

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

MESTRADO EM ZOOTECNIA

NILTON ROHLOFF JUNIOR

COPRODUTO SECO DE DESTILÁRIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA  
ALIMENTAÇÃO DE COELHOS

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

MESTRADO EM ZOOTECNIA

NILTON ROHLOFF JUNIOR

COPRODUTO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA  
ALIMENTAÇÃO DE COELHOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Produção de Não Ruminantes, da Universidade  
Estadual do Oeste do Paraná, para obtenção do título de  
Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

R738c	Rohloff Junior, Nilton Coproducto seco de destilaria com solúveis de milho na alimentação de coelhos / Nilton Rohloff Junior. - Marechal Cândido Rondon, 2015. 37 p.  Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes  Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2015.  1. Coelho. 2. Coelho - Alimentação e rações. I. Nunes, Ricardo Vianna. II. Título.  CDD 22.ed. 636.9322 CIP-NBR 12899
-------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

**NILTON ROHLOFF JUNIOR**

**COPRODUTOS SECOS DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA  
ALIMENTAÇÃO DE COELHOS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", para a obtenção do título de "Mestre em Zootecnia".

Marechal Cândido Rondon, 02 de março de 2015.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Presidente / Orientador



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Alix Mendes de Almeida Oliveira  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Membro



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alice Eiko Murakami  
Universidade Estadual de Maringá  
Membro

*À minha família, a quem devo tudo que sou.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Nilton e Adriana, e aos meus avós, Alfredo e Iracema, que sempre me apoiaram e se dedicaram para que eu pudesse concluir todos meus objetivos até aqui.

Ao professor Luís Daniel Giusti Bruno, que iniciou minha orientação no mestrado.

Ao professor e orientador Ricardo Vianna Nunes, o qual dedicou de seu tempo a me ensinar e apoiar durante todo o mestrado.

Ao professor Claudio Scapinello, por todo o apoio em Maringá e por disponibilizar seu tempo e estrutura para que eu pudesse realizar meu experimento, assim como todo o apoio intelectual durante a confecção do artigo e da dissertação.

Ao professor Claudio Tsutsumi, por me ajudar com toda minha estatística.

Aos alunos da UEM, Ivan e Yuri, por total dedicação e apoio durante toda a fase experimental em Maringá, além do apoio intelectual durante a confecção da dissertação.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, por todo auxílio e apoio durante o experimento.

À minha grande amiga, Katiane Pimenta de Oliveira, por ser tão especial, sempre me apoiar, pelos seus conselhos, mas principalmente por nunca permitir que eu desistisse de lutar, e também por ter me acolhido em sua casa em Maringá durante o meu experimento.

Aos colegas e amigos do mestrado de Marechal Cândido Rondon, por todo o apoio e companheirismo durante todo o mestrado, em especial ao Rodrigo Tinini, que além da amizade me ajudou na realização das análises de laboratório.

À minha grande e especial amiga, Tsiane F. Schmitt, por toda compreensão e apoio nos momentos bons e ruins, pelas longas conversas, mas mais especial ainda por toda sua amizade, a qual foi muito importante durante o decorrer de todas as etapas da dissertação e foi e é importante na vida pessoal.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho, pois todos de alguma forma tiveram sua importância para que hoje eu pudesse estar aqui.

## **COPRODUTO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade e o desempenho zootécnico de coelhos Nova Zelândia Brancos, alimentados com resíduos secos de destilaria com solúveis (DDGS). O experimento de digestibilidade utilizou 20 coelhos (10 machos e 10 fêmeas) de 45 dias de idade divididos em 2 tratamentos. Os tratamentos foram formados pela dieta referência (sem DDGS) e pela dieta teste, composta da ração referência mais 30% de DDGS. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo. O experimento teve duração de 14 dias, sendo os 10 primeiros de adaptação e os outros 4 de coleta de fezes. As fezes foram coletadas e armazenadas todos os dias pela manhã para posterior análise de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria seca (MS) matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). O experimento de desempenho foi realizado com 100 coelhos (50 machos e 50 fêmeas) de 35 dias de idade, em um fatorial 2x5 (2 sexos x 5 níveis de DDGS) com 2 animais por unidade experimental, totalizando 10 tratamentos com 5 repetições. Os níveis de DDGS utilizados foram 0 (controle), 6, 12, 18 e 24%. O experimento teve duração de 35 dias e ao final foram avaliados o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), rendimento de carcaça e pesos relativos de coração, fígado e rim. Os resultados da qualidade nutricional do DDGS foram positivos, demonstrando que este coproduto possui grande potencial para nutrição de coelhos, tendo como destaque os coeficientes de digestibilidade da proteína (74,10%) e extrato etéreo (81,51%). O DDGS utilizado neste experimento apresentou elevados teores de proteína digestível (21,85%) e energia digestível (2.979kcal/kg) e um baixo valor de extrato etéreo (2,39%). Nos resultados do experimento de desempenho não foi observada interação entre sexo e níveis de inclusão de DDGS. Foi observada diferença significativa ( $P<0,05$ ) para o consumo de ração dos 35 aos 50 dias, e dos 35 aos 70 dias, as quais tiveram efeito linear decrescente. Houve diferença estatística ( $P<0,05$ ) para a conversão alimentar dos 35 aos 70 dias de idade, a qual quando submetida ao teste de regressão apresentou efeito linear decrescente. Não foram encontradas interações significativas entre sexo e níveis de DDGS ( $P>0,05$ ) para os parâmetros de rendimento de carcaça e peso relativo de órgãos. Os resultados de rendimento de carcaça com cabeça e sem cabeça apresentaram diferenças ( $P<0,05$ ), porém quando submetidas ao teste de regressão, os dados não ajustaram equações. Conclui-se que o DDGS possui elevada digestibilidade para coelhos, em especial para proteína e extrato etéreo, e que este quando utilizado em até 24% na dieta de coelhos dos 35 aos 70 dias melhora os parâmetros de consumo de ração e conversão alimentar sem prejudicar o rendimento de carcaça e peso relativo dos órgãos.

