

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VALOR ENERGÉTICO DA DEXTRINA E SEUS EFEITOS NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

IVAN MAILINCH GONÇALVES PEREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada ao programa
de Pós-Graduação em Zootecnia
como parte das exigências para
obtenção do título de mestre.

Botucatu - SP
Junho, 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VALOR ENERGÉTICO DA DEXTRINA E SEUS EFEITOS NA
ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

IVAN MAILINCH GONÇALVES PEREIRA DE SOUZA

Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Roberto Sartori

CO-ORIENTADOR: Dr. Vitor Barbosa Fascina

Dissertação apresentada ao programa
de Pós-Graduação em Zootecnia
como parte das exigências para
obtenção do título de mestre.

Botucatu - SP
Junho, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S725v Souza, Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de, 1984-
Valor energético da dextrina e seus efeitos na alimentação de frangos de corte / Ivan Mailinch Gonçalves Pereira de Souza. - Botucatu : [s.n.], 2013
ix , 55 f. : il., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013

Orientador: José Roberto Sartori
Coorientador: Vitor Barbosa Fascina
Inclui bibliografia

1. Frango de corte. 2. Dextrina. 3. Prebióticos. 4. Nutrição. 5. Dietas. I. Sartori, José Roberto. II. Fascina, Vitor Barbosa. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Não é que fé mova montanhas, nem que todas as estrelas estejam ao alcance, para as coisas que não podem ser mudadas resta-nos somente paciência, porém, preferir a derrota prévia à dúvida da vitória é desperdiçar a oportunidade de merecer. Pros erros há perdão; pros fracassos, chance; pros amores impossíveis, tempo. De nada adianta cercar um coração vazio ou economizar alma. Um romance cujo fim é instantâneo ou indolor não é romance. Não deixe que a saudade sufoque, que a rotina acomode, que o medo impeça de tentar. Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando, fazendo que planejando, vivendo que esperando, porque, embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu.

(Sarah Westphal)

Dedico este trabalho a Deus,
a minha família, aos meus
amigos e a minha fé.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À oportunidade dada pelo meu amigo e orientador, Prof. Dr. José Roberto Sartori, pelos ensinamentos, pela paciência e pelo seu apoio moral e intelectual sempre que necessários.

Ao meu co-orientador Dr. Vitor Barbosa Fascina, pelo apoio em todos os momentos de minha formação, desde a graduação até a pós-graduação, pela amizade e companheirismo.

À toda minha família, que mesmo com todas as dificuldades, sempre me incentivaram, e foi dela que recebi o verdadeiro apoio para poder continuar a minha luta.

À república FDP, minhas queridas amigas, Freada, D-luxo, Pedigree, Flambaxana, Culói, Sibala, Dagalera, Dani, Piça, Petisco e Barra Funda pela amizade e carinho dado por todos esses anos de convivência em Botucatu.

E à DEUS, que sempre esteve nos meus pensamentos e através dele pude suportar diversas dificuldades e continuar em meu caminho através da minha fé.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado que tornaram viável a execução deste trabalho.

À empresa Ingredion Brasil Ingredientes Industriais Ltda. por fornecer a dextrina para a realização dessa pesquisa.

Aos funcionários da fábrica de ração, supervisão de Fazendas de Ensino Pesquisa e Extensão e dos Departamentos de Produção Animal e de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ - UNESP, Câmpus de Botucatu.

Aos professores da FMVZ/UNESP pelo apoio, amizade e dedicação durante esse período.

Aos servidores da seção de Pós-graduação em Zootecnia Carlos Pazini Junior e Seila Cristina Cassineli Vieira.

Ao funcionário do Laboratório de Nutrição de Aves, Wanderley Thiago da Silva pelo apoio durante a realização dos experimentos.

Aos amigos e colegas de trabalho, Amapô, Calvina, Vitão, Smigo, Tropeço, Juliana, Priscila, Pok-Teta, Funcionária, Imo, Serpentina, Confeti, Piça, Peterson, Mônica, Francine, Vanessa, Thayla, Fabí, Randap, Mete-a-cara, Elisane, Natani, Santinha, Carolzinha, Revoltado, Felipe, Cachorrito, Fabyola, Symon, Edgar, Paga-10, Édina, Krçola e outros que não foram citados devido a falha de memória causada pela emoção do momento.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I	
1 - INTRODUÇÃO.....	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 - O uso dos carboidratos na alimentação de frangos de corte.....	3
2.2 - Dextrina.....	4
2.2.1 - Definição geral.....	4
2.3 - Processamento do amido de milho e produção de dextrina.....	6
2.4 - Energia para frangos de corte.....	7
2.5 – Prebiótico.....	8
2.6 - Amido resistente.....	10
2.7 - Dextrina na nutrição animal.....	10
3 - Justificativa e objetivo.....	13
4 - Referências Bibliográficas.....	14
CAPÍTULO II	
Valor Energético da Dextrina e Seus Efeitos na Alimentação de Frangos de Corte	
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	45
Referências Bibliográficas.....	46
CAPÍTULO III	
Implicações.....	52
Apêndices.....	54

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas basais experimentais nas fases de crescimento e final.....	26
Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase pré-inicial.....	28
Tabela 3. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase inicial.....	29
Tabela 4. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase de crescimento.....	30
Tabela 5. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais na fase final.....	31
Tabela 6. Valores de energia bruta (EB) das dietas experimentais e da dextrina.....	33
Tabela 7. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigido pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina.....	34
Tabela 8. Monitoramento ambiental de galpão de criação de frangos de corte alimentados com ração basal e experimental contendo dextrina.....	37
Tabela 9. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de dextrina.....	38
Tabela 10. Valores de pH de jejuno de frangos de corte aos 10 dias de idade alimentados com níveis de dextrina.....	39
Tabela 11. Contagem de células caliciformes, medidas de altura de vilosidades, profundidade de criptas e a relação vilo: cripta do duodeno, jejuno e íleo em frangos de corte aos 10 dias de idade.....	41
Tabela 12. Umidade da cama de frangos de corte alimentados com níveis de dextrina aos 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.....	43
Tabela 13. Escore de lesões de coxim plantar em frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com níveis de dextrina.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fórmula estrutural da dextrina resistente.....	5

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O consumo mundial de carne de aves tem crescido anualmente e a produção de frangos de corte apresenta índices de crescimento ainda maiores nos países em desenvolvimento. O Brasil é o terceiro maior produtor de frangos de corte do mundo (UBABEF, 2011) e o maior exportador de carne de frango (USDA, 2009) e, anualmente, ocorrem acréscimos nas exportações brasileiras de carne de frango. Em 2011 o Brasil cresceu 6,8% em relação aos dados de 2010, aproximando-se cada vez mais da China, segundo maior produtor mundial (UBABEF, 2012).

O crescimento da avicultura nacional fez com que outras áreas do agronegócio, tais como a produção de grãos e cereais, também necessitassem aumentar suas ofertas de produtos, para atender não só à avicultura industrial, mas a todos os setores agropecuários do país, pois o aumento da oferta de produtos avícolas envolve diretamente acréscimo na produção de rações. Em decorrência destes fatos, existe a possibilidade de que o alto consumo de alguns ingredientes pelo setor, como a soja e o milho, limite a disponibilidade desses cereais e, em consequência, promova aumento de preço destes produtos, os quais são a base das rações de aves no país.

Considerando esta hipótese, torna-se necessário um maior processamento dos alimentos e substituição de ingredientes tradicionais por outros, que possam servir como fontes alternativas na formulação de rações, bem como para uma possível melhora da eficiência alimentar. Ainda de acordo com a possibilidade de uma restrição no fornecimento de grãos, deve-se levar em consideração que essa hipótese se tornaria um entrave ao crescimento do setor avícola, e seria interessante avaliar a utilização de ingredientes menos comuns em formulação de rações como alternativa a essa demanda.

O processamento de alguns ingredientes, como o milho, fornecem subprodutos ainda pouco usuais na avicultura industrial, como alguns carboidratos denominados maltodextrinas e dextrinas, originados no processamento do amido do milho.

As dextrinas são amplamente empregadas nas indústrias como aditivos tecnológicos devido à sua atoxicidade, atendem as diversas aplicações alimentícias (uniformização de produtos empanados), farmacêuticas (agente de liga de medicamentos), tecnologia para produção de ração (melhorar peletes das rações como agente de liga) e como agentes espessantes (bala, goma de mascar e chocolates) (CARGILL, 2013). A dextrina, por ser um oligossacarídeo que contém ligações glicosídicas indigeríveis (β -(1,2) e β -(1,3)) no trato gastrointestinal superior, pode ser

utilizada como aditivo alimentar tecnológico (prebiótico) em rações para animais (DROZEN, 2012).

A utilização desses carboidratos na produção e nutrição de frangos de corte poderia ser também alternativa para substituição de ingredientes energéticos, como fontes lipídicas (óleos e gorduras) e até mesmo como parte do milho consumido nas rações.

Sob o ponto de vista nutricional, econômico e sanitário, a substituição parcial ou total de alguns ingredientes na matriz nutricional por alimentos que melhorem ou mantenham a produtividade dos lotes, principalmente para aqueles ingredientes que oneram os custos das rações ou tenham alguma restrição de uso por alguns países como os promotores de crescimento, é muito bem vista pelo setor de produção animal. Dessa forma, é importante conhecer alternativas que possam diminuir custos mantendo ou elevando a saúde, qualidade e produtividade animal.

Para melhorar a produção animal busca-se maior conhecimento sobre a disponibilidade e utilização de novos ingredientes, como aqueles com função prebiótica e que possam substituir antibióticos promotores de crescimento nas rações para frangos de corte.

Alguns métodos de processamento do alimento também são fatores que melhoram a disponibilidade dos carboidratos (SILVA et al., 2008). Como a peletização da ração que implica positivamente no desempenho das aves. Esse tipo de processamento das rações favorece o consumo de alimento pelas aves, melhora a palatabilidade, aumenta a densidade do alimento, diminui o tempo de consumo e melhora a eficiência de utilização da energia da ração (LÓPEZ et al., 2007).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O uso dos carboidratos na alimentação de frangos de corte

Os carboidratos são moléculas de cadeias carbônicas hidratadas $(CH_2O)_n$, onde n é maior ou igual a três (Vieira, 2008). E são os principais componentes energéticos na alimentação das aves e sua inclusão se faz pelo uso de vários ingredientes, principalmente o milho, que é utilizado em grandes proporções nas dietas avícolas.

Suas fórmulas moleculares podem ser classificadas em: monossacarídeos (glicose, frutose e galactose), oligossacarídeos (sacarose, maltose, dextrina e lactose) e polissacarídeos (amido e glicogênio), sendo que os monossacarídeos são a unidade

básica dos carboidratos, onde são utilizados pelo organismo animal como principal fonte de energia no seu metabolismo (VIEIRA, 2008).

Após a eclosão, quando os nutrientes passam a ser absorvidos no intestino, os carboidratos passam a ser a principal fonte de energia (DIBNER, 1996).

E essas moléculas oferecem a energia necessária ao trabalho metabólico e mecânico, bem como para secreção, absorção, excreção, crescimento e produção das aves (LÉLIS et al., 2009).

Podem ainda ser classificados em função das suas unidades monossacarídicas repetitivas, ou seja, pelo tipo de ligações (α e β) que as unem, no comprimento e no grau de ramificação das cadeias (LOBO & SILVA, 2003).

O amido que é a fonte de carboidrato de reserva das plantas, formado por dois polissacarídeos estruturalmente diferentes, a amilose e a amilopectina, e é encontrado nos ingredientes das rações em uma proporção de 10 a 20% de amilopectina e de 80 a 90% de amilose. O amido derivado do milho é formado por 70% de amilose e 30% de amilopectina e o amido de mandioca é o inverso, com 70% de amilopectina e 30% de amilose. Porém podem variar de acordo com a genética das plantas (Moran Jr., 1982).

Segundo Tavernari et al. (2008), somente as ligações α 1-4 e α 1-6 do amido podem ser quebradas por enzimas endógenas das aves e mamíferos monogástricos. As ligações glicosídicas resistentes às enzimas digestivas podem ser clivadas por enzimas derivadas de microorganismos.

Segundo Lima (2012), não existe exigência nutricional específica para carboidratos, isso explica porque a glicose é a fonte de energia mais importante ao nível celular, sendo possível transformar diferentes tipos de carboidratos, polissacarídeos de cadeias maiores e outros nutrientes em glicose, obtendo assim, energia disponível ao animal.

2.2. Dextrina

2.2.1. Definição geral

Dextrinas são carboidratos parcialmente hidrolisados (polímeros de glicose ou oligossacarídeos), derivadas do aquecimento do amido na presença de ácido e/ou enzimas e, ao contrário dos amidos e maltodextrinas, que contém maior quantidade de ligações glicosídicas digeríveis entre as moléculas (α -1,4 e α -1,6), as dextrinas também possuem ligações glicosídicas não digeríveis β -1,2 e β -1,3 (DROZEN, 2012).

