



**SEBASTIÁN DORADO MONTENEGRO**

**VALORES ENERGÉTICOS DA RASPA  
INTEGRAL DE MANDIOCA E DO SORGO  
PARA DIFERENTES ESPÉCIES E  
CATEGORIAS DE AVES**

**LAVRAS-MG**

**2016**

**SEBASTIÁN DORADO MONTENEGRO**

**VALORES ENERGÉTICOS DA RASPA INTEGRAL DE MANDIOCA E  
DO SORGO UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE DIFERENTES  
ESPÉCIES E CATEGORIAS DE AVES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

Orientador

Prof. Dr. Édison José Fassani

Profa Dra. Renata Ribeiro Alvarenga

Coorientadores

**LAVRAS-MG**

**2016**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Montenegro, Sebastián Dorado.

Valores energéticos da raspa integral de mandioca e do sorgo  
para diferentes espécies e categorias de aves / Sebastián Dorado  
Montenegro. – Lavras : UFLA, 2016.

55 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de  
Lavras, 2016.

Orientador(a): Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. alimentos. 2. avicultura. 3. metabolizabilidade. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**SEBASTIÁN DORADO MONTENEGRO**

**VALORES ENERGÉTICOS DA RASPA INTEGRAL DE MANDIOCA E  
DO SORGO UTILIZADOS NA ALIMENTAÇÃO DE DIFERENTES  
ESPÉCIES E CATEGORIAS DE AVES**

**ENERGY VALUES OF WHOLE CASSAVA ROOT MEAL AND  
GROUND SORGHUM USED AS FEEDSTUFF FOR DIFFERENT  
SPECIES AND CATEGORIES OF BIRDS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de agosto de 2016.

Dr. Édison José Fassani

UFLA

Dra. Renata Ribeiro Alvarenga

UFLA

Dra. Renata Apocalypse Nogueira Pereira

EPAMIG – Regional Sul

Dr. Paulo Borges Rodrigues  
Orientador

LAVRAS – MG  
2016

*A minha mãe, Flory, pela confiança e amor incondicional, e por ser a minha melhor amiga e conselheira. Ao meu pai, Mario, por acreditar sempre em mim e pelas inúmeras lições de nunca renunciar aos sonhos. São os dois meus exemplos de vida e os maiores motivos para continuar crescendo.*

*Aos meus irmãos, Esteban e Agustín, por me apoiarem sempre.*

*À Marcela, que causa tanta felicidade e amor na minha vida.*

*A todos os meus amigos e familiares que me ajudaram a conquistar mais uma etapa.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, especialmente, a minha família pela confiança e respaldo amoroso e moral que sempre me foi brindado na minha estância pelo Brasil;

Ao Programa de Alianças para a Educação y a Capacitação (PAEC) da Organização dos Estados Americanos (OEA), ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) e à Universidade Federal de Lavras e seu Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade outorgada de realizar meus estudos de pós-graduação no exterior;

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, - FAPEMIG, pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador, Prof. Paulo Borges Rodrigues, pelo sempre bom atendimento, confiança, orientação e muita paciência brindada;

Aos professores Édison José Fassani, Luciana de Paula Naves e Renata Ribeiro Alvarenga, pela grande disposição em contribuir com este projeto;

Ao Fernando Bastos e às granjas Loureiro e Fujikura pelo apoio com os materiais e aves para a execução desta pesquisa;

A todos os orientados do professor Paulo, o David, Diovanna, Eduardo, Evelyn, Fernanda, Marcelo, Marcos Paulo, Nicole e Sérgio, pela amizade, conselhos e colaboração sempre oferecidos sem limitações;

Aos colegas e amigos, brasileiros e do mundo, pelo companheirismo e as constantes lições acadêmicas e de vida. O futuro está nas nossas mãos!

À Aline, Andrés, Bárbara, Bruna, Charles, Cristino, Edwin, Evelyn, Fer, Ivan, Jorge, Luis, Marcelo, Marcos Paulo, Melissa, Mylena, Raul, Rennan, Sérgio, Verônica e Yony, por fazer meus dias em Lavras mais felizes. Sempre estarão nas minhas lembranças e nos meus pensamentos.

... de coração: Muito obrigado!

“A satisfação está no esforço e não apenas na realização final”.

Mahatma Gandhi

## **AUTOBIOGRAFIA**

**SEBASTIÁN DORADO MONTENEGRO**, nascido em 02 de agosto de 1988, na cidade de San José, capital da Costa Rica, filho de Flory Montenegro Araya e Mario Dorado Quesada. Ingressou em 2006 no curso de Engenharia Agronômica com ênfase em Zootecnia na Universidad de Costa Rica (UCR), graduando-se em abril de 2012.

Continuou seus estudos na mesma universidade, obtendo o título de Licenciatura em Engenharia Agronômica com ênfase em Zootecnia em abril de 2014.

Em Março de 2015 ingressou no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, submetendo-se à defesa de dissertação para obtenção do título de mestre em Zootecnia, com concentração em Nutrição de Monogástricos, em 23 de agosto de 2016.



## RESUMO GERAL

A procura e utilização de alimentos energéticos alternativos tem aumentado devido aos altos custos do milho e, em alguns casos, pela baixa disponibilidade. É fundamental conhecer os valores energéticos específicos dos alimentos para cada espécie e categoria de aves, afim de atingir o melhor desempenho produtivo. Na literatura encontram-se muitos estudos com frangos de corte, induzindo a uma extrapolação inadequada de dados. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar os valores energéticos da raspa integral de mandioca (RIM) e do sorgo para diferentes espécies e categorias de aves. Um ensaio de metabolismo foi conduzido com um delineamento experimental inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco categorias de aves recebendo dois alimentos testes, com seis repetições, contendo por unidade experimental (gaiola metabólica): 5 pintos de corte Cobb 500®, com 21 dias de idade; 3 frangas de reposição Lomhann Brown, com 11 semanas de idade; 3 galinhas em postura da mesma linhagem, com 28 semanas de idade; 10 codornas em crescimento (*Coturnix japônica*), com 4 semanas de idade; e 10 codornas japonesas em postura com 30 semanas de idade. Rações referência para cada espécie/categoria foram formuladas e substituídas em 30% e 40% por RIM e sorgo, respectivamente. Calculou-se a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB). Os resultados foram submetidos à análise de variância. Cada espécie/categoria foi comparada pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, enquanto os alimentos foram comparados utilizando o teste F, usando o software SISVAR versão 5.6. Houve interação das categorias e alimentos testes para a EMA e EMAn, mostrando as duas energias com o mesmo comportamento. Para a RIM as frangas e as codornas em postura mostraram os maiores valores de EMA e EMAn, enquanto para o sorgo todos os animais obtiveram valores semelhantes. As interações para CMMS revelam que a RIM obteve menores valores entre os ingredientes com os pintos e as codornas em crescimento. Interações foram observadas para o CMEB, no qual para o sorgo foram observados menores valores nas frangas, enquanto para a RIM frangas e codornas mostraram os maiores resultados. Os valores energéticos do sorgo foram similares entre espécies/categorias, porém não se recomenda extrapolar valores da raspa de mandioca entre espécies e categorias de aves.

Palavras-chave: alimentos, avicultura, metabolizabilidade.

## ABSTRACT

Research that implements the use of alternative energetic ingredients for animal feed production has increased due to the high cost and, in some cases, low availability of corn. It is important to know the specific energy values for each specie and category of poultry in order to achieve the best production performance. In the literature, there are many studies conducted using broiler chickens which induce an inadequate extrapolation of energy values for other species. Therefore, the objective of this study was to determine the energy values of integral cassava root meal (ICRM) and ground sorghum for different species and categories of poultry. A metabolism assay was conducted with a randomized design, arranged in a factorial scheme 5 x 2, including five species/categories of birds and two test feeds, with six replications each. Experimental units (metabolic cage) were composed by: 5 Cobb 500® broiler chicks, with 21 days old; 3 Lomhann Brown pullets with 11 weeks of age; 3 Lomhann Brown laying hens, with 28 weeks of age; 10 growing Japanese quails (*Coturnix japonica*), with 4 weeks of age; and 10 laying Japanese quails with 30 weeks of age. Reference feeds were formulated for each specie/category of poultry and replaced by 30% and 40% ICRM and ground sorghum, respectively. The apparent metabolizable energy (AME), corrected apparent metabolizable energy for nitrogen balance (AMEn), the dry matter metabolizability coefficient (DMMC), and the crude energy metabolizability coefficient (CEMC) were determined. The results were submitted to variance analysis and when significant, compared by the Scott-Knott test at 5% of significance for each bird specie/category and by F test for ingredients, using SISVAR software version 5.6. There was interaction to the species/categories and feeds test for AME and AMEn, showing both of them the same relations. For ICRM, the highest values of AME and AMEn were found for pullets and laying quails. For sorghum, same energy values, for all the animals, were reported. There were also interactions for CEMC on which the lowest values for ground sorghum were found for pullets and highest values for ICRM were determined for pullets and laying quails. Interactions for DMMC revealed that lowest values were determined for ICRM when fed by broiler chicks and growing quail. Sorghum energetic values were the same between species/categories however is not recommended to extrapolate the ICRM energy values between bird species and categories.

Keywords: food, aviculture, metabolizability

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Energia dos alimentos.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Diferenças fisiológicas em algumas espécies e categorias de aves.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Raspa integral de mandioca.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Sorgo .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO .....</b>	<b>32</b>
<b>ARTIGO 1 Energia metabolizável da raspa integral de mandioca e do sorgo para diferentes espécies e categorias de aves. ....</b>	<b>32</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>34</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>35</b>
<b>Animais e condições experimentais .....</b>	<b>35</b>
<b>Delineamento experimental e tratamentos .....</b>	<b>35</b>
<b>Procedimento experimental .....</b>	<b>36</b>
<b>Análises estatísticas.....</b>	<b>39</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>40</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>44</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>51</b>
<b>Referências .....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>56</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

A oferta mundial de milho para a elaboração de rações para animais tem sido reduzida pela utilização deste na alimentação humana (com alto crescimento populacional) e na produção de combustíveis não-fósseis, provocando um aumento nos seus preços internacionais. Devido à presença considerável desta matéria-prima nas rações, sua participação nos custos de produção de uma granja é significativa, sabendo que os custos de alimentação podem representar até 80% dos custos totais de produção.