**Palavras-chaves:** desempenho, etanol, produtividade, resíduo

## **COPRODUCT DRIED DISTILLERS WITH SOLUBLE OF CORN IN RABBITS FEED**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the digestibility and growth performance of rabbits New Zealand White fed distillers dried grains with solubles (DDGS). The digestibility experiment used 20 rabbits (10 males and 10 females) with 45 days old divided into two treatments. Treatments were formed by the reference diet (no DDGS) and the test diet, consisting of basal diet plus 30% DDGS. The animals were housed individually in metabolism cages. The experiment lasted 14 days, being the first 10 days for adaptation and the last 4 days for fecal collection. Feces were collected and stored every day in the morning for further analysis of crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE), dry matter (DM) mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF ) and acid detergent fiber (ADF). The performance experiment was conducted with 100 rabbits (50 males and 50 females) of 35 days old, in a factorial 2x5 (2 sexes x 5 levels of DDGS) with two animals per experimental unit, totaling 10 treatments with 5 replicates. DDGS levels used were 0 (control), 6, 12, 18 and 24%. The experiment lasted 35 days and at the end feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion (FC), carcass yield and relative weights of heart, liver and kidney were evaluated. The results for nutritional quality of DDGS were positive, demonstrating that this co-product has great potential for nursing rabbits, especially the protein digestibility (74.10%) and ether extract (81.51%). The DDGS used in this experiment had high digestible protein (21.85%) and digestible energy (2.979kcal / kg) and a low ether extract value (2.39%). In the performance trial interaction between sex and DDGS inclusion levels were observed. Significant difference ( $P<0.05$ ) was obtained for feed intake from 35 to 50 days, and from 35 to 70 days, which had a decreasing linear effect. There was a statistical difference ( $P<0.05$ ) for feed conversion from 35 to 70 days, which when subjected to regression test showed decreasing linear effect. No significant changes were found between sex and levels of DDGS ( $P>0.05$ ) for carcass yield parameters and relative weight of organs. The carcass yield with head results and headless showed differences ( $P<0.05$ ), but when subjected to regression testing, the data did not fit equations. It was concluded that DDGS has high digestibility for rabbits in particular for protein and lipids, and that when used up to 24% in the diet of rabbits from 35 to 70 days improves the feed intake and feed conversion parameters without harming carcass yield and relative organs weight.

**Keywords:** performance, ethanol, productivity, residue

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1 PROCESSAMENTO DO DDGS .....	11
2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO DDGS .....	12
2.3 VALOR NUTRICIONAL DO DDGS .....	13
2.4 UTILIZAÇÃO DO DDGS NA NUTRIÇÃO DE NÃO-RUMINANTES .....	15
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>5. COPRODUTO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS.....</b>	<b>22</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	23
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	24
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
5.4 CONCLUSÃO .....	35
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de coelhos no Brasil vem tomando cada vez mais destaque, sendo visualizada elevada evolução na produtividade nas últimas décadas (GILKA, 2007), em que o Brasil passou de uma produção de 85.867 cabeças, em 2005, para uma produção de 1.090.000 cabeças, em 2012 (FAO, 2013). Atualmente, o Brasil ocupa a 42ª colocação no ranking mundial de produção de coelhos, sendo este ranking liderado pela China. Em relação à América Latina, nosso país ocupa a 5ª colocação, ficando atrás de Venezuela, Colômbia, Argentina e Peru (FAO, 2013).