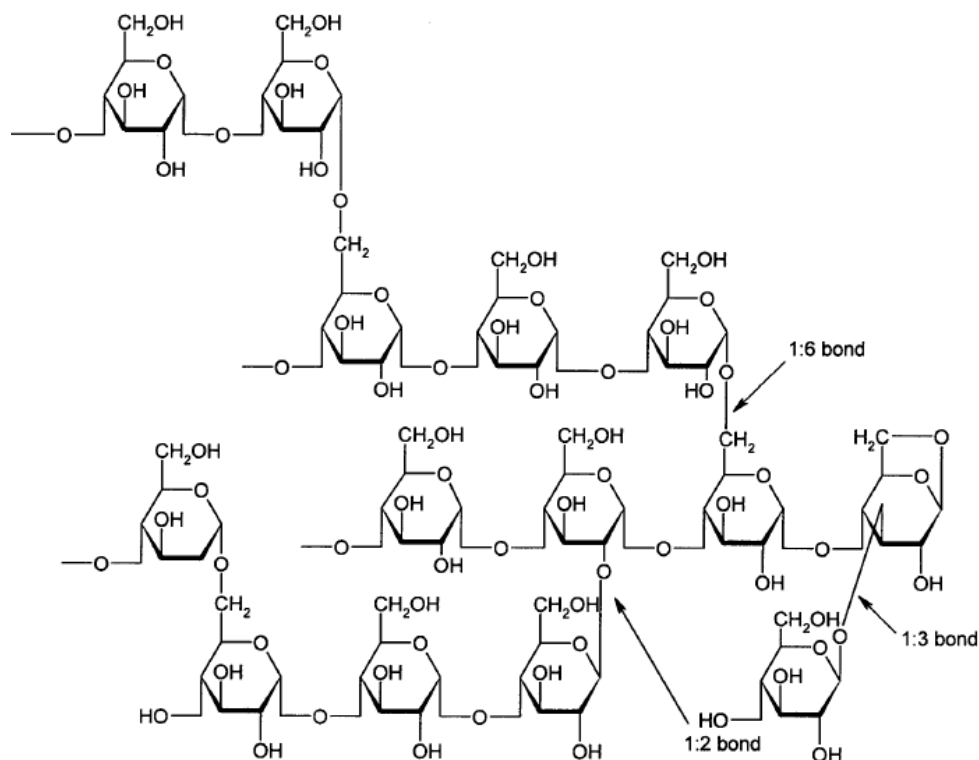


Figura 1. Fórmula estrutural da dextrina resistente (adaptado de Drozen, 2012).

Hidrolisados do amido podem ser expressos em dextrose equivalente (DE), dependente do grau de hidrólise que indica a percentagem de açúcares redutores calculados como dextrose com base na matéria seca. Assim, a DE indica o grau de polimerização (GP) da molécula de amido caracterizando cada um dos subprodutos produzidos pela quebra dos grânulos de amilose e amilopectina do amido (ALEXANDER, 1992).

O grau de polimerização (GP) é um termo utilizado para descrever a composição de açúcares de uma molécula de amido hidrolisada por meio da indicação do número de unidades de glicose existentes em cada componente do produto, assim, o GP indica o número de monossacarídeos existente no produto, sendo que a relação entre dextrose equivalente e grau de polimerização ($DE = 100 \div GP$) indica que quanto maior a DE, maior é o número de açúcares simples e de polímeros de cadeia curta no produto hidrolisado (KUNTZ, 1997). Segundo Drozen (2012), o grau de polimerização da dextrina é variável, e atinge valores entre 15 a 30% de açúcares simples.

2.3. Processamento do amido de milho e produção de dextrina

Para obtenção do amido é necessário o processo de moagem úmida do milho que pode ser dividida em seis etapas principais: maceração, primeira moagem, separação do germe, segunda moagem, separação das fibras e separação do glúten-amido por centrifugação (LOPES FILHO, 1999).

Já a transformação de amido em dextrina segue os mecanismos de hidrólise ácida e/ou enzimática. A dextrina é um carboidrato de baixo peso molecular, que pode ser usado como fonte energética em formulações de ração, inclusive para frangos de corte. Os derivados do amido são produzidos normalmente em dois passos principais: a gelatinização e a liquefação por hidrólise ácida ou enzimática (PASCUAL, 2005). A hidrólise enzimática, atualmente a mais utilizada, vem substituindo a hidrólise ácida em mais de 75% dos processos devido a várias vantagens, mas a maior diferença entre as duas é que a enzimática tem um alto rendimento, tornando-se mais barata e menos poluente que a ácida (LACERDA, 2006). Esse processo é realizado pela ação de α -amilases termoestáveis, normalmente obtidas de *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefacies* e *Bacillus licheniformes*, que liberam maltodextrinas com dextrose equivalente baixa (VIHINEN & MÄNTSÄLÄ, 1989 citado por PASCUAL, 2005).

De modo resumido, uma amostra completamente hidrolisada apresenta uma dextrose equivalente de 100%, e a molécula resultante deste processo é denominada dextrose ou glicose (PASCUAL, 2005).

Os amidos são expostos a estas hidrólises até que seus grânulos de amilopectinas e amiloses se desdobrem e formem produtos cada vez mais simples e de maior absorção pelo organismo (LACERDA, 2006). Ensaio enzimáticos têm sido utilizados para demonstrar a existência de ligações associativas no interior dos grânulos de amido. As enzimas a serem utilizadas para este fim devem ser concentradas e purificadas de maneira que aumentem a eficiência do processo (FRANCO & CIACCO, 1995).

No processo completo de hidrólise, o amido é convertido em uma mistura de vários oligossacarídeos diferentes pelo uso da α -amilase e outras enzimas. Esses carboidratos, ligeiramente doces, são submetidos a mais uma conversão pela adição de outras enzimas promotoras do desdobramento total das moléculas de amilose e amilopectina e, ao se romperem, se transformam em subprodutos como a maltose, glicose e vários oligossacarídeos e polissacarídeos, cada vez mais simples e finalmente em dextrose ou glicose, sendo estes dois termos usuais para produtos com DE 100% (CERQUEIRA, 2012).

Por ser uma molécula de menor complexibilidade que o amido, acredita-se que a dextrina poderia ser bem aproveitada e absorvida apresentando energia de fácil assimilação de parte de sua molécula pelo organismo animal, porém ainda existem poucos registros da utilização de dextrina para frangos de corte. Outra possibilidade é de que parte da molécula da dextrina funcione como um prebiótico devido às ligações indigeríveis contidas em sua estrutura molecular, e que poderia atuar como um produto alternativo podendo substituir antibióticos promotores de crescimento. Desta forma, é importante que ocorram pesquisas com a dextrina, para que seja verificada a sua eficiência para a avicultura.

Urbinati et al. (2003) trabalhando com ingredientes, como os amidos processados por hidrólise ácida ou enzimática (mesmo processo de obtenção da dextrina), observaram melhor ganho de peso em tilápias do Nilo. Em rações para peixes, o uso de ingredientes processados como o amido e dextrina, possibilitou maior aporte de glicose e contribuiu para diminuir o nível de proteína da ração, apresentando efeito poupador de proteína (SHIAU & PENG, 1993).

2.4. Energia para frangos de corte

Os constituintes da alimentação liberam sua energia armazenada através dos processos oxidativos do organismo animal, que utiliza a energia química potencial desses ingredientes em suas funções metabólicas necessárias, como exigência de energia para aves em manutenção, produção de carne, ovos e outros produtos de origem animal (GRIMBERGEN, 1974).

O consumo de ração e os parâmetros de desempenho de frangos de corte são determinados pelo nível de energia existente nas rações, e servem como base das matrizes nutricionais para formulação de uma dieta. É consenso dentre os nutricionistas que a energia é um dos principais fatores limitantes do consumo de alimento, sendo utilizada pelos animais nos mais diferentes processos, que envolvem desde a manutenção das aves até o máximo potencial produtivo (FISCHER JR. et al., 1998).

A energia contida nos alimentos pode ser expressa na forma de energia bruta, que é a quantidade de energia liberada por um ingrediente quando determinada em bomba calorimétrica de acordo com as definições de Sakomura & Rostagno (2007), e indica o total de energia presente no alimento e não a energia que está disponível ao animal. Já a energia digestível, é representada pela diferença entre aquela que é consumida nos alimentos e a que é excretada nas fezes, considerada como energia

absorvida. No entanto, em aves, o processo de eliminação das fezes se faz juntamente com o ácido úrico, metabólico urinário excretado pelas aves, portanto, não sendo possível a determinação da energia digestível com o método de coleta total de excretas em aves, que é na verdade utilizado para determinar a energia metabolizável dos alimentos em frangos de corte. Em relação a energia metabolizável em aves, pode-se dizer que é a diferença entre a energia bruta encontrada nos alimentos e a energia bruta não utilizada, excretada nas fezes e na urina. E por fim a energia líquida que é a diferença entre a energia metabolizável e a energia despendida pelo organismo animal para o incremento calórico, que é a energia perdida em forma de calor durante os processos de digestão.

Em destaque, como descreveram Sakomura & Rostagno (2007), a energia metabolizável (EM) é a que melhor expressa o conteúdo energético dos alimentos para frangos de corte e pode ser subdividida em energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) que são diferenciadas entre si pelas perdas endógenas urinária e fecal (BERTECHINI, 2006). A EMAn tem por objetivo padronizar os valores de EMA dos alimentos nas mais diferentes condições de criação e fases de vida da ave e, pode gerar maiores ou menores resultados de produção (BERTECHINI, 2006; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Para aves a EM pode ser determinada e expressa também como: energia metabolizável verdadeira (EMV) ou energia metabolizável verdadeira corrigida para balanço de nitrogênio (EMVn). Esses são os principais sistemas de determinação de energia para aves (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

2.5. Prebiótico

Prebióticos são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis na porção proximal do trato gastrointestinal beneficiando os hospedeiros por estimular seletivamente o crescimento e a atividade de um limitado grupo de bactérias no intestino grosso (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

Segundo Radecki & Yokoyama (1991), os prebióticos ao serem adicionados à dieta, fermentam estimulando o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos, especialmente, ácido lático e acético. Estes compostos tendem a reduzir o pH luminal e, juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota, inibem a proliferação

de microrganismos nocivos ao organismo animal, como *Escherichia coli*, *Clostridium* sp. e *Salmonella*, que são sensíveis a ambientes acidificados.

O uso de alguns oligossacarídeos pode reduzir o crescimento das bactérias intestinais, patogênicas ou não, pela redução do pH, devido o aumento da quantidade de ácido láctico presente nos cecos (CHOI et al., 1994).

Hayakawa et al. (1990) verificaram a importância da ingestão de carboidratos não digeríveis no aumento populacional de bifidobactérias e sugeriram os frutoligossacarídeos (FOS) como sendo efetivos na melhoria da microbiota intestinal. Alguns carboidratos como os oligossacarídeos e polissacarídeos, peptídeos e algumas fibras, podem pertencer ao conceito de prebiótico desde que possuam características como as de não serem hidrolisados e absorvidos durante sua passagem pelo trato digestivo superior; servir como substrato para bactérias intestinais benéficas; ser capaz de alterar a microbiota intestinal de forma favorável ao hospedeiro; induzir efeitos benéficos sistêmicos ou na luz intestinal (ANDREATTI FILHO & SILVA, 2005).

A utilização de produtos naturais como os prebióticos vem ao encontro das necessidades da indústria avícola, ansiosa por substitutos dos tradicionais promotores de crescimento, assim como dos consumidores, exigindo sempre produtos de melhor qualidade (SILVA, 2000).

Segundo Arruda et al. (2008), os prebióticos ao atingirem o ceco-colon sofrem ação bacteriana da microflora, sendo fermentados em maior ou menor grau, de acordo com sua estrutura e composição química, cuja atividade fermentativa resultam em carbonilas (monossacarídeos) e alcoóis, os quais são reduzidos a ácido láctico, hidrogênio, gás carbônico, metano e ácidos graxos voláteis de cadeia curta que são de fundamental importância na nutrição e manutenção das células componentes das microvilosidades intestinais.

Os prebióticos são compostos biologicamente seguros à saúde humana e animal, são produtos alternativos a certas drogas veterinárias usadas na prevenção de alterações do trato gastrointestinal e/ou como promotoras do crescimento. Entretanto, as respostas biológicas na nutrição animal nem sempre são evidenciadas, o que pode estar relacionado com a composição química dos demais ingredientes da dieta, com a dosagem adicionada, com a adaptação e a seletividade das bactérias do trato gastrointestinal ao prebiótico (SILVA, 2003).

2.6. Amido resistente

Amido resistente é a fração de parte do amido existente na alimentação animal, que não é digerido e/ou absorvido pelo intestino delgado, alcançando de forma intacta o intestino grosso, onde sofre processo de fermentação, realizado por bactérias anaeróbicas para produzir gases e ácidos graxos de cadeia curta, benéficos à saúde dos animais. Por ter essa característica de não ser digerido no trato gastrointestinal superior, Englyst et al. (1982), citados por Walter et al. (2005), sugeriram o termo amido resistente. Devido a esta característica, considera-se que os efeitos do amido resistente sejam, em alguns casos, comparáveis aos das fibras alimentares que servem de substrato aos microrganismos probióticos e, por este motivo, consideradas como prebióticos.

Jenkins et al. (1998) observaram que o amido resistente tem papel fisiológico e efeitos benéficos a saúde quando não digerido no intestino delgado. Este tipo de amido se torna disponível como substrato para fermentação pelas bactérias anaeróbicas do cólon e têm sido associados ao melhor controle de doenças em humanos.

A ocorrência de estruturas parcialmente digeríveis ou não digeríveis, denominadas ligações glicosídicas, são características conhecidas das dextrinas (DROZEN, 2012). Desta maneira, as ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6 digestíveis e as ligações β -1,2 e β -1,3 parcialmente digestíveis da dextrina (oligossacarídeo), oferecem aos frangos de corte mecanismos de ação dos amidos resistentes e pode ser analisado como um prebiótico na alimentação animal.