Em países pequenos como a Costa Rica, a cultura do milho se apresenta de modo artesanal, abastecendo principalmente as próprias famílias que a trabalham. Devido à escassez nacional desse alimento, nesse país a indústria de rações para animais depende diretamente da importação do grão e dos preços internacionais para abastecer a produção. No caso do Brasil, os rendimentos das entressafras comprometem a disponibilidade do alimento ao longo do ano, resultando assim em aumento nos preços comerciais do grão.

Essas realidades estimulam a procura de fontes alternativas de alimentos energéticos que estejam disponíveis localmente, sendo isso uma estratégia para redução de custos. Duas opções viáveis e encontradas em grandes quantidades nos trópicos úmidos são os tubérculos ricos em amido, como por exemplo a mandioca, assim como as plantas com alta produção de grãos adaptadas aos climas tropicais, como o sorgo.

Fornecer uma adequada nutrição é um ponto chave na maximização produtiva. Conhecer os valores energéticos dos alimentos utilizados nas dietas é primordial para atingir as exigências nutricionais dos animais, devido a que a

energia, além de ser de vital importância para a atividade metabólica, regula a ingestão de alimentos, modulando, nesse sentido, o consumo de nutrientes.

As exigências energéticas das aves, assim como os valores energéticos dos alimentos, variam de acordo com a espécie e as diferentes categorias. No entanto, algumas vezes, os valores encontrados nas tabelas nutricionais de alimentos são extrapolados de uma espécie ou categoria para outra, devido à escassez de informação ou desatualização de dados. Mesmo assim, a literatura carece de informação nutricional obtida com diferentes espécies e categorias de aves nas mesmas condições, avaliando valores energéticos dos alimentos. Outra justificativa para essa extrapolação de dados é o alto custo que representa a execução dos ensaios metabólicos, necessitando de muitos animais, instalações com condições controladas e equipamento de laboratório.

Por tanto, faz-se necessária a avaliação continuada dos valores energéticos dos alimentos e das exigências energéticas das espécies de aves e suas categorias, afim de alcançar uma melhor precisão e acurácia na nutrição para atingir o melhor desempenho produtivo avícola.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Energia dos alimentos**

A energia é o principal componente nutricional nos alimentos. Essa não é um nutriente, mas é resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo, sendo liberada na forma de calor (não é aproveitada metabolicamente) ou sendo armazenada para uso posterior nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Nos sistemas tradicionais de formulação de rações, se costuma utilizar o nível de energia como base para estabelecer os níveis de nutrientes tais como proteína bruta, aminoácidos e minerais. Além disso, a energia regula o consumo e, conseqüentemente, o desempenho das aves. Tanto o excesso quanto a deficiência no consumo de ração ocasionam perda de produtividade (BARRETO et al. 2007).

O conteúdo energético dos alimentos pode ser expresso tanto na forma de energia bruta (EB), digestível (ED), metabolizável aparente (EMA) ou verdadeira (EMV) e líquida (EL). Quando se trabalha com aves, geralmente utilizam-se os valores de EMA ou EMV, sendo obtidas pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta presente nas excretas (fezes e urina juntas).

No caso da EMV, esta é corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena, porém sua metodologia é questionada pelo fato de que, apesar de ser rápida a sua execução e ter uma necessidade de pequena quantidade de alimento, o animal ao estar em jejum apresenta uma maior fração endógena nas excretas, resultado de um estado fisiológico anormal (SCOTTÁ; PEREIRA; BERNARDINO, 2012). Sendo assim, embora que na EMA não é considerado que parte da energia presente nas excretas seja proveniente de

material endógeno, ela é maiormente empregada devido a que é obtida com aves alimentadas *ad libitum*, mostrando um estado fisiológico mais acordo a como elas se encontram nas granjas (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Por sua vez, estas representações da energia metabolizável podem ser exibidas como corrigidas pelo balanço de nitrogênio. Para a EMAn, essa correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, a proteína retida no corpo da ave não contribui para a energia das excretas. Enquanto que em aves adultas, parte dos compostos nitrogenados é catabolizada e excretada como ácido úrico (SIBBALD, 1982). Com a finalidade de corrigir essas diferenças de energia entre categorias de aves, Hill e Anderson (1958) propuseram a correção dos valores de EMA para balanço de N, sendo 8,22 kcal o valor de correção que corresponde à quantidade de energia bruta obtida pela combustão completa de um grama de nitrogênio urinário na forma de ácido úrico. Esta proposta foi internacionalmente aceita e utilizada devido a que aproximadamente 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves, se apresenta como ácido úrico (NRC, 1994). Assim, a correção para balanço de nitrogênio tem grande aplicabilidade, já que como Nunes et al. (2008) afirmam, em um ensaio de metabolismo, não se pode garantir que todos os animais apresentarão a mesma taxa de crescimento.

## **2.2 Determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves**

Com o intuito de formular rações nutricionalmente mais ajustadas às exigências dos animais, assim como de obter uma maior rentabilidade na produção avícola, passa a ser de vital importância conhecer os valores energéticos dos alimentos a serem utilizados.

É sabido que um mesmo ingrediente, através dos anos e segundo as condições agrícolas em que foi cultivado, apresenta uma grande variabilidade em sua composição química e energética, sendo necessária a constante

atualização dos bancos de dados. Essas variações, que ocorrem na composição e no valor energético dos ingredientes, são mais evidentes nos subprodutos, uma vez que a obtenção deles nem sempre é padronizada (BRUM et al., 2000; TUCCI et al., 2003).

O protocolo experimental clássico utilizado na avaliação de alimentos para animais, consiste primeiramente, em encaminhar as amostras do alimento ao laboratório para análises químicas e de controle de qualidade, seguido da determinação dos valores de energia metabolizável para as diferentes espécies e suas categorias (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Entre as metodologias para a determinação dos valores de energia dos alimentos, ensaios biológicos (*in vivo*) e não biológicos podem ser utilizados. O método de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963) é o ensaio biológico mais tradicional, no qual avalia a energia metabolizável aparente como sendo a energia consumida subtraída da energia excretada. Para isso, utiliza-se uma dieta basal com uma porcentagem do seu peso, na matéria natural, substituída pelo ingrediente a ser analisado, sendo fornecida *ad libitum*. A principal crítica dessa metodologia é o fato de que não são consideradas as perdas de energia endógenas que podem subestimar os resultados, além da diminuição dos valores da EMA à medida que se diminui o consumo de alimento (SCOTTÁ; PEREIRA; BERNARDINO, 2012).

Outra técnica biológica é a de alimentação precisa ou forçada (SIBBALD, 1976) na qual se determinam os valores de EMV. Baseia-se na alimentação de galos adultos com uma quantidade conhecida de alimento colocada diretamente no papo utilizando um funil-sonda. Esses animais passam por um jejum de 48 horas para um esvaziamento gástrico e, após a alimentação é realizada a coleta total de excretas por um período de 48 horas.

Como vantagens do método, se apresentam a rapidez para a execução da metodologia e a necessidade de pequena quantidade de alimento teste, porém



desconsidera as diferenças nos valores de energia endógena e metabólica excretados que dependem do consumo de alimento (quantidade e qualidade) e estando as aves em um período de jejum, se tem como resultado um estado fisiológico alterado (SCOTTÁ; PEREIRA; BERNARDINO, 2012).

A metodologia proposta por Farrel, em 1978, para a determinação da EMA, consiste basicamente na utilização de galos treinados para consumir de 70 a 100g de ração peletizada em um período de uma hora, coletando as excretas após 48 horas. Apesar de se apresentar como uma técnica rápida de aplicar, constata-se que muitas aves não conseguem ser treinadas corretamente ocasionando alta variabilidade nos resultados (ALVARENGA, 2009)

Por outro lado, as equações de predição podem ser mencionadas como exemplo dos ensaios não biológicos. Essas equações são uma ferramenta importante para a indústria pois não dependem de ensaios e se obtêm rapidamente os valores energéticos. Com esse método, aproveitam-se os resultados das análises de rotina da composição química do alimento como referência, porém como crítica se expõe o fato de ser considerada a mesma digestibilidade para proteínas, carboidratos e gorduras dos alimentos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

### **2.3 Diferenças fisiológicas em algumas espécies e categorias de aves**

O valor energético de um alimento em estudo vai ser determinado pela relação entre a composição química e características físicas do alimento, com as características anatômicas e fisiológicas da ave em questão (SILVA et al., 2009).

Atualmente, os dados sobre o conteúdo energético dos alimentos estão sendo apresentados principalmente em termos de EMAn, determinados com pintos de corte, e logo extrapolados para outras espécies e categorias de aves, pela maior disponibilidade da obtenção desses animais principalmente. Nas Tabelas

Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011), pode-se observar como são reportados valores de EMAn para aves em geral e para galinhas, sendo esses obtidos com frangos de corte e galinhas em postura. As características anatômicas, fisiológicas e comportamentais das espécies não estão sendo consideradas, o que acarreta desperdício ou déficit para o animal sendo uma formulação imprecisa de rações.

A diferença entre espécies, assim como de idade em animais da mesma espécie, afeta consideravelmente a digestibilidade de um mesmo alimento (FREITAS et al., 2006). Essa digestibilidade está diretamente relacionada à velocidade de passagem que, por sua vez, depende do desenvolvimento e maturação intestinal, do pH presente nos diferentes segmentos do trato gastrointestinal e da atividade microbiana, entre outros (SAKOMURA et al., 2004; PELICANO et al., 2005; MELLO et al., 2009; ANGEL et al., 2013).

Como Brito et al. (2008) explicam, em aves jovens, a produção de enzimas endógenas é menor que nos adultos logo, a digestibilidade dos alimentos, em geral, é menor em animais jovens, podendo ser melhorada com a adição de enzimas exógenas. Segundo Nitsan et al. (1991) para aves de corte jovens, a máxima atividade no intestino delgado da lipase foi observada no 4o dia de idade, da tripsina e da quimiotripsina, no 11o e da amilase no 17°. Adicionalmente, nesses animais foi observado um aumento no peso e no comprimento do intestino de forma diferenciada nos diferentes segmentos intestinais, sendo que o duodeno apresenta crescimento 12 vezes mais rápido que o jejuno e o íleo, apresentando-se nesse segmento uma diminuição na taxa de passagem por ser o maior local de atividade de enzimas e de absorção de nutrientes (Uni et al., 1999).

No caso das codornas, estas parecem apresentar maior capacidade de metabolização da energia contida nos alimentos quando comparadas a frangos de corte ou poedeiras (RODRIGUES et al., 2013) mostrando assim adaptações

entre espécies, sem importar que as mesmas tenham uma maior velocidade de passagem dos alimentos (SILVA et al., 2003).