Atualmente, nas criações animais a alimentação se apresenta com um dos principais fatores de custo, chegando a 70% dos custos da produção. Este elevado custo tem relação direta com os ingredientes utilizados nas dietas dos animais, que em sua maioria são compostos de milho e soja, produtos estes utilizados na alimentação humana, havendo assim uma concorrência no consumo destes produtos, elevando dessa forma seus preços (SILVA et al., 2000). Neste contexto, torna-se necessária a utilização de alimentos alternativos, que possam substituir os alimentos convencionais, parcial ou totalmente, nas dietas dos animais, para que as produções sejam economicamente viáveis.

Existe uma grande variedade de alimentos alternativos disponíveis que necessitam de avaliação para poderem ser utilizados nas dietas animais. É necessário determinar a qualidade e o valor nutritivo destes alimentos, e assim verificar se são capazes de substituir adequadamente e economicamente os alimentos convencionais nas dietas dos animais (SCAPINELLO et al., 1996). Outra fonte de alimentos alternativos são os coprodutos industriais, que cada vez mais têm destaque na nutrição animal, devido ao aumento na produção de resíduos pelas indústrias, que para não os descartarem incorretamente na natureza, são reutilizados na forma de alimento na produção animal. Contudo, para que isso seja possível, é necessário realizar estudos e pesquisas a fim de verificar suas qualidades e, sobretudo, se esses alimentos podem substituir os alimentos convencionais e se são economicamente viáveis (FURUYA, 1998).

Um coproduto com potencial para nutrição animal é o resíduo seco de destilaria com solúveis (DDGS), o qual tem como sua principal origem o processamento do milho para obtenção do etanol. Como há crescente expansão na produção do milho, com esta finalidade, a quantidade de coproduto tende a aumentar, o qual deve ter um destino ecologicamente correto e, se possível, rentável. E é nesse sentido que os estudos a serem realizados viabilizando o uso do DDGS na nutrição de animais devem ocorrer. A utilização do DDGS na

alimentação de não-ruminantes é recente, sendo que para ruminantes este produto já possui uma grande utilidade, devido ao seu alto conteúdo em fibras (FASTINGER et al., 2006).

Os coelhos são herbívoros cecofuncionais, os quais possuem características fisiológicas do sistema digestório que permitem que utilizem maiores quantidades de volumosos nas rações, em média 40% a 50% da dieta (SCAPINELLO et al., 2002), além disso, conseguem utilizar com eficiência a proteína vegetal, o que pode favorecer a utilização do DDGS para estes animais.

Os DDGS são coprodutos secos restantes após a fermentação do amido dos grãos (geralmente do milho) pelas leveduras e enzimas selecionadas para produzir o etanol e o dióxido de carbono. Porém, sua composição química é muito variada, já que depende do processamento, da qualidade do mesmo, da qualidade do grão utilizado, assim como do tempo do processamento, fatores que implicam diretamente na qualidade do produto, dificultando a utilização deste subproduto na alimentação animal, pois muitas vezes os DDGS não são homogêneos e a falta de conhecimento de sua qualidade dificulta sua utilização (PARSONS et al., 2006).

Um DDGS de boa qualidade produzido a partir do milho apresenta valores de energia igual ou superior ao do milho. Porém, o DDGS pode ser considerado um coproduto de baixa proteína, isso devido ao milho também não ser um produto proteico, entretanto a concentração de proteína pode ser elevada com o uso de procedimentos que retiram grandes partes de gorduras e fibras do DDGS. Mesmo quando os teores de proteína são elevados, o DDGS possui problemas com os teores de aminoácidos, sendo que a lisina é o aminoácido que mais sofre variação e perdas durante o processo de obtenção do DDGS. A metionina e o triptofano também são encontrados em baixas quantidades no DDGS, o que muitas vezes faz com que esses aminoácidos sejam adicionados em suas formas industriais nas dietas dos animais, visando melhorar o teor de aminoácidos das dietas. O fator que mais interfere na quantidade de aminoácidos do DDGS é seu processamento, que quando realizado de forma incorreta (aquecimento elevado) prejudica os teores de aminoácidos, a qualidade proteica e consequentemente sua digestibilidade (PARSONS et al., 2006).

Apesar do etanol no Brasil ter como principal matéria-prima a cana-de-açúcar, cresce cada vez mais a produção de etanol com base em grãos, o que aumenta a quantidade de DDGS produzido (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2012), sendo que estes necessitam de um destino adequado e eficiente para que a atividade de produção de etanol seja mais otimizada. Desta forma, os grãos secos de destilaria com solúveis possuem um grande potencial para serem utilizados na alimentação de coelhos, buscando a sustentabilidade da produção.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Processamento do DDGS

Os resíduos secos de destilaria com solúveis (DDGS), coprodutos da indústria de etanol, são obtidos através de secagem dos produtos restantes após a extração do etanol a partir de cereais ricos em amido, como milho, trigo, cevada e sorgo. O processo consiste em converter os amidos e açúcares dos cereais em etanol, sendo que as percentagens remanescentes dos nutrientes são proporcionalmente concentradas (DE BLAS et al., 2010).