2.7. Dextrina na nutrição animal

As taxas de crescimento e de eficiência alimentar de aves dependem basicamente da disponibilidade de nutrientes e oxigênio para os tecidos. O crescimento inicial das aves pode ser afetado pela quantidade de saco vitelínico residual, qualidade e quantidade de alimento e água, nível de enzimas pancreáticas e intestinais, área de superfície do trato gastrointestinal, transportadores de nutrientes e, sobretudo, a digestibilidade dos nutrientes (DIBNER, 1996). Em função destes fatores, ingredientes de maior digestibilidade seriam recomendados para proporcionar desenvolvimento mais adequado ao organismo.

Lima (2008) sugere que a digestão e a absorção dos carboidratos são variáveis em aves, mas altamente adaptáveis a presença desses polissacarídeos no intestino delgado, fato que pode favorecer a absorção de nutrientes mais processados e de maior digestibilidade, como os hidrolisados do amido (SIDDONS, 1972). Desta forma,

oligossacarídeos como a dextrina, sofrem digestão parcial no intestino delgado, principalmente pela ação da α -amilase pancreática e das enzimas da mucosa, dextrinases e glucoamilases (CHOTINSKY et al., 2001). A utilização de hidrolisados de amido como a maltodextrina e glicose em dietas para suínos, contribuiu para um aumento na absorção desses nutrientes e, conseqüentemente, maior digestibilidade (SILVA et al., 2008). Além disso, a maltodextrina possui grande percentual de utilização em suplementos alimentares do segmento de nutrição esportiva e indústria em geral, especialmente na produção de sopas e sorvetes. Também pode ser utilizada como agente carreador e provedor de textura nos alimentos (ALEXANDER, 1992; MARCHAL et al., 1999).

Shiau & Peng (1992) observaram melhora nos resultados zootécnicos de camarão (*Penaeus monodon*), na digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e maior taxa de sobrevivência quando alimentados com dextrina e amido em relação à glicose. Nesse caso, esses ingredientes podem ter influenciado de forma positiva a flora bacteriana do trato digestório, resultando em melhores resultados zootécnicos nos camarões.

Longo (2003) trabalhando com dieta pré-ínicial rica em carboidratos para frangos de corte, observou que o consumo de ração dos frangos aumentou, contribuindo no incremento do peso corporal. Dietas com baixos níveis de carboidratos proporcionaram redução da atividade de dissacaridases ocasionando menor digestão e absorção do alimento no trato gastrointestinal (SIDDON, 1972; SELL, 1996).

A dextrina em sua estrutura molecular contém ligações indigeríveis, que possuem características desejáveis semelhantes à de prebióticos, tais como, não ser totalmente metabolizada ou absorvida durante a passagem pelo trato digestivo superior, podendo servir de substrato para bactérias intestinais benéficas, tornando-as metabolicamente ativas e estimulando-as a crescerem. Além de possuir capacidade de alterar a microbiota intestinal e beneficiar o hospedeiro, por ser um carboidrato, também é passível de ser digerida e absorvida no intestino delgado podendo induzir efeitos benéficos sistêmicos ou apenas no intestino do hospedeiro (ALBINO et al., 2006).

Drozen (2012) relatou a existência de ligações glicosídicas β -1,2 e β -1,3 na composição molecular da dextrina. Essas ligações indigeríveis não são hidrolisadas pelo trato gastrointestinal e como resultado, uma porção da dextrina não está diretamente disponível para utilização como energia. No entanto, parte do material não digerido é

hidrolisado por bactérias da microbiota do cólon e os ácidos graxos livres resultantes são utilizados como energia.

Alguns fatores inerentes às características químicas da dextrina proporcionam diminuição no consumo de ração, tais como a sua alta higroscopicidade que pode provocar aglutinação da ração. Souza et al. (2012) concluíram que altos percentuais de inclusão de dextrina na ração farelada de frangos de corte, em contato com saliva e água de bebida das aves aumenta o poder aglutinante da ração e sua aderência aos bicos das aves, e desta maneira, contribuíram para dificultar a ingestão do alimento à medida que se aumentou a inclusão do produto na ração.

Nos ensaios de digestibilidade, quanto maior a inclusão do ingrediente a ser testado, melhor é o controle da variação desses ensaios, uma vez que, a menor inclusão do alimento teste, maior o desvio padrão. As principais variações são em função de condições das instalações, do número de animais por repetição, do número de repetições dos tratamentos, do delineamento usado e da espécie animal (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Souza et al. (2012) observaram que alguns ingredientes não podem ser utilizados em alta inclusão, pois interferem principalmente no consumo de ração das aves, tal como ocorre com a dextrina, quando incluída em níveis superiores a 10% em rações fareladas. Por isso, existe a necessidade de utilização de rações na forma peletizada quando se trabalha com altos níveis de inclusão de dextrina na dieta, como nos testes de digestibilidade, onde se utiliza inclusões acima de 10% do produto na ração referência. Na indústria são utilizados níveis de 0,7 a 1,0% de inclusão de dextrina para as rações de frango de corte.

Não foram encontrados resultados de ensaios de digestibilidade para a dextrina em dietas peletizadas. A peletização da ração com dextrina além de melhorar a qualidade do pelete, pois a dextrina também atua como agente de liga, e pode favorecer o consumo e permitir melhor avaliação do teor de energia metabolizável da dextrina nos ensaios de digestibilidade.

Ainda faltam muitas informações sobre a composição e biodisponibilidade dos nutrientes de alguns alimentos (BERTECHINI, 2006), assim como faltam informações referentes à dextrina para nutrição de aves.

3. Justificativa e objetivo.

Poucas são as informações disponíveis sobre os valores de energia metabolizável, desempenho e histomorfometria do intestino delgado de frangos de corte suplementados com dextrina. Diante do exposto, o Capítulo II, denominado “VALOR ENERGÉTICO DA DEXTRINA E SEUS EFEITOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**. O objetivo deste trabalho foi determinar a energia metabolizável (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina nas fases de crescimento e final em rações peletizadas, bem como os efeitos da inclusão de 0, 1, 2 e 3% de dextrina em rações fareladas sobre o desempenho, umidade de cama, pH intestinal (jejuno), histomorfometria das vilosidades intestinais e escores de lesões no coxim plantar.

4. REFERENCIAS

ALBINO, L. F. T.; FERES, F. A.; DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; CARVALHO, D. C. O.; GOMES, P. C.; COSTA, C. H. R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.

ANDREATTI FILHO, R.L.; SILVA, E.N. Probióticos e correlatos na produção avícola. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: Roca, cap.15, p.225-248, 2005.

ALEXANDER, R. J. Maltodextrins: production, properties, and applications. In: SCHENCK, F. W.; HEBEDA, R. E. (Eds.). **Starch hydrolysis products: worldwide technology, production and applications**. VCH, p.233-275, 1992.

ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, 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**. V.21, n.2, p.01-11, 2008.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301 p.

CARGILL 2013. Disponível em: <http://www.cargillfoods.com/lat/pt/produtos/amidos-edextrinas/dextrina/index.jsp>. Acessado em 03 de junho de 2013.

CERQUEIRA, V. C. Produção de frutose a partir de hidrolisado enzimático de amido de mandioca. 2012. 76f. Tese (Doutorado em Energia na agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CHOI, K. H.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Effects of dietary fructooligosaccharides on the suppression of intestinal colonization of *Salmonella typhimurium* in broiler chickens. **Korean Journal of Animal Science**, v.36, p.271-84, 1994.

CHOTINSKY, D.; TONCHEVA, E.; PROFIROV, Y. Development of dissacharidases activity in the small intestine of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.389-393, 2001.

DIBNER, J. Nutritional requirements of young poultry. In: MEETING OF ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: Arkansas Poultry Federation, p.15-27, 1996.

DROZEN, M. S. **Serving Business through Law and Science**. July. 2012. Disponível em: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_notices/GRN000436pdf>. Acesso em 11 fev. 2013.

FISCHER JR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

FRANCO, C. M. L.; CIACCO, C. F. Efeito do tratamento térmico com baixa umidade sobre as propriedades físico-químicas de amostras comerciais de amidos de milho e mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.2, p.112-117, 1995.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p.1401-1412, 1995.

GRIMBERGEN, A. H. M. Energy expenditure under productive conditions. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.), **Energy requeriments of poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, p.61-71, 1974.

HAYAKAWA, K.; MIZUTANI, J.; WADA, K.; MASAI, T.; YOSHIHARA, I; MITSUOKA, T. Effects of soybean oligosaccharides on human fecal flora. **Microbial Ecology in Health and Disease**, v.3, p.293-303, 1990.

JENKINS, D. J. A.; VUKSAN, V.; KENDALL, C. W. C.; WÜRSCH, P.; JEFFCOAT, R.; WARING, S.; MEHLING, C. C.; VIDGEN, E.; AUGUSTIN, L. S. A.; WONG, E.

Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. **Journal of the American College of Nutrition**, v.17, n.6, p.609-616, 1998.

KUNTZ, L. A. Making the most of maltodextrin. **Food Product Design**, Phoenix, Aug. 1997. Disponível em: <<http://www.foodproductdesign.com/articles/0897DE.html>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

LACERDA, L. G. Uso de técnicas termoanalíticas na caracterização da hidrólise enzimática parcial de amidos de matérias-primas tropicais. 2006. 73f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia do alimento) Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

LELIS, G. R.; BRITO, C. O.; TAVERNARI, F. C.; ALBINO, L. F. T.; Metabolismo de carboidrato e lipídeos em aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.3, p.980-990, 2009.

LIMA, R. B. Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida do milho para frangos de corte industrial. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado na área de concentração em Nutrição animal) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIMA, T. S. Glicose de milho em dietas para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade. 2012. 76f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, v.16, n.2, p.218-226, 2003.

LOPES FILHO, J. F. Avaliação da maceração dinâmica do milho após um curto período de hidratação e subsequente quebra do pericarpo do grão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p. 322-325, 1999.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C.; LARA, L. J. C.; RODRIGUEZ, N. M.; CANÇADO, S. V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e

desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LONGO, A. L. Avaliação de fontes de carboidrato e proteína e sua utilização na dieta pré-inicial de frangos de corte. 2003. 110f. [TESE] Doutorado (Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARCHAL, L. M.; BEEFTINK, H. H.; TRAMPER, J. Towards a rational design of commercial maltodextrins. **Trends in Food Science and Technology**, v.10, n.11, p.345-355, 1999.

MORAN JUNIOR, E. T. Starch digestion in fowl. *Poultry Science*, v.61, p.1257-1267, 1982.

PASCUAL, C. S. C. I. Caracterização físico-química e purificação de enzimas amilolíticas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) cv. Zolhudinha. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo.

RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E.R.; DUANE, E.U.; LEWIS, A.J. **Swine Nutrition**. Boston: Butterworth - Heinemann, 1991. p.439-447.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SELL, J. L. Physiological limitations and potential for improvement in Gastrointestinal Tract Function of Poultry. Poultry Nutrition Symposium. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.96-101, 1996.

SHIAU, S. Y.; PENG, C. V. Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. **Aquaculture**, v.101, p.241-250, 1992.

SHIAU, S. Y.; PENG, C. V. Protein-sparing effect by carbohydrates in diets for Tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. **Aquaculture**, v.117, p.327-334, 1993.

SIDDONS, R. C. Effect of diet on disaccharidase activity in the chick. **British Journal of Nutrition**, v.27, p.343-352, 1972.

SILVA, E. N.; ANDREATTI FILHO, R. L. Probióticos e prebióticos na avicultura. SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, **Anais...** Santa Maria, RS, Brasil, 2000. p.45-55.

SILVA, L. P. & NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, 2003.

SILVA, A. M. R.; BERTO, D. A.; LIMA, G. J. M. M.; WECHSLER, F. S.; PADILHA, P. M.; CASTRO, V. S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, 2008.

SOUZA, I. M. G. P; PEREIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; FASCINA, V. B.; CASTELO, P. G.; MURO, E. M. Valor energético da dextrina para frangos de corte. Simpósio de ciências da UNESP de Dracena. **Anais...** Dracena, SP, Brasil, 2012.

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LIMA, H. J. D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689, 2008.

UBABEF. 2011. Disponível em: <http://www.brazilianchicken.com.br/industria-avicola/o-frango-pelo-mu.php> ubabef. Acessado em 10 de fevereiro de 2011.

UBABEF. 2012. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>. Acessado em 20 de janeiro de 2013.

URBINATI, E. C.; SANABRIA, A. I.; DA SILVA, A. C.; CARVALHO, E. G.; SOUZA, V. L.; GONÇALVES, F. D. Manejo alimentar e reprodução em peixes. In:

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ACUICULTURA, IV, Bogotá, 2003.
Memórias... Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003.

USDA 2009. Disponível em: <http://www.brazilianchicken.com.br/industria-avicola/o-frango-pelo-mu.php> ubabef. Acessado em 10 de fevereiro de 2011.

VIEIRA, S. L. Carboidratos: digestão e absorção. In: Macari, M.; Furlan. R. L.; Gonzales, E. (Ed). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2008. p.125-133. 375p.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.974-980, 2005.