#### **2.4 Raspa integral de mandioca**

A raspa integral (raspa com casca) de mandioca é constituída pela raiz integral do cultivo, tendo polpa e casca, resultado da lavagem, trituração, desidratação, sob variados métodos e moagem (BRUM; ALBINO, 1993; SARMENTO, 2010; SOUZA et al., 2010; TEXEIRA, 2001). Este processamento permite um melhor aproveitamento da mandioca, uma vez que a raiz é altamente perecível, além de facilitar o manuseio e armazenamento do material, pela desidratação que sofre. Como características próprias da raspa integral de mandioca, sua porcentagem de umidade deve ser entre 10% e 14%, com um rendimento de produção de 30 a 40% (ALMEIDA; FERREIRA FILHO, 2005).

Em relação a composição química nutricional, a raspa integral não mostra valores muito homogêneos ou padronizados devido a diversos fatores que vão desde a variedade do cultivo até as tecnologias empregadas na obtenção do produto. Este alimento, contudo, é considerado essencialmente energético, sendo seu componente principal o amido presente em torno de 60 – 90% da matéria seca. Podem-se mencionar, como outras características nutricionais específicas da raspa integral da mandioca, seu baixo teor de proteína, vitaminas e minerais, assim como valores de fibra bruta que vão de 5 até 20% segundo a idade na colheita, teor de casca, variedades de mandioca, entre outros (MAZZUCO; BERTOL, 2000; CRUZ; PEREIRA FILHO; CHAVES, 2006; MICHELAN et al., 2007; ARO et al., 2010; NUNES et al., 2013; HOLANDA et al., 2015).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com o intuito de determinar os valores energéticos deste alimento, assim como sua inclusão na alimentação de

aves. O ensaio realizado por Albino et al (1987) é um exemplo das escassas referências que comparam valores de EMA e EMAn de raspa de mandioca entre várias categorias de aves. Utilizando duas raspas de mandioca diferentes, foram reportados valores de 2470 e 2580 kcal/kg MS de EMA, assim como 2550 e 2490 kcal/kg MS de EMAn para poedeiras. Adicionalmente, para frangos de corte com 21 dias de idade obtiveram valores de 2470 e 2560 kcal/kg MS de EMA, e valores de 2470 e 2430 kcal/kg MS de EMAn.

Por outro lado, as tabelas de composição de matérias primas usadas em alimentos para animais (MATA, 2011) da Costa Rica, reportam valores de 3232 kcal/kg MS para aves, sem diferenciar espécies nem categorias de produção.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) referem para a raspa integral de mandioca, valores de energia metabolizável para aves em geral e galinhas, de 2973 e 3005 kcal/kg na matéria natural, respectivamente, e sugerem utilizá-la entre 5 a 20% de inclusão nas rações de frangos de corte e poedeiras. Enquanto, Holanda et al. (2015) afirmam que a inclusão de até 48% deste alimento, com 2951kcal/kg EM, não prejudica o desempenho de frangos caipiras.

Apesar de ser um ingrediente vastamente utilizado, a mandioca apresenta em sua composição moléculas consideradas tóxicas, chamadas glicosídeos cianogênicos. Estes glicosídeos, conhecidos como linamarina e lotaustralina (proporção de 93:7 no tubérculo), estão presentes nos vacúolos e após a ruptura da estrutura celular, entram em contato com as enzimas (linamarase ou  $\beta$ -glicosidases) presentes na parede celular, sendo degradados e conseqüentemente liberando ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca (MCMAHOM; WHITE; SAYRE, 1995; CAGNON et al., 2002).

O HCN inibe a atividade de várias enzimas do organismo, entre elas, a citocromo C oxidase, uma enzima intermembranar presente na mitocôndria celular e que atua na cadeia respiratória. A alta afinidade do HCN pelos íons

metálicos como o ferro, faz que reaja o seu radical  $-\text{CN}$  com o íon férrico impedindo que a enzima retorne ao estado ferroso, bloqueando assim a síntese acoplada de ATP (VETTER, 2000; APATA; ABALOLA, 2012). Um consumo prolongado de baixos teores de HCN é responsável por quedas no ganho de peso, promoção de danos hepáticos, funcionamento comprometido da glândula tireoide e distúrbios neuronais (SOTO-BLANCO et al., 2008; ROCHA-E-SILVA; CORDEIRO; SOTO-BLANCO, 2010). Um dos principais mecanismos para a desintoxicação é a reação com uma molécula de enxofre, favorecendo a conversão do HCN a tiocianato, sendo este último excretado finalmente na urina (SOUZA et al., 2010).

Nas diferentes partes da planta de mandioca, apresentam-se distintos níveis de ácido cianídrico dependendo de fatores como idade da planta, variedade, fertilização e condições de cultivo, entre outros. Para o teor de HCN nas raízes, a Comissão do Códex Alimentarius da Organização Mundial da Saúde, menciona no documento de março do 2009, do debate sobre os glicosídeos cianogênicos, que a mandioca doce define-se como o produto cru que contém menos de 50mg/kg de ácido cianídrico e a mandioca amarga (conhecida no Brasil como *brava*) contém valores superiores a 50mg/kg desse composto.

Outras classificações também têm sido propostas, sendo que Texeira (2001) menciona que a mandioca chamada de brava, é aquela que tem teores variando entre 0,02% e 0,03%, enquanto que as variedades conhecidas como mansas o teor de HCN não passa de 0,005%.

Já Sánchez (2004 citado por OLIVEIRA et al., 2012), classificou como amargas ou bravas, as variedades com teor maior que  $300 \text{ mg kg}^{-1}$ ; intermediárias, com teores entre  $180\text{--}300 \text{ mg kg}^{-1}$ ; e doces ou mansas, com teor abaixo de  $180 \text{ mg/kg}$  de HCN (em base úmida).

Para assegurar a inocuidade da raspa de mandioca a ser utilizada na alimentação animal é necessário, especialmente tratando-se de mandioca brava, levar em consideração os teores dos glicosídeos cianogênicos ou ácido cianídrico presentes no alimento. Conforme o processamento da mandioca é realizado até a produção da raspa integral, esses teores diminuem alcançando valores aceitáveis de consumo (FERNANDES; MARTINS, 2008; CHISTÉ et al., 2010). O Codex Alimentarius (2007) da Organização Mundial da Saúde, indica que o conteúdo total de HCN na mandioca para consumo humano não pode exceder 10 mg/kg na matéria natural, enquanto Tokarnia et al. (2000) asseveram que a dose tóxica de HCN está relacionada ao tempo de consumo, sendo de 2 a 4 mg/kg de peso vivo por hora.

## **2.5 Sorgo**

O sorgo é uma gramínea com alta participação na alimentação, tanto humana quanto animal. Apresenta-se como o quinto cereal mais produzido no mundo e, segundo CONAB (2016) no período 2015/2016, sua produção no Brasil foi de dois milhões de toneladas, o que representa cerca de 2,4% da produção anual de milho no país.

Do ponto de vista estratégico, o sorgo perfila-se como um alimento com alto potencial de substituição do milho nas rações animais. Além da sua elevada produção de grãos e matéria seca, e da sua alta tolerância a estresses ambientais, como déficit hídrico e baixa fertilidade de solos, o sorgo exibe uma vantagem comparativa de menor custo de produção e valor de comercialização de 80% do preço do milho (COELHO et al., 2010; PÉREZ et al., 2010).

Ao comparar a composição nutricional deste alimento com a do milho, podem-se observar valores semelhantes de energia metabolizável, cálcio, fósforo e fibra. O sorgo proporciona maior teor de proteína bruta e menor conteúdo de

carotenóides, extrato etéreo, assim como de alguns aminoácidos (arginina, glicina e histidina); também apresenta certos compostos fenólicos, tais como kafirina e fitatos que estão relacionados com um menor aproveitamento dos nutrientes do alimento.

Dentro dos compostos fenólicos, os taninos condensados têm ação antinutricional, principalmente para os monogástricos. Estes são relacionados com problemas no trato gastrointestinal e com a baixa digestibilidade dos aminoácidos e da energia, precisando assim o monitoramento da sua presença no sorgo utilizado para formulação das rações (GARCIA et al., 2005; ANTUNES et al., 2006; ROSTAGNO et al., 2011; GARCIA et al., 2013; SANTOS et al., 2006).

Com o experimento divulgado por Hahn e Rooney (1986), foi demonstrado que a presença de taninos no grão de sorgo depende da ausência ou presença dos genes dominantes B<sup>1</sup> e B<sup>2</sup>. Comumente, se classifica o sorgo nos grupos I, II e III, representando respectivamente, teores baixos, médios e altos de taninos, contudo, é sabido que porcentuais abaixo de 0,70% de taninos totais, são devido a outros fenóis e não ao tanino condensado, e por tanto, não são prejudiciais à dieta alimentar dos animais (BUTOLO, 2002).

Na literatura, numerosos trabalhos têm calculado os valores de energia de diferentes variedades de sorgo em categorias e espécies de aves. Santos et al. (2013), utilizando pintos de corte e duas variedades de sorgo (branco e vermelho), reportaram valores de 2908 kcal/kg e 3206 kcal/kg para EMA, e valores de 2766 kcal/kg e 3117 kcal/kg para EMAn. No caso de Nagata et al. (2004), os valores de energia de sorgo moído e inteiro para pintos em crescimento, foram de 3137 e 3177 kcal/kg MS de EMAn, respectivamente. Neste caso, observa-se semelhanças nos valores anteriormente mencionados com o valor de 3288 kcal/kg de EMAn reportados no NRC (1994).

Para codornas em postura, ao comparar o valor de energia do sorgo com baixa porcentagem de taninos totais, obtido por Moura et al. (2010a), em um ensaio *in vivo*, observou-se um resultado semelhante (3149 kcal/kg EMAn de matéria natural) em relação aos valores encontrados nas Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2011) para frangos de corte, insinuando neste caso que pode considerar-se os mesmos valores energéticos do sorgo para as duas espécies.

No que concerne a capacidade de substituição total ou parcial do milho pelo sorgo em dietas para aves e tomando em consideração que o sorgo proporciona o valor nutricional de 85 a 95% do milho (STRINGHINI et al., 2009), Morais, Franco e Fedalto (2002) sugeriram até 45% de substituição do milho nas rações para frangos. Moura et al. (2010b) e Freitas et al. (2014) asseguram que o sorgo de baixo teor de tanino pode substituir totalmente o milho em rações para codornas japonesas em postura, sem a necessidade de adicionar pigmentantes para manter a mesma pigmentação da gema do ovo. Complementarmente, Saar et al. (2015) não observaram diferenças na morfometria gastrointestinal de codornas japonesas para carne depois de 42 dias de ensaio, suplementando rações com diferentes níveis de inclusão de sorgo, concluindo que este alimento não compromete o estado do trato gastrointestinal. Em relação a poedeiras comerciais, Assuena et al. (2008), afirmam que também pode-se substituir totalmente o milho por sorgo, contudo, sendo necessária a adição de pigmentantes naturais ou artificiais para não comprometer a pigmentação da gema do ovo.