A técnica utilizada para produção de etanol a nível industrial é a de moagem, a qual se baseia nas seguintes etapas. Primeiramente há redução no tamanho das partículas dos grãos, que seguidamente são cozidos e o amido é sacarificado, utilizando-se enzimas. Posteriormente, ocorre a fermentação da glicose através do uso de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), onde durante o processo 94% da glicose é convertida em etanol e CO<sub>2</sub>. A próxima etapa é a destilação do etanol, a qual ocorre através de um sistema de colunas. Após a retirada do etanol, o resíduo pode sofrer 2 destinos, sendo que em um deles os resíduos (sólidos e líquidos) são levados a uma centrífuga, a qual retira os sólidos mais grosseiros. Após esta etapa, os resíduos são levados para um evaporador, com o intuito de diminuir a umidade e assim poder ser armazenado, sendo que esse produto então recebe o nome de resíduos secos de destilaria, e possui como principais componentes as fibras, proteínas e gorduras. Os sólidos que foram retirados pela centrífuga são então condensados e adicionados novamente aos produtos, para então formar o DDGS, sendo que este resultado corresponde de 27 a 30% do peso inicial do grão (GRAINS COUNCIL EUA, 2012).

Outra forma de se obter o DDGS é por meio do fracionamento do resíduo após a obtenção do etanol, que para ser fracionado passa por peneiras e por jatos de ar, resultando em um DDGS com menor teor de fibra, já que esta é retirada em maior quantidade durante o processamento. Este DDGS possui uma maior quantidade de proteína e extrato etéreo, se comparado ao outro método (SRINIVASAN et al., 2009).

Em ambas as técnicas, existe a possibilidade da retirada da gordura do DDGS após a finalização do processo, sendo que a retirada da gordura teria como resultado uma perda na quantidade energética do coproduto, porém como contraposto haveria um aumento na concentração de proteína do mesmo. Para ruminantes, o DDGS com menor teor de energia pode ser utilizado com maior eficiência, enquanto que para os não ruminantes (aves, suínos e

peixes) a concentração de gordura e energia é importante, sendo mais eficaz a utilização do DDGS que não sofreu o desengorduramento (SCHINGOETHE et al., 2009).

## 2.2 Composição química do DDGS

A definição da composição química do DDGS é uma tarefa bastante difícil, visto que seus componentes e seu valor nutritivo sofrem grandes variações, tendo como principais causas dessas variações em seus componentes a qualidade da matéria-prima, diferentes processos para obtenção do etanol, variações na proporção de mistura dos componentes na produção do DDGS, tempo de secagem e temperatura de secagem (SHURSON E ALGHAMDI, 2008).

Estudos realizados por Spiehs et al. (2002) com 118 amostras de DDGS de milho, entre os anos de 1997 a 1999, encontraram como valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, 30,2%, 10,9%, 5,8%, 16,2% e 42,1% na matéria seca (MS). Já Belyea et al. (2004), trabalhando com 235 amostras de DDGS de milho, encontraram valores médios de PB (31,4%), EE (12%) e FDA (16,8%) superiores aos encontrados por Spiehs et al. (2002), assim como também encontraram valores de MM inferiores, onde o valor obtido foi de 4,6%.

Cozannet et al. (2010), analisando 10 amostras de DDGS de trigo, observaram como valores médios 36,1% de PB, 4,6% de EE, 4,1 de MM, 12% de FDA e 29,2% de FDN. Segundo os autores, o DDGS à base de trigo indica possuir uma quantidade significativamente maior de PB quando comparado ao DDGS de milho, assim como possui valores mais baixos de EE, FDA e FDN. A composição do sorgo, segundo Hancock (2002), é o que possui os menores valores, sendo encontrados por ele valores médios de 26% de PB, 9% de fibra bruta e 8% de EE.

O nutriente que sofre maior variação é a PB, e isto reflete diretamente na composição de aminoácidos dos DDGS. Assim como a variação da PB é grande, o teor de aminoácidos também varia muito, sendo que autores como Spiehs et al. (2002), Cromwell et al. (1993) e Batal e Dale (2006) concluíram que o aminoácido que mais sofre variação é a lisina, tendo encontrado valores de coeficiente de variação superiores a 15%. Eles ainda determinaram que o segundo aminoácido que mais sofre variação é a metionina e em terceiro o triptofano que, segundo os autores acima, são os aminoácidos que mais sofrem com a dificuldade de

padronização do DDGS. Eles ainda concluem que tal variabilidade está diretamente relacionada com o processo ao qual o DDGS é submetido, assim como a origem das plantas.