CAPÍTULO II

“VALOR ENERGÉTICO DA DEXTRINA E SEUS EFEITOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE”

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina em rações peletizadas, bem como seus efeitos como alimento prebiótico sobre o desempenho, pH de jejuno, histologia intestinal, umidade de cama, frequência de lesões de coxim plantar em frangos de corte. Foram realizados dois experimentos sendo o primeiro de digestibilidade e o segundo de desempenho. No experimento I foram realizados dois ensaios de metabolismo (22 a 25 dias e de 39 a 42 dias de idade). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos e sete repetições com quatro aves por gaiola para o primeiro ensaio e dois para o segundo ensaio, visando à determinação dos valores de energia metabolizável da dextrina. Os tratamentos experimentais constituíram da inclusão de 10% e 20% de dextrina em substituição à dieta basal. Foram encontrados valores de EMA e de EMAn da dextrina na fase de crescimento de 1.961 e 1.767 kcal/kg respectivamente com inclusão de 10% de dextrina na dieta e de 3.049 e 3.020 kcal/kg para inclusão de 20% de dextrina respectivamente. E para a fase final valores de EMA e EMAn de 1.837 e 1.749 kcal/kg respectivamente para inclusão de 10% de dextrina na dieta e de 2.885 e 2.832 kcal/kg para inclusão de 20% de dextrina respectivamente.

No experimento II foram utilizados 912 pintos de corte machos, de linhagem Cobb em DIC, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos experimentais foram constituídos por níveis de inclusão de dextrina na ração farelada (0, 1, 2, e 3%). Aos 42 dias de idade não houve diferença para desempenho dos frangos e a umidade de cama teve um comportamento quadrático, sendo que à medida que se aumentou o percentual de dextrina na dieta a umidade da cama diminuiu até a inclusão de 1,43%.

Aos 10 dias de idade foram avaliados o pH do jejuno e a histomorfometria intestinal, os valores encontrados de histomorfometria apresentaram diferenças para relação vilo:cripta no duodeno com inclusão de 2% de dextrina. A dextrina não demonstrou efeito prebiótico.

Palavras-chave: carboidrato, energia metabolizável, histologia intestinal, prebiótico, ração peletizada.

“ENERGETIC VALUE OF DEXTRIN AND ITS EFFECTS ON BROILER FEEDING”

ABSTRACT

The aims of this study were to determine the apparent metabolizable energy (AME) and ME corrected for nitrogen balance (AMEn) of dextrin as a prebiotic ingredient, and their effects on the performance, pH of the jejunum, intestinal histology, litter moisture, and frequency of footpad lesions in broilers. Two experiments were conducted: in the first experiment, two metabolism trials (22-25 days and 39-42 days of age) were conducted to determine the digestibility of dextrin in pelleted feed; and the second one for broiler performance using a meal feed. The experimental design was completely randomized with two treatments and seven repetitions with four birds per pen for the first test and two for the second one. The experimental treatments consisted of adding 10% and 20% of dextrin in substitution to the basal diet. AME and AMEn of diet with 10 % of dextrin in the growth phase were 1,961 and 1,767 kcal/kg, respectively, and for 20% of dietary dextrin were 3,049 and 3,020 kcal/kg, respectively. For the final AME and AMEn, it was found 1,837 and 1,749 kcal/kg respectively for the inclusion of 10% of dextrin in the diet and 2,885 and 2,832 kcal/kg for the inclusion of 20% dextrin respectively.

In the second experiment, 912 Cobb male broilers were used in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. Treatments were consisted of different levels of dextrin in meal feed (0, 1, 2, and 3%). At 42 days of age there was no difference on broiler performance, and there was a quadratic effect for litter moisture, with the increase of dextrin in the diet the litter moisture decreased up to the inclusion of 1.43% of dextrin. At 10 days of age intestinal pH and intestinal histomorphometry were evaluated, there were no significant differences among treatments for the pH of the jejunum, villus height and crypt depth, however, there was a difference in duodenal villus height: crypt depth ratio, broilers fed 2% of dextrin inclusion showed the higher ratio. Dextrin has no prebiotic effect, but its utilization is important for pellet quality.

Key words: carbohydrate, intestinal histology, metabolizable energy, pelleted diet, prebiotic.

INTRODUÇÃO

Para melhorar o aproveitamento dos ingredientes pelas aves, estudos em nutrição animal têm avaliado produtos que aumentem a digestibilidade e a aplicação dos nutrientes das rações. Neste sentido, utilizar produtos alternativos, para compor a matriz nutricional tem sido uma busca contínua dos pesquisadores para ampliar a possibilidade de utilização de novas fontes protéicas, energéticas, vitamínicas e de minerais, visando maior produtividade, qualidade e lucratividade.

A dextrina, carboidrato pouco utilizado na avicultura pode ser empregada nas rações de frangos de corte como ingrediente energético ou ainda, como aditivo alimentar com funções fisiológicas benéficas a saúde das aves, por apresentar amido resistente na estrutura da composição molecular do produto, com ligações glicosídicas β -1,2 e β -1,3 (DROZEN, 2012). Sendo assim, a dextrina pode funcionar como fibra alimentar, ou seja, um prebiótico, e atuar através de uma série de mecanismos no intestino grosso, melhorando o desempenho dos animais. Atualmente, a dextrina quando utilizada em rações possui exclusivamente a função de aglutinante para peletes, melhorando sua forma física, porém sem levar em consideração sua composição nutricional.

É de fundamental importância ter conhecimento dos valores energéticos dos alimentos nas formulações de rações para os animais, já que o conteúdo energético é o principal limitante no consumo da dieta e, em consequência, na ingestão de todos os nutrientes (ALBINO et al., 1994).

A energia metabolizável é a medida que melhor expressa a energia disponível dos alimentos para as aves podendo ser variável em função de sua idade, componentes da ração, forma física do alimento (peletizada ou farelada), metodologia utilizada para determinação, entre outros fatores. Portanto, para se conhecer o valor nutritivo dos alimentos, é imprescindível determinar suas composições químicas, disponibilidade de seus nutrientes e sua concentração energética (NASCIMENTO et al., 1998).

Desse modo, o presente estudo teve por objetivo avaliar os valores de energia metabolizável aparente e corrigida pelo balanço de nitrogênio da dextrina em rações peletizadas para frangos de corte no primeiro experimento, bem como seus efeitos sobre o desempenho, histomorfometria intestinal, umidade de cama e frequência de lesões de coxim plantar de frangos de corte para o segundo experimento, considerando também, seu efeito como alimento prebiótico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves. Todos os procedimentos utilizados na presente pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/FMVZ, processo N° 51/2011.

Experimento I

Foram utilizados 147 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, sendo 84 no primeiro ensaio metabólico e 63 no segundo ensaio metabólico. As aves foram vacinadas no incubatório contra doença de Marek, Gumboro e Bouba Aviária, alojadas e distribuídas em 21 gaiolas de arame galvanizado, medindo 0,43m de altura, 0,50m de largura e 0,60m de profundidade, dispostas em dois andares e localizadas em uma câmara climatizada de ambiente termoneutro para os ensaios de metabolismo nas fases de crescimento (22 a 25 dias) e final (39 a 42 dias de idade).

Para o arraçamento foram utilizados comedouros infantis dentro das gaiolas na primeira semana e nas semanas seguintes comedouros tipo calha do lado externo de cada uma das unidades experimentais. Os bebedouros utilizados foram os do tipo nipple.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois níveis de inclusão de dextrina (10 e 20%) e uma dieta referência com sete repetições de quatro aves por unidade experimental para o primeiro ensaio e três aves por unidade experimental para o segundo ensaio metabólico.

As rações basais do primeiro experimento, isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com a composição dos alimentos e exigências nutricionais, para desempenho médio de frangos de corte machos, adaptadas das tabelas propostas por Rostagno et al. (2011) (Tabela 1). As dietas testes e a dieta basal de cada ensaio metabólico foram fornecidas na forma peletizada durante os ensaios metabólicos. O motivo da utilização de ração peletizada, foi evitar que o efeito aglutinante da dextrina interferisse e dificultasse na ingestão das rações pelas aves. As rações foram pesadas no início e ao final do período de coleta para o cálculo do consumo de ração.

Para determinar o valor da energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina, foram realizados dois ensaios

metabólicos, nas fases de crescimento (22 a 25 dias de idade) e na fase final (39 a 42 dias de idade).

Os ensaios metabólicos foram conduzidos durante sete dias, sendo três dias para adaptação das aves às dietas experimentais e quatro dias para coleta das excretas. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08h00 e 17h00) utilizando-se o método de coleta total de excretas. As excretas de cada unidade experimental foram coletadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas a -20°C. Ao final do período de coleta, foi determinada a quantidade de ração consumida, bem com a quantidade de excretas produzida.

Foram retiradas amostras de excretas, identificadas, pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, posteriormente moídas em moinhos tipo Willey. Em estufa a 105°C foi realizada determinação da matéria seca total das amostras. Os níveis de nitrogênio total nas rações experimentais e das excretas foram determinados utilizando-se o método de micro-Kjeldahl, conforme metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002).

Para determinação dos valores de energia bruta das amostras de rações e das excretas, foi utilizada bomba calorimétrica (*Ika Works* modelo C-2000 basic), e a partir desses resultados, foram calculadas as energias metabolizáveis aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965).

A Energia Metabolizável Aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram calculadas pelas seguintes fórmulas:

$$\text{EMA da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMA RB} + \frac{(\text{EMA RT} - \text{EMA RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

$$\text{EMAn da (RB) ou (RT) (kcal/kg MS)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento (kcal/kg MS)} = \text{EMAn RB} + \frac{(\text{EMAn RT} - \text{EMAn RB})}{\% \text{ de substituição}}$$

Em que:

RB = Ração basal.

RT = Ração Teste.

EB = Energia Bruta.

MS = Matéria Seca.

BN = Balanço de nitrogênio = N ingerido – N excretado.

Tabela1. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas basais para frangos de corte de desempenho médio nas fases de crescimento e final.

Ingredientes (%)	Crescimento	Final
Milho, moído	61,695	66,400
Soja, farelo 45%	31,680	27,412
Soja, óleo	3,210	3,033
Fosfato bicálcico	1,400	1,500
Calcário calcítico	0,770	0,490
Sal comum	0,350	0,320
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,200	0,150
L-Lisina HCl (78,4%)	0,200	0,280
DL-Metionina (99%)	0,190	0,190
Bicarbonato de sódio	0,150	0,145
Cloreto de colina (60%)	0,050	0,040
L-Treonina (98,5%)	0,040	0,030
Avilamicina	0,010	0,010
Monensina sódica	0,055	0,00
Total	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.150
Proteína bruta (%)	19,50	18,00
Cálcio (%)	0,730	0,640
Fósforo disponível (%)	0,370	0,380
Fibra bruta (%)	2,750	2,600
Metionina digestível. (%)	0,480	0,460
Metionina+cistina digestível (%)	0,787	0,760
Lisina digestível (%)	1,180	1,140
Sódio (%)	0,200	0,180
Ácido linoleico (%)	3,150	3,11
Triptofano digestível (%)	0,194	0,210
Treonina digestível (%)	0,740	0,670

¹Suplemento Vitaminico e Mineral. Para frangos de corte (Tortuga[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 11.092,00 UI; Vit. D₃, 2.678,00 UI; Vit. E, 24,86 UI; Ácido fólico, 0,99 mg; Ácido pantotênico, 11,78 mg; B₆, 2,49 mg; Biotina, 0,1 mg; Niacina, 0,03 g; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 2,01 mg; Vit. B₁₂, 12,00 µg; Vit. K₃, 1,888 mg; Cu, 8,56 mg; Zn, 51,36 mg; Se, 0,3 mg; I, 1,00 mg; Fe, 49,6 mg; Mn, 66,6 mg; BHT 2,00 mg.

Experimento II

Foram utilizados 912 pintos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, seis repetições de 38 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos da inclusão de 0; 1; 2; e 3% de dextrina nas dietas de frangos de corte. Para as dietas do segundo experimento foi utilizado o valor de 3.020 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio da dextrina, obtido na fase de crescimento com 20% de inclusão, no primeiro experimento de digestibilidade.

As aves foram vacinadas no incubatório contra doença de Marek, Bouda Aviária e Gumboro e, alojadas em boxes de 1,0m x 2,5m com área de 2,5m² (densidade de 15 aves/m²), com cama de maravalha com 15 cm de espessura, equipados com comedouros tubulares, bebedouros pendulares e campânulas de lâmpada infravermelha.

As dietas isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, conforme recomendações de Rostagno et al. (2011), utilizando-se as exigências para desempenho médio de frangos de corte machos e divididas em quatro fases: pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias de idade) (Tabelas 2, 3, 4 e 5). A água e a ração foram fornecidas a vontade durante todo o período de criação e o programa de luz utilizado foi de luz contínua até 14 dias de idade e luz natural a partir dos 15 dias de idade até o final do período experimental.

Para o cálculo das variáveis de desempenho relacionadas ao consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), ao final de cada semana foram registradas as sobras de rações de cada unidade experimental.

Semanalmente todas as aves foram pesadas para determinação do peso corporal (PC) e ganho de peso (GP). Diariamente as aves mortas foram retiradas e a mortalidade anotada para cálculos semanais de viabilidade (VB) por meio da fórmula: $VB\% = 100 - (100 - (n^{\circ} \text{ de aves final} / n^{\circ} \text{ de aves inicial}) \times 100)$. Aos 42 dias de idade foi realizado o cálculo do fator de produção (FP) de cada unidade experimental por meio da fórmula: $FP = ((\text{peso final} \times \text{viabilidade}) / (\text{idade da ave} \times \text{conversão alimentar})) \times 100$.

