relativo do fígado. Não houve diferença significativa para área das células e para o peso relativo do fígado, mas para o número de células a diferença foi significativa. Quando se adicionou o ácido tânico na ração o número de células por área aumentou, ocorrendo o inverso para o número de células do pâncreas, que diminuiu quando se adicionou o ácido tânico. Estes resultados mostram que ocorreu a processo de hiperplasia para as células hepáticas. Apesar da hiperplasia, não houve aumento de lipídios totais no fígado (órgão responsável por sintetizar lipídios em aves), mas houve uma queda nos valores

de lipídios totais quando se incluiu sorgo ou ácido tânico nas rações à base de milho e farelo de soja (dados apresentados no Capítulo 2).

NYACHOTI et al. (1996), não observaram diferenças significativas no peso do fígado de aves alimentadas com sorgo e seus resultados são concordantes com os obtidos nesta pesquisa.

TABELA 3. Morfometria (NCF – número de células do fígado e ACF – área das células do fígado) e peso relativo do fígado aos 42 dias de idade.

Tratamentos	NCF	ACF(μm^2)	PRF
CONT	62,33 C	15,34	2,18
SBT	77,33 BC	16,19	1,75
SAT	62,00 C	16,38	2,06
AAT	80,00 AB	16,09	1,72
BAT	97,00 A	15,15	1,83
DMS	8,53	5,45	0,52
CV (%)	17,36	2,32	14,30

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.

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

DMS – Diferença Mínima Significativa

CV – Coeficiente de Variação

CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que:

➤ A adição de 15% de sorgo ou do ácido tânico não afetou a área das células e os pesos relativos do pâncreas e fígado, mas afetou o número de células desses órgãos, ocorrendo hiperplasia das mesmas, neste contexto pode-se inferir que, as vias de assimilação e degradação dos taninos do sorgo e do ácido tânico parecem não ter sido as mesmas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

BROWN, D.R.; SOUTHERN, L.L.; BAKER, D.H. A comparison of methods for organ weight data adjustments in chicks. **Poultry Science**, v.64, p.366-69, 1985.

CHANG, M.J., BAILEY, J.W., COLLINS, J.L. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption and utilization of protein in rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 283-8, 1994.

DOUGLAS, J.H.; SULLIVAN, T.W.; GONZALEZ, N.J.; BECK, M.M. Differential age response of turkeys to protein and sorghum tannin level. **Poultry Science**, v.72, p.1944-51, 1993.

FEATHERSTON, W.R.; ROGLER, J.C. Influence of tannins on the utilization of sorghum grain by rats and chicks. **Nutrition Reports International**, v.11, p.491-7, 1975.

KNOX, A. I., McNEILL, L., McNAB, J. M. Selection between high and low tannin diets by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, p.849, 1995.

LONGSTAFF, M., MACNAB, J. M. The inhibitory effects of hull polysaccharides and tannins of field beans (*Vicia faba* L.) on the digestion of aminoacids, starch and lipids, and on digestive enzyme activities in young chicks. **British Journal of Nutrition**, v.65, p.199-216, 1991.

NRC. **Requirements of Nutrients of Poultry** (9th Ed.), National Academy Press, Washington, DC.1994.

NYACHOTTI, C. M., ATKINSON, J. L. The effect of feeding high-tannin sorghum on digestive organ response and overall performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.74, p. 125 (abstract), 1995.

NYACHOTTI, 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.

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

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.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS User's guide: statistics. SAS Institute Inc., Cary, NY, 1996.

TAMIR, M.; ALUMOT, E. Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.20, p.199-202, 1969.

WARREHAM, C.N.; WISEMAN, J., COLE, D.J.A. Processing and antinutritive factors in feedstuffs. In: COLE, D.J.A, VARLEY, M.A. Principles of pig sciences. 1994, 427p.

YAPAR, Z; CLANDININ, D.R. Effect of tannins in rapeseed meal on its nutritional value for chicks. **Poultry Science**, v.51, p.222-8, 1972.