O DDGS, devido ao processamento, mais especificamente, a evaporação e condensação aos quais são envolvidos, favorecem para que os teores de minerais sejam elevados, sendo considerado um produto com elevado teor de fósforo, cálcio, potássio, sódio e enxofre, os quais normalmente são encontrados em pequenas quantidades nos cereais de origem do DDGS, mas devido à retirada do amido e à perda de água, as concentrações desses minerais se elevam (DE BLAS et al., 2010).

O elevado teor de sódio (até 0,52% na MS) e enxofre (de 0,3 a 1%) também está relacionado com o processamento de obtenção do etanol, em que o enxofre entra na forma de ácido sulfúrico para manter o pH ótimo para a atividade enzimática e de leveduras (Batal e Dale, 2006). Já o sódio pode ter valores elevados, por estar presente na água utilizada durante os processos de obtenção do etanol, e no fim do processo esse sódio passa a compor os nutrientes do DDGS, elevando assim o teor de minerais do coproduto.

### **2.3 Valor nutricional do DDGS**

Informações quanto à qualidade nutritiva e digestibilidade do DDGS na dieta de animais não-ruminantes ainda são bastante escassas, devido, principalmente, à falta de padronização nos processos de obtenção do DDGS (PEDERSEN et al., 2006; DE BLAS et al., 2010).

Outro fator preocupante na utilização destes coprodutos na alimentação animal são as perdas na qualidade dos perfis de aminoácidos, já que estes são altamente susceptíveis a danos causados por calor. Durante o processo de obtenção do DDGS, podem ocorrer as chamadas reações de Maillard, que indica um aquecimento excessivo do produto, prejudicando a digestibilidade dos aminoácidos, e conseqüentemente prejudicando a qualidade final do DDGS (STEIN et al., 2006), o que comprova a importância de se padronizar os métodos de obtenção do DDGS, para que assim se tenha um melhor controle e uniformidade dos coprodutos, facilitando a utilização destes na alimentação animal (PAHM et al., 2008).

Fastinger et al. (2006) observaram que a proteína também pode ter sua digestibilidade afetada pelo teor de fibras, confirmando que quanto maior o teor de fibra do DDGS menor será sua digestibilidade proteica. Stein e Shurson (2009), trabalhando com suínos, determinaram uma digestibilidade da proteína de 72,2% e 72,8% para o DDGS de trigo e

milho, respectivamente. Youssef et al. (2012), pesquisando o uso do DDGS na alimentação de coelhos, encontraram uma digestibilidade proteica considerada alta, com valores superiores a 76% de digestibilidade, mas segundo esses autores estes valores podem ter sido elevados devido à grande capacidade de aproveitamento de proteína de origem vegetal pelos coelhos, capacidade esta explicada por serem herbívoros e realizarem cecotrofia.

Outra fração de particular interesse no DDGS é a gordura, sendo que a principal causa da variação da quantidade de EE é a quantidade de condensados solúveis adicionados ao DDGS durante seu processamento (NOLL et al., 2007). Pedersen et al. (2006), trabalhando com suínos, concluíram que o DDGS à base de milho possui a mesma quantidade de energia digestível e metabolizável do milho grão, sendo que a digestibilidade do EE do DDGS do milho para suínos atinge valores superiores a 76,8%. Dados esses também encontrados em trabalhos com frangos de corte, como os realizados por Waldroup et al. (2007), os quais encontraram valores de energia metabolizável superiores a 2800 kcal/kg.

Segundo Lim et al. (2011), o DDGS possui em média 10,9 a 12,6% de gordura e esses componentes possuem alta digestibilidade, passando de valores acima de 75%. Ceveras e Fernández-Carmona (2010) e Youssef et al. (2012), trabalhando com coelhos, comprovaram a elevada digestibilidade energética do DDGS, os quais relataram valores de coeficientes de digestibilidade superiores a 84%.

Como a maior parte do amido é utilizada na produção do etanol, o DDGS fica mais concentrado e assim possui uma maior quantidade de carboidratos fibrosos quando comparado à quantidade fibrosa dos grãos que lhes originam, onde atingem-se valores de FDA superiores a 10% e FDN acima de 30% (STEIN e SHURSON, 2009).

O fator fibra é muito importante quando se trata de não-ruminantes, tendo em vista que estes não possuem a capacidade de digestão de fibras, portanto quanto maior o teor de fibra presente nos alimentos, maior a dificuldade de utilização nas dietas para animais. Em trabalhos realizados por Stein e Shurson (2009), utilizando o DDGS na alimentação de suínos, os autores observaram que a fibra dietética apresentou um coeficiente de digestibilidade de 43,7%, afetando negativamente a digestibilidade da MS e EE.