Diariamente as temperaturas máxima e mínima, temperatura de bulbo seco e úmido e temperatura de globo negro de dentro do galpão foram verificadas e registradas em três horários diferentes, 8h00, 12h00 e 18h00, para posterior cálculo das médias de temperatura, umidade relativa do ar média e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte machos de desempenho médio na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade).

Ingredientes (%)	Dextrina (%)			
	0,0	1,0	2,0	3,0
Milho, moído	54,710	53,305	51,980	50,592
Soja, farelo 45%	38,564	39,020	39,222	39,470
Soja, óleo	2,336	2,468	2,580	2,710
Fosfato bicálcico	1,950	1,910	1,920	1,920
Calcário calcítico	0,915	0,892	0,890	0,887
Sal comum	0,370	0,370	0,368	0,319
DL-Metionina (99%)	0,280	0,274	0,278	0,278
L-Lisina HCl (78,4%)	0,240	0,126	0,128	0,119
Bicarbonato de sódio	0,210	0,210	0,210	0,280
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Threonina (98,5%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Cl-Colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,060
Monensina Sódica	0,055	0,055	0,055	0,055
Avilamicina	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950
PB (%)	22,20	22,20	22,20	22,20
Cálcio (%)	0,938	0,920	0,922	0,921
Fósforo disponível (%)	0,478	0,471	0,473	0,472
Metionina digestível (%)	0,594	0,588	0,591	0,591
Metionina+cistina digestível (%)	0,949	0,944	0,946	0,945
Lisina digestível (%)	1,391	1,311	1,315	1,311
Treonina digestível (%)	0,908	0,913	0,914	0,915
Potássio (%)	0,864	0,869	0,869	0,869
Sódio (%)	0,222	0,222	0,221	0,220
Cloro (%)	0,273	0,272	0,270	0,240
Ácido linoléico (%)	2,616	2,663	2,698	2,742

¹Suplemento vitamínico e mineral. Para frangos de corte (Tortuga[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 11.092,00 UI; Vit. D₃, 2.678,00 UI; Vit. E, 24,86 UI; Ácido fólico, 0,99 mg; Ácido pantotênico, 11,78 mg; B6, 2,49 mg; Biotina, 0,1 mg; Niacina, 30 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 2,01 mg; Vit. B12, 12,00 µg; Vit. K3, 1,888 mg; Cu, 8,56 mg; Zn, 51,36 mg; Se, 0,3 mg; I, 1,00 mg; Fe, 49,6 g; Mn, 66,6g; BHT 2,00 mg.

Tabela 3. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte machos de desempenho médio na fase inicial (8 a 21 dias de idade).

Ingredientes (%)	Dextrina (%)			
	0,0	1,0	2,0	3,0
Milho, moído	58,801	57,511	56,138	54,791
Soja, farelo 45%	35,324	35,499	35,779	36,022
Soja, óleo	2,304	2,403	2,530	2,647
Fosfato bicálcico	1,520	1,510	1,510	1,515
Calcário calcítico	0,903	0,905	0,905	0,900
Sal comum	0,373	0,376	0,380	0,378
DL-Metionina (99%)	0,210	0,211	0,208	0,208
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
Bicarbonato de sódio	0,160	0,160	0,155	0,155
L-Lisina HCl (78,4%)	0,080	0,100	0,070	0,060
Cl-Colina (60%)	0,060	0,060	0,060	0,060
Monensina Sódica	0,055	0,055	0,055	0,055
Avilamicina	0,010	0,010	0,010	0,010
L-Threonina (98,5%)	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000
PB (%)	20,80	20,80	20,80	20,80
Cálcio (%)	0,822	0,820	0,820	0,820
Fósforo disponível (%)	0,394	0,392	0,392	0,392
Metionina digestível (%)	0,512	0,512	0,509	0,508
Metionina+cistina digestível (%)	0,852	0,851	0,847	0,846
Lisina digestível (%)	1,184	1,202	1,183	1,178
Treonina digestível (%)	0,764	0,764	0,766	0,767
Potássio (%)	0,817	0,816	0,818	0,818
Sódio (%)	0,210	0,211	0,211	0,210
Cloro (%)	0,275	0,276	0,278	0,276
Ácido linoléico (%)	2,649	2,678	2,721	2,759

¹Suplemento vitamínico e mineral. Para frangos de corte (Tortuga[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 11.092,00 UI; Vit. D₃, 2.678,00 UI; Vit. E, 24,86 UI; Ácido fólico, 0,99 mg; Ácido pantotênico, 11,78 mg; B₆, 2,49 mg; Biotina, 0,1 mg; Niacina, 30 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 2,01 mg; Vit. B₁₂, 12,00 µg; Vit. K₃, 1,888 mg; Cu, 8,56 mg; Zn, 51,36 mg; Se, 0,3 mg; I, 1,00 mg; Fe, 49,6 mg; Mn, 66,6 mg; BHT 2,00 mg.

Tabela 4. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte machos de desempenho médio na fase de crescimento (22 a 35 dias de idade).

Ingredientes (%)	Dextrina (%)			
	0,0	1,0	2,0	3,0
Milho, moído	61,749	60,111	58,773	57,444
Soja, farelo 45%	32,060	32,284	32,490	32,690
Soja, óleo	3,269	3,399	3,512	3,626
Fosfato bicálcico	1,270	1,278	1,280	1,290
Calcário calcítico	0,850	0,865	0,850	0,850
Sal comum	0,370	0,358	0,330	0,319
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-Metionina (99%)	0,178	0,180	0,190	0,190
Bicarbonato de sódio	0,145	0,150	0,200	0,160
L-Lisina HCl (78,4%)	0,062	0,060	0,060	0,065
Monensina Sódica	0,055	0,055	0,055	0,055
Cl-Colina (60%)	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina	0,010	0,010	0,010	0,010
L-Threonina (98,5%)	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100
PB (%)	19,50	19,50	19,50	19,50
Cálcio (%)	0,733	0,741	0,736	0,738
Fósforo disponível (%)	0,342	0,344	0,344	0,345
Metionina digestível (%)	0,466	0,467	0,476	0,475
Metionina+cistina digestível (%)	0,788	0,788	0,796	0,787
Lisina digestível (%)	1,085	1,086	1,089	1,095
Treonina digestível (%)	0,712	0,713	0,713	0,714
Potássio (%)	0,765	0,765	0,765	0,765
Sódio (%)	0,200	0,201	0,203	0,208
Cloro (%)	0,267	0,266	0,248	0,271
Ácido linoléico (%)	3,178	3,222	3,258	3,294

¹Suplemento vitamínico e mineral. Para frangos de corte (Tortuga[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 11.092,00 UI; Vit. D₃, 2.678,00 UI; Vit. E, 24,86 UI; Ácido fólico, 0,99 mg; Ácido pantotênico, 11,78 mg; B₆, 2,49 mg; Biotina, 0,1 mg; Niacina, 30,0 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 2,01 mg; Vit. B₁₂, 12,00 µg; Vit. K₃, 1,888 mg; Cu, 8,56 mg; Zn, 51,36 mg; Se, 0,3 mg; I, 1,00 mg; Fe, 49,6 mg; Mn, 66,6 mg; BHT 2,00 mg.

Tabela 5. Composição centesimal e nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte machos de desempenho médio na fase final (36 a 42 dias de idade).

Ingredientes (%)	Dextrina (%)			
	0,0	1,0	2,0	3,0
Milho, moído	66,453	65,128	63,811	62,469
Soja, farelo 45%	27,791	27,994	28,232	28,455
Soja, óleo	3,008	3,120	3,227	3,343
Fosfato bicálcico	1,075	1,073	1,075	1,077
Calcário calcítico	0,760	0,762	0,750	0,752
Sal comum	0,350	0,350	0,350	0,350
DL-Metionina (99%)	0,168	0,169	0,170	0,172
Bicarbonato de sódio	0,140	0,145	0,140	0,141
L-Lisina HCl (78,4%)	0,105	0,110	0,097	0,094
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Cl-Colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040
L-Threonina (98,5%)	0,010	0,010	0,008	0,008
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional calculada				
EM (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150
PB (%)	18,00	18,00	18,00	18,00
Cálcio (%)	0,642	0,642	0,638	0,640
Fósforo disponível (%)	0,300	0,299	0,299	0,299
Metionina digestível (%)	0,438	0,438	0,438	0,440
Metionina+cistina digestível (%)	0,740	0,740	0,739	0,739
Lisina digestível (%)	1,011	1,018	1,011	1,012
Treonina digestível (%)	0,657	0,658	0,657	0,658
Potássio (%)	0,701	0,701	0,702	0,702
Sódio (%)	0,196	0,197	0,195	0,195
Cloro (%)	0,262	0,262	0,261	0,260
Ácido linoléico (%)	3,098	3,133	3,166	3,204

¹Suplemento vitamínico e mineral Para frangos de corte (Tortuga[®]) níveis de garantia/kg de ração: Vit. A, 11.092,00 UI; Vit. D₃, 2.678,00 UI; Vit. E, 24,86 UI; Ácido fólico, 0,99 mg; Ácido pantotênico, 11,78 mg; B₆, 2,49 mg; Biotina, 0,1 mg; Niacina, 30,0 mg; Riboflavina, 4,5 mg; Tiamina, 2,01 mg; Vit. B₁₂, 12,00 µg; Vit. K₃, 1,888 mg; Cu, 8,56 mg; Zn, 51,36 mg; Se, 0,3 mg; I, 1,00 mg; Fe, 49,6 mg; Mn, 66,6 mg; BHT 2,00 mg.

Aos 10 dias de idade foi retirada uma ave com peso médio de cada unidade experimental, sacrificada por deslocamento cervical, após jejum de duas horas, para coleta dos segmentos do intestino delgado, duodeno, jejuno e íleo. Para análise histomorfométrica das vilosidades intestinais, cada um dos segmentos foi devidamente identificado e fixado em solução de Bouin por 24 horas e, em seguida, foram lavados e

desidratados por imersão seriada em álcool etílico em concentrações crescentes, diafanizados em xilol, infiltradas e incluídas em parafina. Posteriormente, foram submetidos à microtomia, obtendo-se cortes histológicos seriados de 5 µm de espessura e corados pela técnica de ácido periódico de Schiff (BANCROFT et al., 1994) para avaliação da altura das vilosidades e contagem das células caliciformes.

A altura dos vilos e profundidade das criptas dos segmentos intestinais foram determinadas através de imagens obtidas em microscópio óptico Zeiss Axiolab[®] com objetiva planapocromática 40X. As imagens foram capturadas com uma câmera acoplada ao microscópio e transferidas para um analisador de imagem (Leica[®]). Quinze leituras de altura de vilos e profundidade de cripta foram realizadas por lâmina e por segmento intestinal, que correspondem a uma ave por parcela experimental. A altura de vilos foi medida da região apical à região basal, que corresponde à porção superior das criptas. As criptas foram medidas da base até a região de transição entre a cripta e os vilos. A contagem do total das células caliciformes de cinco vilosidades por lâmina foi realizada utilizando contador manual utilizando-se microscópio óptico Zeiss Axiolab[®] com objetiva planapocromática 40X.

Também aos 10 dias de idade, foi retirada uma ave representativa do peso médio de cada parcela experimental, sacrificadas por deslocamento cervical para a coleta de fragmentos do jejuno para a determinação do pH do conteúdo. O conteúdo do jejuno foi retirado e colocado em potes plásticos descartáveis com 30 mL de água destilada. Posteriormente os frascos foram agitados e deixados em repouso por duas horas a 8°C para a leitura em pHgâmetro de mesa (COON et al., 1990).

Para a determinação dos escores de calos de patas das aves aos 42 dias de idade, foram avaliados 10 frangos de cada unidade experimental. Para as análises das lesões no coxim plantar foram adotados os seguintes escores de acordo com Oliveira et al. (2002): 0 – normal (sem queimaduras, crostas ou lesões); 1 – coxim queimado (apenas a derme); 2 – coxim com crostas (lesão cicatrizada) em um ou ambos os pés; e 3 – coxim com lesão (ferida aberta) em um ou ambos os pés.

Foram coletadas, semanalmente, amostras de cama em cinco pontos diferentes de cada boxe, evitando-se a área de bebedouro e comedouro, sendo estas homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos identificados para posterior determinação da umidade de cama. O teor de umidade da cama foi determinado de acordo com a metodologia (AOAC, 1970), que consistiu na pesagem de 70 gramas de cama em cada unidade experimental, em seguida as amostras foram colocadas em estufa

de ventilação forçada a 50°C, por 24 horas. Logo após, as amostras foram deixadas em temperatura ambiente para atingirem equilíbrio térmico e, depois, foram novamente pesadas para realização do cálculo de umidade de cama.

Os resultados obtidos no experimento foram analisados por meio de análise de variância com o auxílio do programa estatístico SAS (2002) e submetidas à análise de regressão pelo procedimento *proc reg* do SAS. Quando não significativa para a análise de regressão as variáveis foram submetidas ao teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de escore de coxim plantar foram submetidos a análise não-paramétrica e as variáveis submetidas ao teste de qui-quadrado utilizando o *Software* Estatístico Minitab 16, (MINITAB, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Os valores de energia bruta na matéria natural, matéria seca e energia bruta na matéria seca das dietas experimentais, da dextrina, ração basal e das rações experimentais com dois níveis de inclusão de dextrina (10 e 20%) obtidos nos ensaios metabólicos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de energia bruta (EB) das dietas experimentais e da dextrina.