Finalmente, percebe-se que é necessário o desenvolvimento de mais pesquisas comparativas que avaliem o mesmo alimento para diferentes tipos de aves, estando estas nas mesmas condições. Grandes discrepâncias são mostradas nos níveis de inclusão e nos valores energéticos dos alimentos, para as diferentes espécies e categorias de aves de produção. Estando as aves nas mesmas



condições, consegue-se diminuir substancialmente os fatores que podem afetar os resultados reportados para valores energéticos dos alimentos, principalmente quando se analisam ensaios realizados de maneira isolada.

## REFERÊNCIAS

ALBINO L. F. T. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 11/12, p. 1301-1306, 1987.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: Uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahía Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 50-56, 2005.

ALVARENGA, R. R. Valores energéticos de alimentos concentrados determinados com frangos de corte por equações de predição. 2009. 80p. (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

ANGEL, R. et al. **Velocidad de paso y ph intestinal en aves: Implicaciones para la digestión y el uso de enzimas.** In: XXIX CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA. Madrid, nov., 2013.

ANTUNES, R. C. et al. Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 877-883, 2006.

APATA, D. F.; BABALOLA, T. O. The use of cassava, sweet potato and cocoyam, and their by-products by non-ruminants. **International Journal of Food Science and Nutrition Engineering**, v. 2, n. 4, p. 54-62, 2012.

ARO, S. O. et al. Nutritional potentials of cassava tuber wastes: A case study of a cassava starch processing factory in south-western Nigeria. **Livestock Research for Rural Development**, v. 22, n. 11, 2010. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd22/11/aro22213.htm>>. Acesso em : 26 jul. 2016.

ASSUENA, V. et al. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formulas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 93-99, 2008.

BARRETO, S. L. T. et al. Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas européias na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 86-93, 2007.

BRITO, M. S. de. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinária Brasilica**, V.2, n. 4, p. 111-117, 2008.

BRUM, P. A. R.; ALBINO, L. F. T. Farina integral e raspa residual de mandioca na alimentação de frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves**, Concórdia, n. 199, 1993. Comunicado Técnico.

BRUM, P. A. R. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 995-1002, maio 2000.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, 2002, p. 202.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Glicosídeos cianogênicos da cassava: biossíntese, distribuição, destoxificação e métodos de dosagem**. Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Vol. 2. Fundação Cargill, São Paulo, São Paulo. p. 83-99, 2002.

CHISTÉ, R. C. et al. Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água. **Acta Amazônica**, vol. 40, n. 1, p. 221-226, 2010.

CODEX ALIMENTARIUS. **Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales**. 1. ed. FAO e OMS, Roma, 2007.

COELHO, A. M. et al. **Cultivo do Sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 2). Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_5\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_5_ed/index.htm)>. Acesso em: 25 jul. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: Produção de sorgo período 2014/2015**. CONAB, Brasília. Disponível em <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> Acesso: 05 mar. 2016.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. L. Efeito da substituição do milho pela farinha da rapa de mandioca em rações para

poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2303-2308, 2006.

HAHN, D. H.; ROONEY, L. W. Effect of genotype on tannins and phenols of sorghum. **Cereal Chemistry**, vol. 63, n. 1, p. 4-8, 1986.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, Oxford, v. 19, n. 3, p. 303-308, 1978.

FERNANDES, A.; MARTINS, S. Teores de glicosídeos cianogênicos em derivados de mandioca determinados por protocolo adaptado ao laboratório de micronutrientes - IC PUC – Campinas. XIII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC-CAMPINAS. 2013, Campinas **Anais...** Campinas, out., 2008.

FREITAS, E, R. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 107-115, 2006.

FREITAS, E, R. et al. Complete replacement of corn by white or red sorghum in japanese quail feeds. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 16, n. 3, p. 333-336, 2014.

GARCIA, R. G. et al. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frango de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1248-1257, 2005.

GARCIA, R. G. et al. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 3, p. 257-262, 2013.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **The Journal of Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 587-603, 1958.

HOLANDA, M. A. C. et al. Desempenho de frangos caipiras alimentados com farelo integral de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 106-117, 2015.

MATA, L. A. **Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales**. San José, SIEDIN-Universidad de Costa Rica, Centro de investigaciones en nutrición animal CINA. Primera edición, 2011.

MATTERSON, L. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p (Research Report, v. 7).

MAZZUCO, H.; BERTOL T. M. **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos**. Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica 25, 2000.

MCMAHON, J. M.; WHITE, W. L. B.; SAYRE, R. T. Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). **Journal of Experimental Botany**, v. 46, n. 288, p. 731741, 1995.

MELLO, H. H. C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 863–868, 2009.

MICHELAN, C. A. et al. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1347–1353, 2007.

MORAIS, E.; FRANCO, S. G.; FEDALTO, L. M. Efeito da substituição do milho pelo sorgo, com adição de enzimas digestivas, sobre o ganho médio de peso de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 2, p. 109–114, 2002.

MOURA, A. M. A. et al. Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 178-183, 2010a.

MOURA, A. M. A. et al. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2697-2702, 2010b.

NAGATA, A. K. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte, determinada por ensaios metabólicos e equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 668-677, 2004.

NITSAN, Z. et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. **British Poultry Science**, v. 32, p. 515-523, 1991.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of poultry**. 9th Revised Edition. Washington DC: The National Academy Press, 1994, p. 157.

NUNES, R. V. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 89-94, 2008.

NUNES, J. K. et al. Alimentos alternativos ao milho na dieta de aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 4, p. 2627-2645, 2013.

OLIVEIRA, N. T. et al. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 10, p. 1436-1442, 2012.

PELICANO, E. R. L. Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 4, p. 221-229, 2005.

ROCHA-E-SILVA, R. C.; CORDEIRO, L. A. V.; SOTO-BLANCO, B. Cyanide toxicity and interference with diet selection in quail (*Coturnix coturnix*) **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C 151, p. 294-297, 2010.

RODRIGUES, P. B. et al. Alimentos e exigências nutricionais de codornas japonesas. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2013, Lavras MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2013. P. 65-84.

ROSTAGNO, H. S. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 295-304, 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RÓTTERDAM. Comisión del Codex Alimentarius. **Documento de debate sobre los glucósidos cianogênicos**. Róterdam, Países Bajos, mar, 2009.

SAAR, A. G. L. et al. Morfometria do trato gastrointestinal de codornas de corte alimentadas com dieta a base de sorgo grão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 22, p. 2288-2295, 2015.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. Funep, 2007. 283 p.

SANTOS, M. S. V. et al. Utilização de complexo enzimático em dietas à base de sorgo-soja para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 811-817, 2006.

SANTOS, M. J. B., et al. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 32-40, 2013.

SARMENTO, S. B. S. Legislação brasileira para derivados da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 99-119, 2010.

SCOTTÁ, B. A.; PEREIRA, C. M. C.; BERNARDINO, V. M. P. Energia metabolizável e aminoácidos digestíveis dos alimentos para frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, n. 4, p. 1861-1874, 2012.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, n. 2, p. 313-325, 1963.

SIBBALD, I. R. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 4, p. 1459-1463, 1976.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 62, p. 983-1048, 1982.

SILVA, J. H. V. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, 2003.

SILVA, E. P. DA et al. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 91-100, 2009.

SOTO-BLANCO, B. et al. Comparative effects of prolonged administration of cyanide, thiocyanate and chokecherry (*Prunus virginiana*) to goats. **Journal of Applied Toxicology**, v. 28, p. 356-363, 2008.

SOUZA, A. S. et al. Utilização da raspa da mandioca na alimentação animal. **PUBVET**, v. 4, n. 14, ed. 119, art. 805, 2010.

STRINGHINI, J. H., et al. Desempenho de frangos de corte consumindo rações contendo sorgo e gérmen integral de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2435-2441, 2009.

TEXEIRA, A. S. **Alimentos e alimentação dos animais**. 5 ed. UFLA/FAEPE, Lavras, 2001, p. 129.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Ed Helianthus, Rio de Janeiro. P. 215-221. 2000.

TUCCI, F, M. et al. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 85-89, 2003

UNI, Z., NOY, Y., SKLAN, D. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 78, n. 1, p. 215-222, 1999.

VETTER, I. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, v. 38, p. 11-36, 2000.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGO**

**ARTIGO 1 Energia metabolizável da raspa integral de mandioca e do sorgo para diferentes espécies e categorias de aves.**

**Montenegro, S. D.; Rodrigues, P. B. et al.**

**Artigo redigido conforme normas da Revista *Animal Production Science*.**



**Energia metabolizável da raspa integral de mandioca e do sorgo para aves de diferentes espécies e categorias.**

**RESUMO**

Um ensaio metabólico foi conduzido para avaliar os valores de energia da raspa integral de mandioca (RIM) e do sorgo para diferentes categorias de aves. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, composto por 5 categorias de duas espécies de aves e dois alimentos testes, tendo 6 repetições cada. Foram utilizados 90 pintos de corte Cobb 500®, com 21 dias de idade; 54 frangas de reposição Lomhann Brown, com 11 semanas de idade; 54 galinhas em postura da mesma linhagem, com 28 semanas de idade; 180 codornas em crescimento (*Coturnix japônica*), com 4 semanas de idade; e 180 codornas em postura com 30 semanas de idade. Rações referência para cada categoria foram formuladas, de acordo com as recomendações propostas por Rostagno et al. (2011) e substituídas em 30% e 40% por RIM e sorgo, respectivamente. Calculou-se a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero (EMAn), o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) e o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB). Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados, para cada categoria de aves, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, enquanto os alimentos foram comparados utilizando o teste F, usando o software SISVAR versão 5.6. Houve interação das categorias com os alimentos testes para a EMA e EMAn, mostrando as duas energias com o mesmo comportamento. Para a RIM as frangas e as codornas em postura mostraram os maiores valores de EMA e EMAn, enquanto para o sorgo todos os animais obtiveram valores semelhantes. As interações para o CMMS revelam que a RIM obteve menores valores entre os ingredientes com os pintos e as codornas em crescimento. Interações foram observadas para o CMEB, no qual para o sorgo foram observados os menores valores nas frangas, enquanto para a RIM frangas e codornas mostraram os maiores resultados. Os valores energéticos do sorgo foram os mesmos entre espécies/categorias, porém não se recomenda extrapolar os valores da raspa de mandioca entre espécies e categorias de aves.