Já Gidenne et al. (2010), testando a inclusão do DDGS nas dietas de coelhos, observaram uma melhor resposta à digestão de fibras, sendo encontrados valores de coeficientes de digestibilidade para o FDN superiores a 57% e mais de 21% para a digestibilidade do FDA. Segundo estes autores, esses valores ainda são considerados medianos, porém como os coelhos possuem um sistema digestório especializado em digestão de fibras, esses valores não afetariam sua utilização, pois a fisiologia digestiva do animal

compensa a menor digestibilidade das fibras e o DDGS entraria na dieta dos animais como alimento energético ou proteico e não como alimento fibroso, sendo portanto a qualidade fibrosa, nesse caso, menos importante.

#### **2.4 Utilização do DDGS na nutrição de não-ruminantes**

Atualmente, ainda é escasso o uso do DDGS nas dietas dos animais não-ruminantes, devido algumas limitações, como a disponibilidade do produto, preço, mas o mais importante limitante da sua utilização é a falta de padronização e conhecimento de suas características nutricionais (NOLL et al., 2001).

Cuevas et al. (2012), trabalhando com inclusão de DDGS para frangos de corte, definiram como sendo possível a inclusão de até 7% de DDGS na dieta sem prejudicar a produtividade das aves. Esses valores corroboram os obtidos por Loar et al. (2009), que determinaram um nível máximo de inclusão de 8% na dieta para que não houvesse diferenças na produção e rendimentos de carcaça.

Trabalhos realizados por Wu-haan et al. (2010) concluíram que a utilização de até 20% de DDGS na dieta de frangos não afetava o desempenho, e que a adição de 20% do DDGS influenciou na redução da emissão de gás do efeito estufa. Por outro lado, Schulling et al. (2010) verificaram que a inclusão de até 12% não prejudica o desempenho, porém a carne das aves submetidas à inclusão de mais de 12% apresenta maior susceptibilidade à oxidação, devido ao elevado teor de gordura do DDGS e seu perfil de ácidos graxos diferenciado.

Whitney e Shurson (2004) e Burkey et al. (2008), trabalhando com a inclusão de DDGS nas fases iniciais da criação de suínos, concluíram que a inclusão de 25 a 30% de DDGS não compromete o desempenho dos animais. Utilizando animais nas fases de crescimento e terminação, Widmer et al. (2008) e Drescher et al. (2008) verificaram que a inclusão do DDGS não afetou o desempenho dos animais quando adicionados em até 40% da dieta total, sendo que a partir desse percentual ocorrem perdas de consumo e no ganho de peso. Xu et al. (2008), testando o uso do DDGS para suínos, observaram que a inclusão de DDGS em até 30% não alterou a qualidade da carne em nenhuma característica, como a espessura de toucinho, coloração, atratividade ao consumidor, entre outras características.

O uso de DDGS nas dietas de coelhos ainda é algo recente, havendo poucas pesquisas. Recentemente, Bernal-Barragn et al. (2010) concluíram que o DDGS pode ser incluído em rações para terminação de coelho em até 20%, sem afetar o desempenho. Youssef et al.

(2012) encontraram que o uso de até 30% de DDGS na alimentação de coelhos melhora o desempenho dos animais, quando comparados com os alimentos comumente utilizados nas dietas (farelo de soja e milho).

Chelminska e Kowalska (2013) encontraram uma diminuição no ganho de peso de coelhos alimentados com até 10% de DDGS nas dietas, porém apesar de o ganho de peso ser menor, se comparado aos animais que recebiam ração sem DDGS, a conversão alimentar (CA) melhorou em 50%, quando comparada com o tratamento sem o uso do DDGS, indicando que o consumo de ração foi muito inferior para os tratamentos com DDGS do que o tratamento isento de DDGS, o que demonstra que neste experimento o consumo da ração foi mais significativo do que o ganho de peso, portanto houve melhora na conversão alimentar com o uso do DDGS, mesmo os animais tendo ganhado menos peso.

Vázquez et al. (2013) observaram que o uso de DDGS afeta o tamanho do fígado dos animais, sendo que o acréscimo de DDGS implica no maior tamanho do fígado dos animais, porém o rendimento de carcaça e o desempenho não são alterados. Segundo os autores, esse aumento de tamanho pode estar relacionado com o perfil de ácidos graxos presentes no DDGS, os quais fazem com que o fígado dos animais tenha maior atividade, conseqüentemente cresce mais.