1º ensaio metabólico (fase crescimento)			
Tratamentos	EB, kcal/kg*(MN)	MS*	EB, kcal/kg (100MS)
Dextrina	3.786	92,32	4.101
Basal	4.013	87,71	4.575
Basal + 10% dextrina	4.067	89,75	4.531
Basal + 20% dextrina	4.010	89,13	4.499
2º ensaio metabólico (fase final)			
Tratamentos	EB, kcal/kg*(MN)	MS*	EB, kcal/kg (100MS)
Dextrina	3.786	92,32	4.101
Basal	4.007	87,15	4.598
Basal + 10% dextrina	4.042	89,94	4.494
Basal + 20% dextrina	4.130	93,84	4.401

*Valores analisados. MN = na matéria natural; 100MS = em 100% de matéria seca.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigido pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina encontrados nos ensaios de metabolismo para frangos de corte machos da linhagem Cobb nas fases de crescimento e final estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigido pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da dextrina.

Variáveis	Níveis de dextrina		Valor de p	CV (%)
	10%	20%		
22 a 25 dias de idade				
EMA, kcal/kg	1.961 ^b	3.049 ^a	<0,0001	13,69
EMAn, kcal/kg	1.727 ^b	3.020 ^a	<0,0001	14,34
39 a 42 dias de idade				
EMA, kcal/kg	1.837 ^b	2.885 ^a	0,0082	26,27
EMAn, kcal/kg	1.749 ^b	2.832 ^a	0,0068	27,08

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

Houve diferença significativa para EMA e EMAn nas fases de crescimento e final entre os níveis de inclusão de dextrina testados, sendo que a inclusão de 20% de dextrina nos dois ensaios metabólicos apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) que a inclusão de 10% de dextrina.

Segundo Sibbald & Price (1975) e Sakomura & Rostagno (2007), o percentual de substituição do alimento na dieta referência afeta a precisão na determinação dos valores de energia metabolizável. Existe a possibilidade de controle da variação dos erros experimentais nos ensaios de digestibilidade, o erro de determinação da dieta teste é multiplicado por um fator dividido pela percentagem de substituição no cálculo da energia metabolizável do alimento. Isso indica que, quanto maior a proporção de alimento na dieta teste, maior a precisão na determinação (LESSON & SUMMERS, 2001). Portanto, recomenda-se a utilização dos valores de energia metabolizável determinada com 20% de dextrina na dieta teste nas duas fases testadas, tanto na fase de crescimento quanto na fase final.

Batal & Parsons (2004) trabalhando com várias fontes de carboidratos e, dentre elas, a dextrina, utilizaram níveis de inclusão entre 39,41 a 43,50% em dietas para pintos de corte machos aos 21 dias de idade e encontraram valores de EMAn para a dextrina de mandioca de 3.123 kcal/kg. Os valores de EMA e EMAn nas fases de crescimento e final com inclusão de 10% de dextrina encontrados no presente estudo foram muito inferiores aos encontrados por Batal & Parsons (2004), porém com inclusão de 20% de dextrina, os valores obtidos foram mais próximos aos relatados por estes autores.

Wolf et al. (1999) constataram que dextrinização do milho diminuiu a digestibilidade *in vitro* do amido e, com o aumento do grau de dextrinização, houve diminuição do amido digestível. Tsuji et al. (1998) demonstraram digestibilidade inferior para a dextrina comparada a outros carboidratos em uma série de ensaios *in vitro* e *in vivo*, e demonstram valores de energia metabolizável médios de 526 kcal/kg de dextrina e 3.995 kcal/kg para outros carboidratos convencionalmente utilizados.

Sulistiyanto et al. (1999) trabalhando com frangos de corte na fase pré-inicial observaram aumento do valor da energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) da dextrina com o aumento da idade das aves. Esses valores foram de 2.476; 2.684 e 3.170 kcal/kg para EMV e 2.251; 2.404 e 3.048 kcal/kg para EMVn, para as idades de um, três e dez dias respectivamente utilizando-se o método de alimentação forçada.

Sulistiyanto et al. (1999) testando quatro fontes de carboidratos, verificaram que a EMV e EMVn da dextrina foi maior aos um e dez dias de idade, do que as outras fontes de carboidratos estudadas, mas não em aves de três dias de idade, com resultados inferiores para a dextrina em comparação ao amido de milho para EMV de 2.684 e 2.780 kcal/kg e para EMVn de 2.404 e 2.486 kcal/kg, respectivamente. Com um e dez dias de idade, as aves aproveitaram melhor a energia da dextrina do que para os demais carboidratos estudados. Aos dez dias de idade a dextrina, maltose, amido e a glicose demonstraram valores de EMV de 3.170; 3.132; 3.144 e 2.919 kcal/kg e de EMVn de 3.048; 3.019; 3.012 e 2.809 kcal/kg, esses resultados foram superiores aos encontrados por Batal & Parsons (2004).

Batal & Parsons (2004) estudando fontes de carboidratos observaram que a EMAn varia entre os carboidratos estudados e, que produtos com alta proporção de amilose, processados por hidrólise, mas que não romperam totalmente suas ligações de amilose e amilopectina, quando adicionados às rações animais, são mal utilizados *in vivo*. Aos 21 dias de idade, a EMAn do amido de alta amilose foi inferior a todos os outros carboidratos testados com 2.292 kcal/kg e o amido de milho e a dextrose foram superiores com 3.254 kcal/kg e 3.329 kcal/kg, respectivamente.

Drozen (2012) concluiu que subprodutos hidrolisados a partir do amido, como a dextrina têm digestibilidade diminuída, pois, além de ligações glicosídicas digeríveis α -1,4 e α -1,6, a dextrina contém ligações glicosídicas β -1,2 e β -1,3, com maior relação de amilose e amilopectina na estrutura molecular, que não são digeríveis no intestino delgado.

Assim como existem variações nas composições nutricionais e energéticas dos alimentos devido ao cultivo em diferentes regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade do solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos, segundo Butolo (2002), também podem ocorrer variações nas composições de alimentos devido ao processamento, como a hidrólise do amido de milho. No processo de hidrólise do amido de milho é possível que em alguns casos, seus subprodutos tenham maior quantidade de amilose, devido às diferenças de processamento, tornando-os teoricamente menos digestíveis no intestino delgado. Por esse motivo, alguns desses alimentos podem sofrer fermentação no intestino grosso, caracterizando-se como um prebiótico.

Albino et al (2006), concluíram que o uso de aditivo (promotor de crescimento) nas rações melhorou o desempenho de frangos de corte e que prebióticos podem substituir antibióticos nas rações para frangos de corte.

Santos (2007) observou que a utilização de prebiótico em leitões, melhorou a digestibilidade da fibra provavelmente por ação dos microrganismos do intestino grosso e principalmente do ceco.

Os valores de EMA e EMAn da dextrina foram superiores quando determinados com 20% de inclusão. A dextrina apresentou para a fase de crescimento valores de EMA e EMAn de 1.961 e 1.765 kcal/kg, respectivamente, com a inclusão de 10% de dextrina na dieta e de 3.049 e 3.020 kcal/kg para a inclusão de 20% de dextrina, respectivamente. E para a fase final valores de EMA e EMAn de 1.837 e 1.749 kcal/kg, respectivamente, para inclusão de 10% de dextrina na dieta e de 2.885 e 2.832 kcal/kg para inclusão de 20% de dextrina, respectivamente.

Experimento II

As temperaturas de máxima e mínima, globo negro, bulbo seco, bulbo úmido, percentual de umidade relativa do ar e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Thom (1958) observadas no experimento de desempenho, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Monitoramento ambiental de galpão de criação de frangos de corte alimentados com ração basal e experimental contendo dextrina.

Idade (dias)	Máx ¹	Mín ¹	GN ¹	BS ¹	BU ¹	UR ¹	ITGU ²
1 a 7	32,4	27,1	32,3	29,6	23,5	60,3	80,94
8 a 14	30,3	26,1	29,4	28,3	23,0	64,5	77,98
15 a 21	29,6	25,6	30,4	27,5	21,5	59,9	78,22
22 a 28	29,9	24,9	30,1	27,3	22,9	69,5	78,79
29 a 35	29,0	24,5	28,7	27,0	21,9	64,7	76,87
36 a 42	25,8	21,5	25,4	23,8	20,6	75,9	73,44

¹Máx., temperatura máxima em °C; Mín., temperatura mínima em °C; GN, temperatura de globo negro em °C; BS, temperatura de bulbo seco em °C; BU, temperatura de bulbo úmido em °C; UR, umidade relativa do ar em %. ²ITGU, índice de temperatura de globo e umidade.

O índice de temperatura de globo e umidade é utilizado para quantificar e qualificar o desconforto térmico dos frangos de corte e podem estar relacionados às respostas fisiológicas e desempenho produtivo das aves, sendo um método de avaliação indireto e relativamente prático. O valor de ITGU na fase inicial de criação das aves ficou acima da zona de conforto térmico devido ao aumento de temperatura do galpão para melhor aquecimento dos pintainhos. Nas fases seguintes foram observados valores de ITGU próximos ou dentro da zona de conforto das aves demonstrados por Medeiros et al. (2005) que encontraram valores de ITGU entre 69 a 77.

Os valores de temperatura média ambiente obtidos no segundo experimento corroboram com Zanusso et al. (1999) e Fabricio (1994), esses autores indicam que o limite superior de conforto térmico para frangos de corte são, 31; 28; 26; 24; 23 e 21°C, respectivamente, para as fases de 0 a 3; 4 a 7; 8 a 14; 15 a 21; 22 a 30 e de 31 a 42 dias de idade. Esses dados também corroboram com valores indicados pelo manual da linhagem (*Cobb*) utilizada neste estudo, segundo o manual as temperaturas de 33; 30; 28; 26; 23 e 21 °C, respectivamente para as idades de 0 a 7; 8 a 14; 15 a 21; 22 a 28; 29 a 35 e 36 a 42 dias de idade mantém as aves dentro da zona de termoneutralidade (COBB-VANTRESS BRASIL, 2008).

Os dados de desempenho aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de dextrina.

Níveis de dextrina	0%	1%	2%	3%	Valor de p	CV, %
1 a 7 dias de idade						
PMI ¹ , g	46,13	46,25	46,54	46,16	0,8747	2,08
PC ¹ , g	178 ^{ab}	176 ^{ab}	172 ^b	181 ^a	0,0150	2,48
GP ¹ , g	132 ^{ab}	130 ^{ab}	125 ^b	135 ^a	0,0068	3,18
CR ¹ , g	153	150	148	153	0,2932	3,39
CA ¹ , g:g	1,160	1,158	1,184	1,137	0,1369	2,78
VB ¹ , %	98,68	99,56	99,56	99,56	0,4913	1,18
1 a 14 dias de idade						
PC, g	489 ^{ab}	490 ^{ab}	478 ^b	499 ^a	0,0213	2,12
GP, g	443 ^{ab}	444 ^{ab}	431 ^b	452 ^a	0,0164	2,30
CR, g	588	581	572	591	0,2161	2,79
CA, g:g	1,338	1,316	1,325	1,308	0,4014	2,37
VB, %	97,69	99,07	99,07	99,07	0,6326	2,25
1 a 21 dias de idade						
PC, g	994	986	985	998	0,6109	2,09
GP, g	947	939	938	952	0,5912	2,11
CR, g	1.267 ^{ab}	1.270 ^{ab}	1.251 ^b	1.279 ^a	0,0399	1,28
CA, g:g	1,358	1,366	1,344	1,353	0,4129	1,69
VB, %	97,22	99,07	99,07	99,07	0,4915	2,52
1 a 28 dias de idade						
PC, g	1.589	1.608	1.605	1.603	0,5198	1,45
GP, g	1.543	1.562	1.559	1.556	0,5169	1,48
CR, g	2.226	2.242	2.224	2.247	0,3345	1,16
CA, g:g	1,458	1,459	1,434	1,444	0,5143	1,63
VB, %	97,22	98,15	97,69	98,61	0,8561	2,95
1 a 35 dias de idade						
PC, g	2.253	2.256	2.243	2.248	0,9724	2,34
GP, g	2.207	2.210	2.196	2.202	0,9700	2,38
CR, g	3.361	3.378	3.359	3.371	0,9311	1,66
CA, g:g	1,551	1,546	1,542	1,549	0,8965	1,44
VB, %	95,37	96,76	97,69	96,77	0,5546	2,86
1 a 42 dias de idade						
PC, g	2.876	2.881	2.886	2.887	0,9854	2,06
GP, g	2.830	2.835	2.840	2.841	0,9861	2,09
CR, g	4.639	4.669	4.653	4.662	0,9517	2,01
CA, g:g	1,667	1,667	1,672	1,670	0,9496	1,07
VB ³ , %	94,91	96,30	95,83	95,41	0,9175	3,72
FP ²	390,15	396,20	393,92	392,44	0,9238	3,99

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹PMI, peso médio inicial; PC, peso corporal; GP, ganho de peso; CR, consumo de ração; CA, conversão alimentar; VB, viabilidade; FP, fator de produção; ²FP = ((PC x VB)/(CA x idade)) x 100; ³VB% = 100 – (100 – (n°de aves final/ n°de aves inicial)*100).

Houve diferença significativa somente nos dados de desempenho em: peso corporal aos 7 e 14 dias, ganho de peso aos 7 e 14 dias e consumo de ração aos 21 dias.