Palavras-chave: alimentação, alternativos, metabolizabilidade.

## **Introdução**

Atualmente, pelos altos preços internacionais do milho e sua importante participação nos custos totais de produção, a procura de alimentos energéticos alternativos para a alimentação das aves de produção está no auge. A raspa de mandioca e o sorgo são duas alternativas disponíveis nos trópicos, que se apresentam como alimentos que favorecem a diminuição dessa dependência do milho.

Para atingir o melhor desempenho produtivo das aves, é indispensável conhecer com boa precisão os valores energéticos dos alimentos presentes na fórmula da ração (Henz et al. 2013), sendo que a energia é de vital importância para a atividade metabólica e regulação da ingestão de alimentos, modulando de tal modo, o consumo de nutrientes (Barreto et al. 2007).

Os valores energéticos dos alimentos, assim como as exigências energéticas das aves, variam de acordo com a espécie (Silva et al. 2008) e as diferentes categorias (Mello et al. 2009). Não obstante, é uma prática comum que estes valores sejam extrapolados de uma espécie ou categoria para outra, devido à escassez de informação, desatualização de dados e/ou elevados custos dos ensaios metabólicos. Na literatura observa-se que as pesquisas são, em sua maioria, com frangos de corte e galinhas poedeiras, havendo assim uma necessidade de realizar estudos comparativos, que mostrem valores de energia metabolizável corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero nas diferentes espécies e categorias de aves.

Por tanto, o objetivo neste trabalho é determinar e comparar os valores energéticos da raspa integral de mandioca e do sorgo para diferentes espécies e categorias de aves.

## **Material e métodos**

### Animais e condições experimentais

Um ensaio metabólico, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras - CEUA sob o protocolo nº 001/15, foi conduzido no Departamento de Zootecnia (Setor de Avicultura) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais.

Utilizaram-se 558 aves de diferentes espécies/categorias, sendo 90 pintos machos em crescimento Cobb 500® com 14 dias de idade ( $379\pm 5$  g); 54 frangas de reposição Lomhann Brown com 11 semanas de idade ( $906\pm 21$  g); 54 galinhas em postura Lomhann Brown com 28 semanas de idade ( $1677\pm 43$  g); 180 codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em crescimento com 4 semanas de idade ( $91\pm 0,5$  g); e 180 codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em postura com 30 semanas de idade ( $155\pm 3$  g).

Em uma sala de metabolismo, com temperatura controlada digitalmente em 23°C e com um período de luz de 17 horas para simular o fotoperíodo comumente utilizado em uma granja de postura, todas as aves foram alojadas em gaiolas metabólicas (50 cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura) e de postura para galinhas e codornas, seguindo uma homogeneização por peso. As mesmas foram equipadas com comedouros e bebedouros tipo calha e de pressão e cada gaiola contava com uma bandeja para coleta de excretas.

Os animais receberam ração e água à vontade, sendo as rações referência formuladas de acordo com as exigências de categoria animal, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011).

### Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5 x 2, que corresponde a cinco espécies/categorias de aves e dois alimentos teste (raspa integral de mandioca e sorgo). Em cada unidade

experimental (gaiola metabólica) alojaram-se 5 pintos de corte em crescimento, 3 frangas de reposição, 3 galinhas em postura, 10 codornas em crescimento e 10 codornas em postura sendo as rações, referência e testes, fornecidas a 6 repetições por categoria.

Cada categoria de aves recebeu uma ração referência RR (ver Tabela 1) e duas rações teste, compostas uma delas por RR + RIM em 30% de substituição da RR, e a outra por RR + sorgo em 40% de substituição da RR. Os níveis de substituição foram calculados com base na matéria natural e estabelecidos nessas porcentagens para equiparar os níveis proteicos das rações teste.

A raspa de mandioca foi obtida após da trituração, desidratação ao sol por 72 horas e moagem com peneira de 3 mm, de raízes de mandioca com casca da variedade Pão da China (BGMC 954) com aproximadamente 450 dias de idade. No caso do sorgo, utilizou-se sorgo vermelho (*Sorghum bicolor*) coletado com 95 dias de idade e moído uma semana após coleta utilizando uma peneira de 2 mm ou 10 mesh.

#### Procedimento experimental

Num período total de 10 dias, os primeiros 6 dias constituíram o período de adaptação à alimentação e às gaiolas, enquanto os últimos 4 dias foram o período experimental, de coleta total de excretas. No início e final do período de coleta, as rações e suas sobras foram pesadas, para a obtenção do consumo de ração por unidade experimental.

**Tabela 1. Composição centesimal e calculada das rações referência**

Ingredientes (%)	Pinto de corte	Franga de reposição	Galinha de postura	Codorna crescimento	Codorna postura
Milho grão	59,60	63,15	59,80	57,00	58,80
Farelo de soja (45%)	34,70	19,70	24,50	38,40	31,30
Farelo de trigo	-	13,15	-	-	-
Óleo de soja	2,00	1,00	3,60	1,50	1,00
Fosfato bicálcico	1,50	1,54	1,15	1,40	1,10
Calcário calcítico	0,95	0,95	10,00	1,00	7,00
Sal comum	0,48	0,37	0,50	0,40	0,38
DL-metionina 99%	0,29	-	0,30	0,17	0,39
L-lisina HCL 99%	0,22	-	0,05	-	0,24
L-Treonina 98,5%	0,07	-	-	-	-
Suplemento mineral <sup>a</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento vitamínico <sup>b</sup>	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Cloreto de colina 60%	0,04	-	-	-	-
Salinomicina 12%	0,05	0,05	-	0,025	-
Avilamicina 20%	0,005	-	-	0,005	-
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada*					
EM <sup>c</sup> (kcal/kg)	2997	2903	2907	2933	2799
Proteína bruta (%)	20,80	15,94	16,01	21,96	19,20
Met+Cist digestível <sup>d</sup> (%)	0,85	0,46	0,74	0,77	0,90
Lisina digestível (%)	1,17	0,69	0,78	1,09	1,10
Fósforo disponível (%)	0,39	0,40	0,3	0,38	0,31
Cálcio (%)	0,83	0,83	4,12	0,83	3,00
Sódio (%)	0,21	0,17	0,21	0,18	0,17

<sup>a</sup>Suplementado por kg de ração: 55 mg de Zn; 0,18 mg de Se; 0,70 mg de I; 10 mg de Cu; 78 mg de Mn; 48 mg de Fe. <sup>b</sup>Suplementado por kg de ração: 0,48 mg de ácido fólico; 8,70 mg de ácido pantotênico; 0,018 mg de biotina; 1,5 mg de butilhidroxitolueno (BHT); 11,1 mg de niacina; 6000 UI de vitamina A; 0,8 mg de vitamina B1; 12,15 UI de vitamina E; 8,10 µg de vitamina B12; 3,6 mg de vitamina B2; 1,80 mg de vitamina B6; 1500 UI de vitamina D3; 1,44 mg de vitamina K3. <sup>c</sup>Energia metabolizável.

<sup>d</sup>Metionina + Cistina digestível

\*Composição calculada de acordo com Rostagno et al. (2011)

Empregando as bandejas revestidas com plástico sob cada gaiola, as coletas foram realizadas às oito horas da manhã, sendo as excretas coletadas, armazenadas em sacos plásticos identificados e congeladas em freezer a  $-5^{\circ}\text{C}$ , até o último dia de coleta. No final do período experimental, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, retirando-se amostras de 300 gramas e subsequentemente submetidas à pré-secagem em estufa a  $55^{\circ}\text{C}$ , por um período de 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram pesadas e moídas em moinho analítico básico “tipo faca”, para sua análise laboratorial.

#### Variáveis analisadas e análises laboratoriais

Analisaram-se os teores de matéria seca (método 943.01) e nitrogênio pelo método Kjeldhal em triplicata (método 954.01) segundo a AOAC (1995). Também, foi determinada a energia bruta das excretas e das rações referência em duplicata, utilizando uma bomba calorimétrica (IKA® C 200). O conteúdo de taninos totais no sorgo foi analisado pelo método Folin-Denis e o conteúdo de ácido cianídrico foi determinado por meio do perfil fitoquímico qualitativo e calculado conforme descrito por Haque e Bradbury (2002).

Foram determinados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de metabolização de matéria seca (CMMS) e coeficientes de metabolização de energia bruta (CMEB). Os valores energéticos foram obtidos conforme as equações propostas por Matterson et al. (1965):

$$\text{EMA (RR ou RT)} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMA do alimento} = \text{EMA da RR} + \frac{\text{EMA da RT} - \text{EMA da RR}}{\text{g alimento/g ração}}$$

$$\text{EMAn (RR ou RT)} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} \pm 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn do alimento} = \text{EMAn da RR} + \frac{\text{EMAn da RT} - \text{EMAn da RR}}{\text{g alimento/g ração}}$$

$$\text{CMEB do alimento} = \frac{\text{EMAn alimento}}{\text{EB alimento}} \times 100$$

$$\text{CMMS do alimento} = \text{CCMS RR} + \frac{\text{CMMS RT} - \text{CCMS RR}}{\% \text{ inclusão do alimento}}$$

Em que:

RT = ração teste;

RR = ração referência;

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio (N ingerido – N excretado);

MS = matéria seca;

PB = proteína bruta.

#### Análises estatísticas

Os resultados de EMA, EMAn, CMEB e CMMM foram submetidos à análise de variância, após do teste de normalidade (Shapiro – Wilk). No caso das médias para cada espécie e categoria de aves utilizou-se o teste de Scott – Knott a 5% de probabilidade para sua comparação, enquanto os alimentos foram comparados pelo teste F., utilizando-se o software SISVAR Computer Statistical Analysis System, versão 5.6 (UFLA, 2006).

## Resultados

Em relação à composição química dos alimentos testados, a RIM apresentou níveis inferiores de matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo, fibra detergente neutra e fósforo, em comparação com o sorgo. Já para os resultados de extrato não nitrogenado, fibra bruta, fibra detergente ácido, matéria mineral e cálcio, a FRIM mostrou superioridade nos valores reportados (Tabela 2). Por outro lado, os níveis presentes de cianeto e taninos totais são desprezíveis.