Petkova et al. (2011) também avaliaram os órgãos de coelhos que foram alimentados com DDGS, juntamente com o sangue dos animais, e assim também constataram que o uso do DDGS implica no aumento do tamanho do fígado, e observaram que houve um aumento no teor de gordura presente no sangue, levando os autores a concluir que o uso do DDGS aumenta a concentração de gordura no sangue, o que faz com que aumente a atividade enzimática do fígado, aumentando assim seu tamanho. Porém, eles ainda concluem que isso não afeta o desempenho animal, pois essas pequenas elevações observadas não são suficientes para causar danos aos animais, sendo somente uma resposta natural do organismo a uma elevação na taxa de gordura. Portanto, segundo estes autores, o DDGS poderia ser utilizado normalmente na dieta dos coelhos.

### **3. OBJETIVOS**

Avaliar a digestibilidade do DDGS para coelhos;

Avaliar o desempenho zootécnico de coelhos Nova Zelândia Brancos, alimentados com níveis crescentes de DDGS na ração;

Verificar o efeito da inclusão de DDGS na dieta de coelhos sobre o rendimento de carcaça inteira e sem cabeça;

Avaliar a influência do uso de DDGS na alimentação de coelhos sobre o peso de coração, fígado e rins.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batal, A.B.; Dale, N.M. True metabolizable energy and amino acid digestibility of Distillers dried grains with soluble. **Journal of Applied Poultry Research**. 15, 89-95, 2006.
- Belyea R.L.; Rausch K.D.; Tumbleson M.E. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. **Bioresource Technology**, 94: 293–298, 2004.
- Bernal-Barragn, H.Y.; Vazquez-Pedroso, M.; Valerivi Nevaro, C.A.; Hernandez-Martinez, M.A.; Cerillo-Soto, A.S.; Juarez-Reyes, E.; Gutierrez-Ornelas. Substitution of sorghum and soybean meal by distillers dried grains with soluble in diets for fattening rabbits. **Journal of Animal Science**. Vol. 88, 368-376, 2010.
- Burkey T.E.; Miller P.S.; Moreno R.; Shepherd S.S.; Carney V. Effects of increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, 86 (Suppl. 2): 50, 2008.
- Cervera, C.; Fernández-Carmona, J. Nutrition and the climatic environment. **The Nutrition of the Rabbit**. 34, 267- 284, 2010.
- Chelminska, A.; Kowalska, D. The effectiveness of maize DDGS in rabbit diets. **Animal Science**. 13, 571–585, 2013.
- Cozannet, P.; Primot, Y.; Gady, C.; Metayer, J.P.; Lessire, M.; Skiba, F.; Noblet, J. Energy value of wheat distillers grains with solubles for growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, 88: 2382–2392, 2010.
- Cuevas, A.C.; Carrillo, C.A.E.; Elizalde, G.S.; Iriarte, J.M.; Roa, M.O.; González, E.A. El uso de granos secos de destileria com solubles (DDGS) em dietas sorgo-soya para pollos de engorda y gallinas de postura. **Revista Mexicana de Ciências Pecuarias**, v.3, n.3, p.331-341, 2012.
- Cromwell, G.L.; Herkelman, K.L.; Stahly, T.S. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, 71: 679–686, 1993.
- De Blas, C.; Mateos, G. G. Feed formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of the rabbit**. 2<sup>nd</sup> ed. Madrid, p. 222-232, 2010.
- Drescher, A. J.; Johnston, L.J.; Shurson, G.C.; Goihl J. Use of 20% dried distillers grains with solubles (DDGS) and high amounts of synthetic amino acids to replace soybean meal in grower-finisher swine diets. **Journal of Animal Science** 86(Suppl. 2):28, 2008.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Sete lagos: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