Aos 42 dias de idade não foram observados diferenças no desempenho de frangos alimentados com níveis de dextrina, corroborando com Batal & Parsons (2004) que trabalharam com diversas fontes de carboidratos, e observaram que o maior ganho de peso, foi durante as três primeiras semanas de idade. Uma explicação para não ter ocorrido diferenças aos 42 dias de idade pode ser atribuída ao total desenvolvimento do trato gastrointestinal e, consequente, adaptação às dietas que, segundo Moran Jr. (1985), a digestão e a absorção de carboidratos em aves não são fixas, mas são altamente adaptáveis de acordo com sua presença na dieta.

Os resultados com maiores diferenças significativas foram observadas entre os níveis de 2 e 3% de inclusão do produto testado para desempenho (dextrina). Outros dados de desempenho como conversão alimentar (CA) e viabilidade (VB) não foram notadas diferenças estatísticas. O fator de produção (FP) aos 42 dias de idade das aves também não apontou diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos.

Poderia ter ocorrido uma diferença no desempenho final entre os níveis de dextrina utilizados devido ao potencial prebiótico da dextrina, porém os dados não demonstraram efeito entre os tratamentos, assim como Rocha et al. (2010) que inferiram que os aditivos (antibióticos promotores de crescimento, prebióticos, ácidos orgânicos e probióticos) não influenciaram o de peso vivo, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar ao final do período de 42 dias de idade das aves.

Os estudos com prebióticos e outros aditivos alternativos ainda são bastante contraditórios em relação ao grande volume de trabalhos publicados. Existe a necessidade de uma padronização do modo de utilização desses aditivos, com intuito de favorecer outras pesquisas e a indústria em geral.

Não houve diferenças significativas de pH do jejuno de frangos de corte alimentados com níveis de dextrina (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de pH de jejuno de frangos de corte aos 10 dias de idade alimentados com níveis de dextrina.

	Níveis de dextrina, %				Valor de p	CV, %
	0	1	2	3		
pH	6,46	6,50	6,40	6,53	0,5050	2,40

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Furlan et al. (2004), o pico de desenvolvimento do intestino delgado está entre 5 e 7 dias pós-eclosão nos frangos de corte, já em poedeiras comerciais o maior desenvolvimento no jejuno e no íleo foi observado em média aos 10 dias após a eclosão (UNI et al., 1996).

Poderia ter ocorrido mudanças de pH do jejuno devido a maturação do intestino delgado no período avaliado, no entanto, não houve diferença estatística em relação aos níveis de dextrina utilizados.

O fato de não ocorrerem efeitos significativos entre os tratamentos também pode ser atribuído ao aspecto da competição patogênica ser insignificante para que a dextrina pudesse interferir nos resultados obtidos. Esta possível explicação é baseada no fato de que os animais foram criados em um ambiente de boas condições profiláticas e com um mínimo de estresse (que normalmente está associado a fatores nutricionais, ambientais e/ou emocionais), não havendo aumento de bactérias suficientes para causar desequilíbrio na microbiota intestinal.

Segundo Furlan et al. (2004), o duodeno, em condições normais de saúde, tem o pH neutro, e dessa maneira os microrganismos podem colonizar este segmento do intestino delgado, assim como no jejuno e íleo. A utilização de oligossacarídeos, que fazem parte dos chamados prebióticos, parece ser efetiva em reduzir colonização bacteriana no intestino delgado, pois atuam inibindo a aderência das bactérias ao enterócito, através da ligação com o glicocálix.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os valores de pH intestinal observados por Viola et al. (2008) estudando ácidos orgânicos na alimentação de frangos de corte. As dietas do presente estudo não influenciaram nas oscilações de pH entre os níveis de dextrina mantendo o pH normal variando entre 6 a 8 (MACARI et al., 2002).

Appelt et al. (2010) avaliando dois tipos de rações e cinco níveis de inclusão de probiótico, sendo as dietas formuladas à base ingredientes de origem vegetal ou com ingredientes de origem animal como principal fonte protéica em substituição de parte do farelo de soja também não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos nos valores de pH do jejuno, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo entre os níveis de inclusão de 0; 1; 2 e 3% de dextrina, com resultados de 6,46; 6,50; 6,40 e 6,53, respectivamente.

Os dados de histomorfometria das vilosidades intestinais, profundidade de cripta e número de células caliciformes estão representados na Tabela 11.

Tabela 11. Contagem de células caliciformes, medidas de altura de vilosidades, profundidade de criptas e a relação vilo: cripta do duodeno, jejuno e íleo em frangos de corte aos 10 dias de idade.

Variáveis	Níveis de dextrina					Valor de p	CV %
	0%	1%	2%	3%			
Nº de células caliciformes ¹							
Duodeno	166	225	199	199	0,416	32,12	
Jejuno	192	195	214	200	0,822	21,77	
Íleo	113	139	122	121	0,475	24,98	
Altura de vilos ² , µm							
Duodeno	763,9	709,7	826,1	676,8	0,214	16,85	
Jejuno	503,0	424,7	455,6	471,3	0,136	11,96	
Íleo	307,7	328,9	295,1	349,0	0,282	15,55	
Profundidade de cripta ² , µm							
Duodeno	132,7	133,8	116,2	140,2	0,241	15,60	
Jejuno	81,6	92,2	87,2	98,0	0,452	19,91	
Íleo	102,5	89,6	88,4	92,8	0,431	17,20	
Relação vilo:cripta ³							
Duodeno	5,9 ^{ab}	5,4 ^b	7,1 ^a	4,8 ^b	0,0018	15,55	
Jejuno	6,4	4,9	5,3	4,9	0,0801	20,16	
Íleo	3,2	3,7	3,4	3,8	0,4586	22,63	

Letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹Número médio de células determinadas em cinco vilos por ave.

²Altura média de 15 vilos e profundidade de 15 criptas por ave.

³Relação vilo:cripta = altura de vilosidade/profundidade de cripta.

As quantidades de células caliciformes não diferiram entre os tratamentos. Também não houve efeito significativo entre os tratamentos no duodeno, jejuno e íleo sobre as medidas de altura de vilosidades e profundidade de criptas do TGI. Assim, as médias de altura de vilosidades deste estudo foram de 744,1; 463,7 e 320,2 µm e profundidade de criptas 130,7; 89,8 e 93,3 µm para duodeno, jejuno e íleo, respectivamente. O fato de não ocorrer diferenças para as variáveis de histologia para os três segmentos do intestino delgado pode ser efeito do baixo desafio que as aves foram expostas.

Quanto a relação da altura de vilosidade com a profundidade de cripta (relação vilo:cripta), verificou-se que houve aumento com a inclusão de 2% de dextrina para o duodeno, porém, a julgar pelos dados de desempenho nessa fase (fase inicial), o aumento na relação vilo:cripta não melhorou a capacidade de absorção das aves, com resultados piores para ganho de peso e peso corporal aos 14 dias para a inclusão de 2% de dextrina.

As demais variáveis histomorfológicas de todos os tratamentos não apresentaram nenhuma diferença significativa. Isso pode ser indicativo de que a dextrina não influencia os frangos de corte como um alimento prebiótico

Segundo Macari et al. (2002), a capacidade absorptiva das aves é diretamente proporcional a quantidade de vilos, tamanho de vilosidades e área de superfície disponível para absorção. O fato de não existir diferenças entre as variáveis de desempenho para os frangos aos 42 dias de idade pode ser explicada pela inexistência de diferenças entre as alturas de vilosidades dos segmentos do TGI.

Como não foram notadas diferenças entre as variáveis de histomorfometria das vilosidades, profundidade de cripta e contagem de células caliciformes deste estudo, pode-se inferir que as aves não sofreram influência de fatores como sanidade, ambiente, manejo ou nutrição.

Oliveira et al. (2009) mensuraram a altura média das vilosidades no duodeno em frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, alimentados com ou sem mananoligossacarídeos (MOS). Os autores encontraram diferenças para as medidas de altura de vilos do jejuno e íleo. Para a dieta com MOS observou-se altura média de 1402 μm no jejuno e 993 μm para o íleo, para dietas sem MOS, observou-se altura média de 1174 μm no jejuno e 826 μm para o íleo.

Quando a mucosa apresenta vilosidades com número aumentado de células caliciformes, provavelmente esse epitélio sofreu algum processo de agressão causado pela dieta, fungos, bactérias, entre outros fatores. Como não houve diferenças entre os tratamentos para as células caliciformes, pode-se constatar que a dieta não influenciou a contagem dessas células. Lembrando que a principal função das células caliciformes é produzir muco, constituído por glicoproteínas hidrofílicas, que tem a função de proteger e lubrificar o intestino delgado contra algum tipo de agressão (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2008).

Bueno et al. (2012) estudando codornas japonesas criadas na ausência de desafio sanitário não encontraram diferenças estatísticas para o número de células caliciformes quando comparados os tratamentos controle e probiótico.

Os valores de umidade de cama referentes ao período experimental estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Umidade da cama (%) de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de dextrina.

Idade	Níveis de dextrina, %				Valor de p	CV, %
	0	1	2	3		
1 dia	6,83	7,22	6,87	6,68	0,7616	12,94
7 dias	11,29	13,52	13,68	11,60	0,1438	17,19
14 dias	24,67	20,72	23,73	25,70	0,5978	27,71
21 dias	25,56	23,23	26,05	27,11	0,5394	18,28
28 dias	39,42	36,21	38,23	36,57	0,7233	14,56
35 dias	43,26	38,37	42,59	41,51	0,6689	17,61
42 dias	43,16	35,30	39,23	43,18	0,0419 ¹	12,65

¹UM42 = 42,5665 – 8,451x – 2,95x²; R² = 0,83 / Ponto de inflexão = 1,43% dextrina

Houve um aumento gradativo semanal em relação à umidade de cama em todos os tratamentos, sendo que os valores encontrados podem ser considerados acima do normal a partir da quarta semana de idade das aves, segundo o manual de cama de aviário Nutron (2010), que indica valores entre 20 e 25% de umidade de cama de frangos de corte.

Para a umidade de cama aos 42 dias de idade houve um efeito quadrático sendo que o menor valor calculado pelo ponto de mínimo da função quadrática ocorreu com a inclusão de 1,43% de dextrina na dieta (UM42 = 42,5665 – 8,451x – 2,95x²; R² = 0,83) (Tabela 12).

A partir do início da quarta semana de idade (22 dias de idade das aves) a umidade de cama se acentuou em função da maior quantidade de consumo de ração e consequente aumento da massa de excrementos depositados pelas aves na cama, corroborando com relatos de Borges & Favero (2008) que inferiram que aves em idades mais avançadas aumentam o consumo de água e ração, em consequência disso tem maior taxa de passagem e maior umidade de cama, enquanto que Macari & Campos (1997) observaram menores teores de umidade de cama de aviário no mesmo período de criação (quarta semana em diante).

Miragliota (2005) relatou diferenças na umidade de cama de frangos de corte criados em duas épocas (verão e inverno). Dois galpões foram utilizados para medir a umidade da cama durante o verão sendo encontrados valores médios entre 35,92% a 40,76% e, durante o inverno valores médios de 25,07% a 25,28%. Estes resultados demonstram que a variável temperatura ambiente pode refletir diretamente nos resultados de umidade da cama de aviário. Os resultados observados por Miragliota (2005) na época do inverno são semelhantes com os resultados encontrados aos 21 dias de idade das aves na presente pesquisa, que demonstra valores entre 23,23 e 27,11% para os quatro níveis de inclusão de dextrina. E os resultados durante o verão são semelhantes aos resultados de 42 dias de idade deste estudo com valores variando entre 35,30 e 43,18% de umidade de cama, em que as aves foram alojadas no início do outono (16/03/2012), porém, a umidade de cama acima dos padrões do manual de cama aviária Nutron (2010), não se deve a época do ano, e sim ao somatório da alta densidade de aves alojadas com o tipo de bebedouro utilizado nas unidades experimentais (bebedouro tipo pendular).

Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as lesões de coxim plantar (Tabela 13).

Tabela 13. Escore de lesões de coxim plantar em frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com níveis de dextrina.

Níveis de dextrina	Escore das lesões de coxim plantar (%)			
	0	1	2	3
0	5,00	33,33	41,66	20,00
1	5,00	28,33	46,66	20,00
2	8,34	30,00	40,00	21,67
3	1,67	23,33	45,00	30,00

Escore de lesão: 0 – normal (sem queimaduras, crostas ou lesões); 1 – coxim queimado (apenas a derme); 2 – coxim com crostas (lesão cicatrizada) em um ou ambos os pés; e 3 – coxim com lesão (ferida aberta) em um ou ambos os pés.

ns = não significativo (teste qui-quadrado, $p > 0,05$).

Os resultados das avaliações de escore de lesões de coxim plantar (calo de pata) apresentaram percentuais mais elevados para escore 2 e, apesar da cama ser revolvida semanalmente, não foi possível evitar seu emplacamento (compactação da cama), fato este que, provavelmente contribuiu para as lesões de coxim plantar.

O tipo de bebedouro utilizado (pendular) favorece a maior umidade de cama, e consequentemente o seu emplacamento, fazendo com que a principal função da cama, a de garantir o bem-estar animal, seja reduzida. Segundo Oliveira et al. (2002), o bebedouro pendular aumenta a percentagem de umidade de cama tornando-a mais compactada. Estes autores utilizaram densidade de 14 aves/m² e dois tipos de cama (maravalha e serragem) e encontraram valores de calo de pata médios de 0,40 e 2,20 respectivamente, com diferenças bastante significativas para escore de lesão de coxim plantar para cada tipo de cama.