**Tabela 2. Composição química e energética dos alimentos expressos na matéria seca**

Composição	RIM <sup>1</sup>	Sorgo
MS <sup>2</sup> (%)	85,99	86,44
EB <sup>3</sup> (kcal/kg)	3920	4462
PB <sup>4</sup> (%)	4,34	9,42
EE <sup>5</sup> (%)	0,07	2,85
ENN <sup>6</sup> (%)	85,8	84,21
FB <sup>7</sup> (%)	3,63	2,28
FDN <sup>8</sup> (%)	9,03	10,55
FDA <sup>9</sup> (%)	7,65	4,64
MM <sup>10</sup> (%)	6,16	1,24
Ca <sup>11</sup> (%)	0,22	0,03
P <sup>12</sup> (%)	0,17	0,23
Taninos totais (%)	-	0,241
HCN <sup>13</sup> (mg/kg)	0,96	-

<sup>1</sup>Raspa integral de mandioca (RIM), <sup>2</sup>matéria seca (MS), <sup>3</sup>energia bruta (EB), <sup>4</sup>proteína bruta (PB), <sup>5</sup>extrato etéreo (EE), <sup>6</sup>extrato não nitrogenado (ENN), <sup>7</sup>fibra bruta (FB), <sup>8</sup>fibra em detergente neutro (FDN), <sup>9</sup>fibra em detergente ácido (FDA), <sup>10</sup>matéria mineral (MM), <sup>11</sup>cálcio (Ca), <sup>12</sup>fósforo (P), <sup>13</sup>ácido cianídrico (HCN).



Para os valores de EMA, EMAn, CMEB e CMMS, foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre os alimentos assim como entre as espécies e/ou categorias animais. Apesar de não serem observadas interações entre as variáveis avaliadas ( $p < 0,05$ ), por tratar-se de diferentes alimentos não tradicionais e na procura de uma discussão mais detalhada, optou-se por desdobrar os resultados, nos diferentes níveis de significância obtidos para analisar possíveis interações.

**Tabela 3. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) na matéria seca dos alimentos testados para diferentes categorias e espécies de aves**

Espécie/categoria	EMA (kcal/kg MS)		
	RIM <sup>1</sup>	Sorgo	p-valor
Pinto de corte	3279 Bb	3880 A	0,0000
Franga de reposição	3699 a	3860	0,1698
Galinha em postura	3333 Bb	3712 A	0,0019
Codorna japonesa em crescimento	3228 Bb	3650 A	0,0006
Codorna japonesa em postura	3553 Ba	3842 A	0,0158
p-valor	0,0005	0,2003	
Coeficiente de variação (%)	5,56		

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Médias com letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Raspa integral de mandioca (RIM).

Nos resultados de EMA (Tabela 3) e EMAn (Tabela 4), observou-se o mesmo comportamento de semelhanças e diferenças entre as variáveis analisadas. Além disso, interações para os valores de EMA ( $p = 0,11$ ) e EMAn ( $p = 0,09$ ) entre as espécies/categorias de aves e alimentos foram encontradas. Os valores energéticos do sorgo oscilaram entre 3650 e 3880 kcal EMA/kg de MS e entre 3560 e 3792 kcal EMAn/kg de MS. Para cada uma das suas energias obtidas, os resultados entre animais não diferiram entre si ( $p < 0,05$ ) e, por sua vez, foram superiores ao se comparar com os da RIM, exceto às energias

determinadas para frangas de reposição, que neste caso foram semelhantes entre os alimentos.

Adicionalmente, dentro dos valores de energia da RIM para cada tipo de aves, os dados das frangas de reposição e das codornas em postura foram semelhantes entre si. Ao mesmo tempo, estes valores foram superiores àqueles obtidos para pintos de 21 dias, galinhas poedeiras e codornas em crescimento tanto para os valores de EMA, como para os valores de EMAn.

**Tabela 4. Valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) na matéria seca dos alimentos testados para diferentes categorias e espécies de aves**

Espécie/categoria	EMAn (kcal/kg MS)		
	RIM <sup>1</sup>	Sorgo	p-valor
Pinto de corte	3266 Bb	3792 A	0,0000
Franga de reposição	3646 a	3774	0,2202
Galinha em postura	3288 Bb	3656 A	0,0008
Codorna japonesa em crescimento	3161 Bb	3560 A	0,0138
Codorna japonesa em postura	3508 Ba	3770 A	0,0003
p-valor	0,0001	0,1274	
Coeficiente de variação (%)	5,03		

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Médias com letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Raspa integral de mandioca (RIM).

Para o CMMS (Tabela 5) a interação ( $p=0,16$ ) mostrou que, com os pintos de corte e as codornas em crescimento, os resultados foram superiores para o sorgo. Entre os valores do sorgo, não se observaram diferenças, porém para a RIM maior metabolização da matéria seca foi registrada para frangas, galinhas e codornas em postura; neste caso, os valores reportados para pintos e codornas em crescimento foram semelhantes entre si.

**Tabela 5. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) dos alimentos testados para diferentes espécies/categorias de aves**

Espécie/categoria	CMMS (%)		
	RIM <sup>1</sup>	Sorgo	p-valor
Pinto de corte	81,0 Bb	90,1 A	0,0068
Franga de reposição	91,8 a	92,2	0,8880
Galinha em postura	86,8 a	86,2	0,8482
Codorna japonesa em crescimento	80,2 Bb	87,1 A	0,0370
Codorna japonesa em postura	85,7 a	91,4	0,0828
p-valor	0,0045	0,2596	
Coeficiente de variação (%)	6,38		

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Médias com letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Raspa integral de mandioca (RIM).

A análise dos CMEB (Tabela 6), mostra interação ( $p = 0,07$ ) entre os alimentos e as aves, sendo a energia bruta do sorgo menos metabolizável para as frangas de 11 semanas de idade, em relação à RIM. Para as demais categorias, não houve diferenças nos CMEB entre os alimentos avaliados ( $p > 0,05$ ).

Em relação ao comportamento dos dados do subproduto da mandioca, entre as aves, os menores CMEB foram encontrados quando determinados para pintos, galinhas e codornas em crescimento, enquanto os valores obtidos com frangas e as codornas em postura foram semelhantes entre si.

**Tabela 6. Coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) dos alimentos testados para diferentes espécies/categorias de aves**

Espécie/categoria	CMEB (%)		
	RIM <sup>1</sup>	Sorgo	p-valor
Pinto de corte	83,3 b	85,0	0,5126
Franga de reposição	93,0 Aa	84,6 B	0,0017
Galinha em postura	83,9 b	81,9	0,4552
Codorna japonesa em crescimento	80,6 b	79,8	0,7371
Codorna japonesa em postura	89,5 a	84,5	0,0558
p-valor	0,0000	0,1997	
Coeficiente de variação (%)	5,19		

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). Médias com letras maiúsculas distintas na linha, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Raspa integral de mandioca (RIM).

### Discussão

Comparando os valores obtidos da composição química dos alimentos utilizados neste ensaio com os valores mostrados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2011), nota-se que a raspa integral de mandioca (RIM) exhibe maiores discrepâncias nos valores nutricionais, em comparação com o sorgo. Adicionalmente, observou-se que a composição do sorgo utilizado no presente experimento assemelha-se com os valores reportados nas tabelas do NRC (1994), enquanto nessas tabelas não se mostra informação nutricional referente à RIM. A composição química e energética dos alimentos pode ser afetada por múltiplos fatores, mostrando-se no caso de subprodutos, maiores diferenças nos valores nutricionais, uma vez que a obtenção deles nem sempre é padronizada (Brum et al. 2000; Tucci et al. 2003; Pelicano et al. 2005; Mello et al. 2009; Angel et al. 2013).

Diversos autores apresentam valores distintos de EMA e EMAn para esses dois alimentos mas, de modo geral, é bem documentada a existência de uma

superioridade energética por parte do sorgo moído comparado com a FRIM (Silva et al. 2003; Nunes et al. 2008; Rostagno et al. 2011; Moura et al. 2010; Santos et al. 2013; Vieira et al. 2014). Segundo a análise da composição nutricional dos alimentos empregados, uma evidência que pode justificar essa superioridade energética observada é o maior teor de extrato etéreo e menores teores de fibra bruta e matéria mineral encontrados para o sorgo (Alvarenga et al. 2011; Mariano et al. 2012).

Também, em relação aos resultados de EMA e EMAn dos dois alimentos, observou-se que os valores de EMA foram superiores aos de EMAn para todas as espécies e categorias avaliadas. Quando a energia de um alimento é determinada para aves em crescimento, considera-se normal esse comportamento nos dados, uma vez que nesta etapa ocorre retenção de nitrogênio para a formação muscular, pelo que essa proteína retida no organismo não contribui para a energia das excretas (Henz et al. 2013; Andrade et al. 2016).

A relação observada entre os valores obtidos de EMA e EMAn, indica que as categorias de aves consideradas como adultas (galinhas e codornas japonesas em postura) continuavam retendo nitrogênio, o que poderia ligar-se com as altas exigências proteicas dessas aves para a produção de ovos e não com o crescimento do animal. Como Silva et al. (2009) comentam, a base da correção para o balanço de nitrogênio consiste no fato de que nem todo o nitrogênio retido no corpo da ave em crescimento e postura será catabolizado até ácido úrico. Desse modo, ele não contribui para energia das excretas como contribuem os resíduos alimentares absorvidos e eliminados sem ser catabolizados, e a fração endógena, que consiste no produto do catabolismo dos tecidos. Um comportamento semelhante dos resultados encontrados foi observado por Lima et al. (2010) para codornas japonesas em postura; por Debastiani et al. (2007) e Silva et al. (2009) para poedeiras comerciais e por Oliveira (2015) quando

avaliou valores energéticos de dois alimentos em 5 diferentes espécies e categorias de aves.

Usualmente, as pesquisas desenvolvidas nesta área da nutrição, avaliam os valores energéticos de vários alimentos para uma determinada espécie/categoria animal (Brum et al. 2000, Tucci et al. 2003; Freitas et al. 2006; Gomes et al. 2007). São escassos os ensaios realizados que avaliaram os valores energéticos de mais de um alimento entre diferentes espécies e categoria de aves (Horani e Daghir 1975; Petersen et al. 1976; Choct et al. 2001; Santos et al. 2006), sendo portanto todas elas influenciadas pelas mesmas condições experimentais.