De acordo com Greene et al. (1985), citado por Mendes et al. (2012), as lesões de coxim plantar podem ser desenvolvidas em menos de uma semana e depois evoluir para úlceras principalmente nas aves adultas.

Mendes et al. (2012) concluíram que altas densidades de alojamento aumentam a intensidade de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar das aves e, tendem a se agravar com o aumento do peso dos animais (fim do período de criação das aves). Estes autores relataram que a densidade de 15 aves/m² provocaram lesões médias de escore 2,34 no coxim plantar aos 42 dias de idade, resultado superior aos encontrados no presente estudo com a inclusão de dextrina.

A alta densidade de aves alojadas por unidade experimental e consequente umidade de cama favoreceram o aparecimento das lesões no coxim plantar. O mesmo foi observado por Santos et al. (2002) que afirmam que lesões no coxim plantar são comuns em frangos de corte criados sobre camas úmidas e compactadas.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as lesões de coxim plantar em nenhum dos escores avaliados. Os percentuais de dextrina utilizados não influenciaram as lesões encontradas nas patas das aves, portanto, o efeito prebiótico esperado da dextrina nas aves não ocorreu para esta variável.

CONCLUSÕES

Os valores de energia metabolizável aparente e corrigida pelo nitrogênio da dextrina para o nível de inclusão de 20% são: 3.049 e 3.020 kcal/kg para a fase de crescimento e 2.885 e 2.832 kcal/kg para a fase final de criação, respectivamente.

Níveis de inclusão de dextrina de até 3% da dieta não afetam a histomorfometria intestinal dos frangos de corte na fase inicial e não influenciam o seu desempenho aos 42 dias de idade, entretanto, há aumento da umidade da cama de maravalha quando se utilizam níveis acima de 1,43% de dextrina na dieta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; BRUM, P. A. R. de.; FIALHO, F. B.; PAIVA, G. J.; HARA, C. Análise individual versus "pool" de excreta na determinação da energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p.467-473, 1994.

ALBINO, L. F. T.; FERES, F. A.; DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; CARVALHO, D. C. O.; GOMES, P. C.; COSTA, C. H. R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.742-749, 2006.

APPELT, M. D.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; SILVA, W. T. M.; VENTURI, I.; NUNES, C. G. V. Níveis de probiótico em rações de origem animal e vegetal para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.765-771, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 11.ed. Washington, D.C., 1970. 1015p.

BANCROFT, J. D.; COOK, H. C.; STIRLING, R. W. **Manual of histological techniques and the diagnostic application**. London: CHURCHIL LIVINGSTONE, 1994. 457p.

BATAL, A. B.; PARSONS C. M. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. **Poultry Science**, v.83, p.1140–1147, 2004.

BORGES, S. A.; FAVERO, A. Utilização de eletrólitos para aves - da teoria a prática. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 9., 2008, Chapecó. **Anais...** p.129-153.

BUENO, R.; ALBUQUERQUE, R.; MURAROLLI, V.D.A.; AYA, L.A.H.; RAPOSO, R.S.; BORDIN, R.A. Efeito da influência de probiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal. Science**, v. 49, n. 2, p. 111-115, 2012.

BUTOLO J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: J.E Butolo; 2002.

COBB-VANTRESS BRASIL., **Manual de manejo de frangos de corte Cobb**. Guapiaçu., 2009. 66p.

COON, C. N.; LESKE, L. L.; AKAVANICHAN, O.; CHENG, T. K. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, v.69, p.787-793, 1990.

DROZEN, M. S. [2012]. **Serving Business through Law and Science**. Available at: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/fcn/gras_notices/GRN000436pdf>. Accessed on: Feb. 11, 2013.

FABRICIO, J.R. Influência do estresse calórico no rendimento da criação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, São Paulo. **Anais...** Santos, SP. FACTA, 1994, p.129-136.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, **Anais...** Balneário Camboriú, 2004. p.6-28.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 524p.

LESSON, S. & SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

MACARI, M.; CAMPOS, S. S. Respostas fisiológicas de frangos de corte criados em altas densidades. SIMPÓSIO SOBRE AMBIÊNCIA, SANIDADE E QUALIDADE DA CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE. **Anais...** Concórdia, 1997. p.5-18.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicadas a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.375.

MANUAL NUTRON DE CAMA DE AVIÁRIO. [2010]. Available at: <<http://www.nftalliance.com.br/assets/Uploads/CamaAviria.pdf>> Accessed on: Oct. 12, 2011.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Connecticut: UNICONN PRESS, 1965. 11p.

MEDEIROS, C. M., BAÊTA, F. C., OLIVEIRA, R. F. M., TINÔCO, I. F. F., ALBINO, L. F. T., CECOM, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13. n.4, p.277-286, 2005.

MENDES, A. S.; PAIXÃO, S. J. A.; MAROSTEGA, J. B.; RESTELATTO, R.C.; OLIVEIRA, P. A. V.; POSSENTI, J. C. Mensuração de problemas locomotores e de lesões de coxim plantar em frangos de corte. **Archivos de Zooecnia**, v.61, n.234, p.217-218, 2012.

MINITAB® Statistical Software [computer program], version 16. State College, PA: **Minitab Inc**, 2010.

MIRAGLIOTA. M. Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2005. 258f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAN JR., E.T. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. **Journal of Nutrition**, v.115, p.665-674, 1985.

NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO. H. S.; RIBEIRO. E. G. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.579-583, 1998.

OLIVEIRA, M. C., GOURLART, R. B., SILVA, J. C. N. Efeito de duas densidades e dois tipos de cama sobre a umidade da cama e a incidência de lesões na carcaça de frango de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.2, p.7-12, 2002.

OLIVEIRA, M. C.; CANCHERINI, L. C.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.879-886, 2009.

ROCHA, A. P.; ABREU, R. D.; COSTA, M. C. M. M.; OLIVEIRA, G. J. C.; ALBINATI, R. C. B.; PAZ, A. S.; QUEIROZ, L. G.; PEDREIRA, T. M. Prebióticos, ácidos orgânicos e probióticos em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.793-801, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Horacio Santiago Rostagno, 2011. 256p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SANTOS, V. M. **Níveis de prebiótico em substituição ao antibiótico em dietas para leitões recém-desmamados**. 2007. f.57. Dissertação (Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SANTOS, R. L.; NUNES, V. A.; BAIÃO, N.C. Pododermatite de contato em frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, p.655-658, Belo Horizonte, 2002.

SAS Institute Inc., User **Installation Guide for the SAS® System**, Version 9 for Microsoft® Windows®, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002.

SIBBALD, I. R.; PRICE, K.; Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. **Poultry Science**, v.54, p.448-456, 1975.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.

SULISTIYANTO, B., AKIBA, Y., AND SATO, K. Energy utilization of carbohydrate, fat and protein sources in newly hatched broiler chicks. **British Poultry Science**, v.40, p.653–659, 1999.

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transaction of the American Society of Heating**, v.55, p.65-72, 1958.

TSUJI, K.; GORDON, D. T. Energy value of a mixed glycosidic linked determined in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.46, p.2253-2259, 1998.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Development of the small intestine in heavy and light starin chickes before and after hatching. **British Poultry Science**, v.36, p.63-71, 1996.

VIOLA, E. S., VIEIRA, S. L., TORRES, C. A., FREITAS, D. M., BERRES, J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.296-302, 2008.

WOLF, B. W., BAUER, L. L., AND FAHEY, G. C. Effects of chemical modification on in vitro rate and extent of food starch digestion: An attempt to discover slowly digested starch. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**. v.47, p.4178–4183, 1999.

ZANUSSO. J. T.; OLIVEIRA. R. F. M.; DONZELE. J. L.; FERREIRA. R. A.; ROSTAGNO. H. S.; EUCLYDES. R. F.; VALERIO. S. R. Níveis de Energia Metabolizável para Frangos de Corte de 1 a 21 Dias de Idade Mantidos em Ambiente de Conforto Térmico. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.28, n.5, p.1068-1074, 1999.

Capítulo III

Implicações

A presente pesquisa sugere que a baixa suplementação de dextrina, em até 3%, não afeta o desempenho final de frangos de corte.

A alta inclusão deste oligossacarídeo, maior que 20%, dificulta a ingestão de ração farelada pelas aves e dificulta a determinação do valor nutricional deste alimento, fato relatado em experimentos de digestibilidade anteriormente a este trabalho, em que a ração se aderiria ao bico dos frangos de corte quando em contato com a água de bebida ou saliva desses animais.

Por este motivo, as dietas para o experimento de digestibilidade, com alta inclusão de dextrina, devem ser produzidas na forma peletizada, devido ao fator de alto potencial de aglutinação e higroscopicidade da dextrina, com intenção de evitar o problema de aderência de ração ao bico das aves.

No entanto, foi observada maior dificuldade de adaptação das aves a dieta peletizada, já que os animais eram criados inicialmente com ração farelada. Isso pode ter influenciado na determinação dos valores de energia metabolizável. Estes fatores podem ter influenciado a variação dos valores de energia metabolizável da dextrina e poderiam ter sido evitados com um maior tempo de adaptação das aves a dieta peletizada ou então, trabalhar durante todo o período de criação com dieta peletizada.

Ainda para as dietas peletizadas do primeiro experimento, houve dificuldade no processamento das rações com 20 e 30% de inclusão da dextrina. Durante o processo de fabricação destes tratamentos, a peletizadora travava devido a grande percentagem do produto nas dietas e ao superaquecimento da máquina, estes fatores aumentaram a dureza dos peletes, impossibilitando a produção dessas rações.

Nas condições encontradas, o tratamento com 30% de inclusão de dextrina foi excluído do projeto inicial e o tratamento com 20% de inclusão foi feito de forma manual, com período maior de pré-secagem em estufa (24 horas), a fim de atingir a consistência dos peletes feitos na peletizadora industrial da empresa Corn products.

O processo manual de fabricação do tratamento com 20% de dextrina diminuiu a umidade da dieta, provavelmente por ter sido seca em estufa de ventilação forçada a 60°C por 24 horas, a dieta em questão proporcionou matéria seca de 93,84%, enquanto a ração feita pelo processo industrial de peletização com 10% de inclusão de dextrina apresentou 89,94% de matéria seca.

Tais informações sobre a digestibilidade e desempenho sobre a utilização de dextrina em frangos de corte, abrem portas para o conhecimento de mais um ingrediente para a avicultura e sugerem mais estudos com esse produto, visando diminuir as dificuldades encontradas, bem como sua melhor utilização.

Apêndices

Os dados médios de temperatura e umidade relativa do ar (UR) do primeiro experimento estão indicados na Tabela 1 abaixo e estão dentro da faixa estabelecida pelo manual da linhagem.

Tabela 1. Temperatura e umidade média das câmaras climáticas durante o período experimental.

Idade (dias)	Temperatura (C°)	Umidade (%)
1 a 7	31	60
8 a 14	28	53
15 a 21	26	54
22 a 28	23	58
29 a 35	21	57
36 a 42	21	58

Os dados de peso corporal e consumo de ração, determinados nos ensaios de digestibilidade estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Peso corporal médio no início de cada ensaio metabólico de frangos de corte aos 18 e 34 dias de idade para determinação do valor energético da dextrina.

Tratamentos	18 dias, g ¹	34 dias, g ¹
Basal	578,00 ± 14,45	1.969,00 ± 37,12
Basal + 10% dextrina	578,00 ± 16,12	1.970,00 ± 42,51
Basal + 20% dextrina	578,00 ± 28,96	1.970,00 ± 44,12

¹Peso médio obtido após distribuição das aves em cada tratamento.

Segundo Rostagno et al. (2011) frangos de corte machos para desempenho médio aos 18 e 34 dias de idade deveriam pesar em média 680g e 2131g respectivamente, no entanto, neste estudo, as aves com as mesmas idades pesam em média 578g e 1970g, respectivamente, valores menores do que os indicados nas tabelas brasileiras de aves e suínos. Isso se deve ao fato de que, frangos de corte diminuem seu desempenho produtivo quando criados em gaiolas.

Tabela 3. Consumo médio de ração por unidade experimental durante o período de coleta total de excretas.

Tratamentos	Consumo de ração, g
1º ensaio metabólico (fase crescimento) com quatro aves por repetição	
Basal	1.677,43 ± 283,37
Basal + 10% dextrina	1.668,11 ± 175,25
Basal + 20% dextrina	1.919,14 ± 173,24
Tratamentos	Consumo de ração, g
2º ensaio metabólico (fase final) com três aves por repetição	
Basal	2.162,86 ± 189,41
Basal + 10% dextrina	2.364,86 ± 402,33
Basal + 20% dextrina	2.290,57 ± 450,41

O consumo de ração de frangos machos para desempenho médio, nos dois períodos de ensaios metabólicos, foram abaixo do proposto por Rostagno et al. (2011) nas tabelas brasileiras de aves e suínos, como mostra a Tabela 3. Para o primeiro ensaio metabólico (22 a 25 dias de idade) o consumo de ração médio por ave foi de 439g, e para o segundo ensaio metabólico (39 a 42 dias de idade) o consumo de ração médio por ave foi de 758g, enquanto Rostagno et al. (2011) indicam 517g e 832g, respectivamente, para cada período. Essa diferença se deve ao fato das aves terem sido criadas em gaiolas na presente pesquisa.