Para as condições desse experimento, observou-se que o comportamento dos valores de EMA e de EMAn dos dois alimentos, para cada tipo de ave utilizado, foi o mesmo. No que se refere aos resultados observados para a RIM, Oliveira (2015) constatou a mesma diferença nos valores energéticos para o milho, entre as galinhas de postura e pintos de 21 dias de idade com os das frangas de reposição, sendo estas últimas as que aproveitaram melhor a energia do alimento. Na literatura, não foram encontrados outros trabalhos que apresentem comparações de valores energéticos reportados com frangas de reposição e outras categorias e espécies de aves.

Em relação ao frango de corte moderno, este apresenta um metabolismo muito exigente devido a seu crescimento acelerado. Para compensar estas exigências, o organismo do animal adaptou-se através de alta precocidade no desenvolvimento funcional do trato gastrointestinal, não só em relação ao crescimento em tamanho, mas também na quantidade e qualidade das secreções digestivas (Vieira e Pophal 2000; Uni 2006). Sendo assim, aos 21 dias de idade os pintos de corte apresentam o trato gastrointestinal desenvolvido e, conseqüentemente, com alta capacidade de aproveitamento de nutrientes (Kato 2005; Uni 2006; Fagundes 2011).

A semelhança nos resultados energéticos de alguns alimentos entre galinhas de postura e pintos de corte de 21 dias de idade foi também observada em outros trabalhos, utilizando alimentos energéticos (Albino et al. 1986, citado por Mazzuco e Bertol 2000), alimentos proteicos (Horani e Dagher 1975) e comparando um alimento proteico com um energético (Oliveira 2015).

Apesar de se ter uma vasta bibliografia apresentando diferenças nos valores de energia dos alimentos entre galinhas e pintos de 21 dias de idade, de acordo com Petersen et al. (1976), as maiores diferenças entre os valores energéticos dos alimentos nessas categorias de aves apresentam-se para alimentos com alto teor de fibras. Animais de idade mais avançada têm maior capacidade de aproveitar a energia deste componente da dieta (Freitas et al. 2006; Silva et al. 2009). Em seus estudos, Choct et al. (2001) observaram que valores de energia do sorgo para frangos de 24 dias de idade e galinhas de 35 semanas não apresentaram diferenças entre si, estando de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho. Entretanto, os valores que eles reportaram para cevada (alimento mais fibroso) foram significativamente diferentes.

Por outro lado, ao analisar os resultados entre as categorias de codornas japonesas, pode-se relacionar o comportamento dos dados com uma maior influência das diferenças nos fatores idade e etapa produtiva do animal, sendo que as codornas em postura tiveram maior aproveitamento dos alimentos. Em trabalho realizado por Oliveira (2002), se mostrou a curva de crescimento das codornas japonesas, utilizando um plantel de 537mil aves de 1 a 42 dias de idade, sendo observado, no final da primeira semana de vida, um crescimento vertiginoso dos animais com uma redução na metade da quarta semana. Esses animais, na fase de 1 a 14 dias de idade, aumentam sete vezes o próprio peso inicial por motivo de crescimento muscular, de ossos e vísceras (Silva e Ribeiro 2001). Logo com a chegada da maturidade sexual, ao redor da sexta ou sétima semana de vida, o crescimento das codornas é mais direcionado para a formação

das reservas de gordura, particularmente no fígado, nas vísceras, ovário e oviduto (Silva et al. 2004).

Semelhante aos resultados obtidos, Silva et al. (2003) observaram valores inferiores de EMA e EMAn do farelo de trigo, em codornas de 22 a 27 dias de idade, quando comparados com os valores apresentados por Murakami e Furlan (2002) utilizando codornas aos 65 dias de idade. Do mesmo modo, Santos et al. (2006) observaram diferenças nos valores de EMAn de vários alimentos proteicos, calculados para codornas machos de 20 aos 25 dias de idade e machos de 35 aos 40 dias de idade. Os resultados encontrados, nesse mesmo ensaio, para o farelo de soja, são inferiores ao mesmo tempo, ao compará-los com os resultados de Furlan et al. (1998), trabalhando com codornas japonesas machos maiores, de 65 dias de idade. Estes resultados descritos na literatura evidenciam a diferença de aproveitamento dos alimentos em relação à idade da ave.

Considerando as relações exibidas entre espécies e categorias, pode-se inferir que, apesar das codornas de 21 dias de vida serem animais jovens e, conseqüentemente, não terem os seus órgãos ainda totalmente desenvolvidos nessa idade, as semelhanças encontradas com as galinhas e os pintos, no aproveitamento dos alimentos utilizados, estejam principalmente vinculadas ao acelerado metabolismo dessa espécie e à maior proporção do aparelho digestivo em relação ao peso corporal (Silva et al. 2012; Saar et al. 2015).

No caso das codornas japonesas adultas, que apresentam o trato gastrointestinal completamente desenvolvido e metabolismo exigente direcionado para a produção de ovos, elas têm maior capacidade de metabolização da energia contida nos alimentos energéticos, quando comparadas a frangos de corte e poedeiras (Rodrigues et al. 2013).

Ao avaliar valores energéticos de alguns alimentos, Silva et al. (2003) citaram que podem ser utilizados os valores de energia determinados com galinhas e frangos na formulação de rações para codornas, porém existem



trabalhos (Gomes et al. 2007; Moura et al. 2010; Oliveira 2015) que relataram valores superiores para codornas em relação aos apresentados nas Tabelas Brasileiras (Rostagno et al. 2011) para frangos de corte e poedeiras. No presente trabalho, constata-se que os valores energéticos da RIM para codornas japonesas em postura são superiores aos valores obtidos para frangos de corte e poedeira, não obstante pode-se utilizar os mesmos valores energéticos do sorgo entre categorias e espécies.

Adicionalmente, considera-se pertinente vincular os dados energéticos obtidos neste trabalho, com os valores nutricionais dos alimentos estudados e os resultados mostrados para os CMMM e CMEB, para entender melhor as interações entre o alimento e o animal.

Cabe ressaltar que, apesar de se ter obtido valores diferentes de EMA e EMAn, os alimentos tiveram similaridades entre os resultados dos CMMS (Tabela 5) para a maioria das categorias animais, o que poderia ter relação com os baixos valores de FB observados em suas composições. Os pintinhos e as codornas em crescimento mostraram menor metabolização da matéria seca, o que não pode ser relacionado com as características anti-nutricionais conhecidas em ambos alimentos pois, de acordo com os resultados laboratoriais, foram observados baixos valores de taninos totais e de ácido cianídrico. Conseqüentemente, como explicação dessa diferença encontrada, pode-se inferir que devido ao maior nível presente de MM e FDA na FRIM, e por se tratar de categorias jovens, não ocorreu o mesmo aproveitamento dos minerais e a fração fibrosa por parte desses animais, quando comparados com as aves mais velhas, sendo afetado portanto o aproveitamento da matéria seca.

Ao analisar os CMEB (tabela 6) dos alimentos, não se registraram diferenças nos resultados, apesar do sorgo ter mostrado valores superiores de EMAn em contraste com a FRIM. Ao mesmo tempo, o comportamento dos

resultados do CMEB para a FRIM se assemelha ao comportamento dos resultados de energia reportados para esse alimento.

No que se refere às frangas de reposição, pode-se dizer que estas expõem um crescimento multifásico. Conforme relatado por Bertechini (2013), na fase de 1 a 5 semanas de idade, essas aves passam predominantemente por um crescimento e desenvolvimento visceral, seguido de maior crescimento ósseo e de tamanho no período de 6 a 12 semanas e de um desenvolvimento reprodutivo e aumento da densidade óssea, entre as 12 e 16 semanas de idade. Com base na informação anterior, é constatado então que as frangas de 11 semanas de vida, que foram utilizadas neste ensaio, encontraram-se numa transição fisiológica entre o crescimento ósseo e o desenvolvimento reprodutivo o que pode, em parte, justificar os resultados obtidos nas Tabelas 3 e 4.

Nas etapas produtivas de cria e recria para produção de ovos, é usual utilizar alimentos fibrosos nas dietas, para regular o peso das aves e evitar prejuízos na etapa subsequente de produção. De acordo com Zaefarian et al. (2015), a digestão do amido presente nos cereais pode ser afetada por características próprias desse nutriente, assim como por genética das aves, fibra da dieta e processamento, características físicas e fatores anti-nutricionais dos alimentos. Não obstante, não foram encontradas referências que retratem como é a dinâmica da digestão energética pelas aves nessa etapa fisiológica e se apresentam alguma modificação ou adaptação diferenciada.

Desse modo, cabe deduzir que vários fatores como o estado fisiológico das aves, as quantidades e tipos de amido, FDA, FDN, minerais e lipídeos presentes nos alimentos empregados neste experimento, o dinamismo intestinal e a atividade digestiva, alterada pela inclusão de farelo de trigo na formula da ração, podem estar associados com comportamento dos resultados obtidos para frangas de reposição.

Embora Oliveira (2015) tenha encontrado respostas semelhantes às obtidas no presente trabalho, precisa-se de experimentos que avaliem a capacidade absorptiva da energia dos alimentos, nas aves em recria atualmente utilizadas na indústria de produção de ovos. Assim mesmo, fica em evidencia que mais pesquisas devem ser conduzidas para se conhecer os valores energéticos dos alimentos para diferentes espécies e categorias de aves, com o objetivo de formular rações mais precisas e otimizar os objetivos produtivos.

### **Conclusão**

Os alimentos utilizados neste experimento apresentam diferenças nos seus valores energéticos. A EMAn média da RIM para pintos de 21 dias de idade, galinhas de 28 semanas de idade e codornas em crescimento de 4 semanas de idade é de 3238 kcal/kg de MS; para frangas de reposição de 11 semanas de idade e codornas em postura de 30 semanas de idade é de 3577 kcal/kg de MS.

A EMAn média do sorgo moído para pintos de 21 dias de idade, frangas de reposição de 11 semanas de idade, galinhas de 28 semanas de idade, codornas em crescimento de 4 semanas de idade e codornas em postura de 30 semanas de idade é de 3710 kcal/kg de MS.

Não se recomenda extrapolar os dados energéticos da RIM, obtidos com pintos de corte e galinhas de postura para serem utilizados na formulação de rações para codornas em postura.

Na formulação de rações para aves utilizando sorgo, podem-se utilizar os mesmos valores energéticos entre as diferente espécies e categorias de aves usadas neste ensaio.

Se constata que a energia, segundo cada alimento, pode ser aproveitada de formas diferenciada entre as espécies e categorias de aves.

## Referências

- Alvarenga RR, Rodrigues PB, Zangeronimo MG, Freitas RTF, Lima RR, Bertechini AG, Fassani EJ (2011) Energetic values of feedstuffs for broilers determined with *in vivo* assays and prediction equations. *Animal Feed Science and Technology* **168**, 257–266. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.092
- Andrade RC, Lara LJC, Pompeu MA, Cardeal PC, Miranda DJA, Baião NC (2016) Avaliação da correção de energia pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **58**, 497-505. doi:10.1590/1678-4162-7971
- Angel R, Kim SW, Li W, Jimenez-Moreno E (2013) Velocidad de paso y ph intestinal en aves: Implicaciones para la digestión y el uso de enzimas. In ‘XXIX curso de especialización FEDNA’. Disponível em [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/05-13CAP\\_VIIItrad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/05-13CAP_VIIItrad.pdf) [Revisado 21 junho 2016]
- AOAC (1995) Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia, USA. Association of Analytical Communities.
- Barreto SLT, Quirino BJS, Brito CO, Umigi RT, Araujo MS, Rocha TC, Pereira CG (2007) Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas européias na fase inicial de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36** (1), 86-93.
- Bertechini AG (2013) Nutrição de monogástricos. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2013, cap. 12, p. 291.
- Brum PAR, Zanotto DL, Lima GJMM, Viola ES (2000) Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **35** (5), 995-1002.
- Choct M, Hughes RJ, Perez-Maldonado R, Barneveld RJV (2001) The metabolisable energy value of sorghum and barley for broilers and layers. In *Proceeding Australian Poultry Science Symposium*. The Poultry Research Foundation, University of Sydney, p. 39, 2001. Disponível em: <<http://sydney.edu.au/vetscience/apss/documents/2001/APSS2001-choct-pp39-42.pdf>> [Revisado 20 julho 2016].
- Debastiani M, Nunes RV, Pozza PC, Pozza MSS, Silva JD, Nunes CGV Oelke CA, Venturi I (2007) Valores energéticos do farelo de soja para galinhas poedeiras em função dos níveis de inclusão e de proteína bruta na ração referência. *Archives of Veterinary Science* **12** (2) 40-45. doi:10.5380/avs.v12i2.9908
- Fagundes NS (2011) **Desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**. 85p. (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

- Freitas ER, Sakomura NK, Ezequiel JMB, Neme R, Mendonça MO (2006) Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **41**(1) 107-115. doi:10.1590/S0100-204X2006000100015
- Furlan AC, Andreotti MO, Murakami AE, Scapinello C, Moreira I, Fraiha M, Cavaliere FLB (1998) Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Zootecnia* **27**(6) 1147-1150.
- Gomes FA, Fassani EJ, Rodrigues PB, Silva Filho JC (2007) Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36** (2) 396-402. doi:10.1590/S1516-35982007000200017
- Haque MR, Bradbury JH (2002) Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. *Food Chemistry* **77** 107-114.
- Henz JR, Nunes RV, Pozza PC, Furlan AC, Scherer C, Eyng C, Silva WTM (2013) Valores energéticos de diferentes cultivares de milho para aves. In *Seminário: Ciências Agrárias, Londrina* **34** 2403-2414. doi:10.5433/1679-0359.2013v34n5p2403
- Horani F, Dagher NJ (1975) Metabolizable energy (M.E.) values of three protein supplements as determined with chicks and laying hens. *Poultry Science* **54** 1886-1889.
- Kato RK (2005) **Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Lima HJD, Barreto SLT, Albino LFT, Melo DS, Ballod MA, Almeida RL (2010) Aproveitamento de nutrientes e de energia da ração de codornas japonesas em postura com o uso de fitase. *Revista Brasileiras de Zootecnia* **39**(7) 1517-1522. doi:10.1590/S1516-35982010000700018
- Mariano FCMQ, Lima RR, Rodrigues PB, Alvarenga RR, Nascimento GAJ (2012) Prediction equations of energetic values of feedstuffs obtained using meta-analysis and principal components. *Ciência Rural* **42** (9) 1634-1640. doi:10.1590/S0103-84782012005000061
- Mazzuco H, Bertol TM, (2000) Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos. *Embrapa Suínos e Aves* **25** Circular técnica.
- Mello HHC, Gomes PC, Rostagno HS, Albino LFT, Souza RM, Calderano AA (2009) Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**(5) 863-868. doi:10.1590/S1516-35982009000500012
- Moura AMA, Fonseca JB, Takata FN, Rabello CBV, Lombardi CT (2001) Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia* **62** 178-183. doi:10.1590/S0102-09352010000100024

- Murakari AE, Furlan AC (2002) Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura o Brasil. In *I Simpósio Internacional de Coturnicultura Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras pp. 113-120 (Lavras, MG).
- Nunes RV, Rostagno HS, Gomes PC, Nunes CGV, Pozza PC, Araujo MS (2008) Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* **37**(1) 89-94 doi:10.1590/S1516-35982008000100013
- Oliveira BL (2002) Manejo racional e produtividade das codornas. In *I Simpósio Internacional de Coturnicultura Anais ...* Lavras: Universidade Federal de Lavras pp.133-145 (Lavras, MG).
- Oliveira EC (2015) **Valores energéticos do milho e do farelo de soja para aves de diferentes categorias zootécnicas**. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Pelicano ERL, Souza PA, Souza HBA, Figueiredo DF, Boiago MM, Carvalho SR, Bordon VF (2005) Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters. *Brazilian Journal of Poultry Science* **7**(4) 221-229. doi:10.1590/S1516-635X2005000400005
- Petersen CF, Meyer GB, Sauter EA (1976) Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens. *Poultry Science* **55** 1163-1165. doi:10.3382/ps.0551163
- Rodrigues PB, Alvarenga RR, Naves LP, Nagata AK (2013) Alimentos e exigências nutricionais de codornas japonesas. In *V Simpósio Internacional de Coturnicultura*, Lavras MG. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras pp. 65-84 (Lavras, MG)..
- Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF (2011) **Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- Saar AGL, Moraes CA, Fernandes EA, Litz FH, Gotardo LRM (2015) Morfometria do trato gastrointestinal de codornas de corte alimentadas com dieta a base de sorgo grão. *Enciclopédia Biosfera* **11**(22) 2288-2295. doi:10.18677/Enciclopedia\_Biosfera\_2015\_199
- Santos ALS, Gomes AVC, Pessoa MF, Mostafá S, Araújo AHB, Vieira AS (2006) Composição química e valores energéticos de fontes protéicas em codornas de corte em diferentes idades. *Ciência Rural* **36**(3) 930-935. doi:10.1590/S0103-84782006000300031
- Santos MJB, Ludke MCMM, Ludke JV, Torres TR, Lopes LS, Brito MS (2013) Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira* **14** 1-6. doi:10.5216/cab.v14i1.17697

- Silva KF, Ribeiro LGR (2001) **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Bananeiras: DAP/UFPB/Campus IV pp.19.
- Silva JHV, Silva MB, Silva ED, Jordão Filho J, Ribeiro MLG, Costa FGP, Dutra Júnior WM (2003) Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Zootecnia* **32**(6) 1912-1918.
- Silva JHV, Silva MB, Jordão Filho J, Silva EL, Andrade IS, Melo DA, Ribeiro MLG, Rocha MRF, Costa FGP, Dutra Júnior WM (2004) Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), na fase de 1 a 12 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia* **33**(5) 1209-1219. doi:10.1590/S1516-35982004000500013
- Silva RB, Freitas ER, Fuentes MFF (2008) Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. *Acta Scientiarum Animal Sciences* **30** 269-275. doi:10.4025/actascianimsci.v30i3.679
- Silva EP, Rabello CBV, Lima MB, Loureiro RRS, Guimarães AAS, Dutra Júnior WM (2009) Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. *Ciência Animal Brasileira* **10** 91-100.
- Silva JHV, Jordão Filho J, Costa FGP, Lacerda PB, Vargas DGV, Lima MR (2012) Exigências nutricionais de codornas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* **13**(3) 775-790. doi:10.1590/S1519-99402012000300016
- Tucci FM, Laurentiz AC, Dos Santos EA, Rabelo CBV, Longo FA, Sakomura NK (2003) Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. *Acta Scientiarum Animal Science* **25** 85-89.
- Uni, Z (2006) Early development of small intestinal function. In Perry GC. **Avian gut function in health and disease**. ©CAB International. Cap. 3, p 29-42.
- Vieira SL, Pophal S (2016) Nutrição pós-eclosão de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* **2**(3) doi:10.1590/S1516-635X2000000300001
- Vieira RA, Albino LFT, Hannas MI, Viana GS, Munis JCL, Silva DL, Ribeiro Junior V, Reis JVC (2014) Composição química e valores de energia metabolizável aparente corrigida de alguns alimentos energéticos determinados com frangos de corte. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável* **4**(2) 75-83. Disponível em: <http://www.rbas.com.br/index.php/rbas/article/view/261/244> [Revisado 10 junho 2016].
- Zaefarian F, Abdollahi MR, Ravidran V (2009) Starch digestion in broiler chickens fed cereal diets. *Animal Feed Science and Technology* **209** 16-29. doi:10.1016/j.anifeeds.2015.07.020

## ANEXO

### ANEXO A – CERTIFICADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS  
Cx.P.3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3829-5182 cba@nintec.ufla.br

#### CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 001/15, relativo ao projeto intitulado Determinação de valores de energia de alimentos comumente utilizados em rações para aves, que tem como responsável Paulo Borges Rodrigues está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões Permanentes/PRP-UFLA), tendo sido aprovado na reunião de 13/04/2015.

Início do projeto:15/04/2015 - Término do projeto:15/01/2016.  
Espécie: Ave - Quantidade de animais: 840.

#### CERTIFICATE

We hereby certify that the Protocol nº 001/15, related to the project entitled "Determination of energy values of some feeds used in the feeding of birds", under the supervision of Paulo Borges Rodrigues, is in agreement with the Ethics Principles in Animal Experimentation, adopted by the Institutional Animal Care and Use Committee (Standing Committees/PRP-UFLA), and was approved in April 13, 2015.

Project's beginning:15/04/2015 - Project's end:15/01/2016.  
Species: Ave - Number of animals: 840.

Lavras, 13 de abril de 2015

  
Prof. Gabriela Rodrigues Sampaio  
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA

Universidade Federal de Lavras  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Comissões Permanentes  
Campus Universitário -  
Ciclo Postal 9037 / CEP 37200-000 - Lavras, MG - Brasil  
Tel.: +55 (35) 3829-5182  
cba@nintec.ufla.br - www.ccp.ufla.br