- Fastinger, N.D.; Latshaw, J.D.; Mahan, D.C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult Cecectomized Roosters. **Poultry Science**. 85, 1212–1216, 2006.
- Food Agriculture Organization (FAO). Acesso em: <<http://faostat.fao.org>>. Acessado em 16/10/2014.
- Furuya, W.M. **Piscicultura de água doce**. Maringá: UEM, 33p., 1998.
- Gidenne, T.; Carabaño, R.; Garcia, J.; De Blas, C. Fibre digestion. **The Nutrition of the Rabbit**. 35, 66-82, 2010.
- Gilka, M.A.C.A. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense de 2005**. Curitiba: SEAB/DERAL/DEB, 84p. 2007.
- Grains Council, EUA. Ethanol production and Its co-products – Dry-Grind and wet milling processes. In: A guide to Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS), **U.S. Grains Council DDGS User Handbook** – 3rd Edition. Washinton DC, USA, pp. 1-10, 2012.
- Hancock, J.D. Experiences with sorghum-based DDGS in swine and poultry diets. In NCGA/NGSPA SOUTHWEST CO-PRODUCTS CONFERENCE, 2002. Kansas. **Proceedings...** Kansas: Kansas State University, 35p, 2002.
- Lim, C.; Li, E.; Klesius, P.H.. Distiller's dried grains with solubles as an alternative protein source in diets of tilapia. **Reviews in Aquaculture**, 3, 172-178, 2011.
- Loar, R.E.; Srinivasan, R.; Kidd, M.T.; Dozier, W.A.; Corzo, A. Effects of elutriation and sieving processing (elusieve) of distillers dried grains with soluble on the performance and carcass characteristics of male broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.494-500, 2009.
- Noll, S.; Stangeland, V.; Speers, G.; Brannon, J. Distillers grains in poultry diets. **In:** 62nd Minnesota Nutrition Conference and Corn Growers Assoc. Tech. Symposium. Bloomington, MN, pp.53–61, 2001.
- Noll, S.L.; Brannon, J.; Parsons, C. Nutritional Value of Corn Distiller Dried Grains with Solubles (DDGS): Influence of Solubles Addition. **Poultry Science**, 86 (Suppl. 1): 68, 2007.
- Pahm, A.A.; Pedersen, C.; Stein, H.H. Application of the Reactive Lysine Procedure To Estimate Lysine Digestibility in Distillers Dried Grains with Solubles Fed to Growing Pigs. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 56: 9441–9446, 2008.
- Parsons, C.M.; Martinez, C.; Singh, V.; Radhakrishman, S.; Noll, S. Nutritional value of conventional and modified DDGS for poultry. In: MULTI-STATE POULTRY NUTRITION AND FEEDING CONFERENCE, 2006, Indianapolis. **Proceedings...** Indianápolis, 2006.

- Pedersen, C.; Boersma, M.G.; Stein, H.H. Digestibility of energy and phosphorus in 10 samples of Distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, 85, 1168-1176, 2006.
- Petkova, M.; Grigorova, S.; Abadjieva, D. Biochemical and physiological changes in growing rabbits fed different sources of crude fiber. **Biotechnology in Animal Husbandry**. 27, 1367-1378, 2011.
- Scapinello, C.; Furlan, A.C.; Moreira, I.; Murakami, A.E.; Oliveira, P.B. Utilização das leveduras de recuperação (*Saccharomyces* spp), seca pelo método “spray-dry” para coelhos em crescimento. **Revista Unimar**, Maringá, v.18, n.3, p.587-598, 1996.
- Scapinello, C.; Michelan, A.C.; Furlan, A.C.; Faria, H.H.; Andreazzi, M.A.; Brito, D.A. Valor nutritivo e utilização de feno do terço superior da rama de mandioca para coelhos em crescimento. Recife: Sociedade brasileira de zootecnia, **Anais**, 2002.
- Schilling, M.W.; Battula, V.; Loar, R.E.; Jackson, V.; Kin, S.; Corzo, A. Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. **Poultry Science**, 89: 752-760, 2010.
- Schingoethe, D.J.; Kalscheur, K.F.; Hippen, A.R.; Garcia, V. Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. **Journal of Dairy Science**, 92: 5802-5813, 2009.
- Shurson, J.; Alghamdi, A.S. Quality and New Technologies to Create Corn Co-Products from Ethanol Production. In: Babcock, B.; Hayes, D. J, and Lawrence, J. D. (Eds). Using Distillers Grains in the U.S. and International Livestock and Poultry Industries. **Matric. Iowa State University**. pp. 231-259, 2008.
- Silva, H.O.; Fonseca, R.A.; Filho, R.S.G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 29, 823-829, 2000.
- Spiehs, M.J.; Whitney, M.H.; Shurson, G.C. Nutrient data base for distillers dried grains with soluble produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, 8, 2639-2645, 2002.
- Srinivasan, R.; To, F.; Columbus, E. Pilot scale fiber separation from distillers dried grains with solubles (DDGS) using sieving and air classification. **Bioresource Technology**, 100: 3548–3555, 2009
- Stein, H.H.; Pedersen, C.; Gibson, M.L.; Boersma, M.G. Amino acid and energy digestibility in ten samples of dried distillers grain with solubles by growing pigs. **Journal of Animal Science**, 84: 853-860, 2006.
- Stein, H.H.; Shurson, G.C. Board-invited review: the use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. **Journal of Animal Science**, 87: 1292–1303, 2009.
- Vázquez, Y.; Bernal, H.; Valdiviém M.; Gutiérrez, E.; Castellanos, L.M.; Hernández, C.A.; Juárez, A.; Cerrillo, M.A. Use of dehydrated distillery grains with solubles in diets for fattening rabbits. **Cuban Journal of Agricultural Science**. 47, 45-49, 2013.

- Youssef, A.W.; Soha, S.A.E.; El-Gawad, A.H.A.; Eman, F.E.; Ali, H.M. Effect of Inclusion of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGs) on the Productive Performance of Growing Rabbits. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**, 12 (3): 321-326, 2012.
- Waldroup, P.W.; Wang, Z.; Coto, C.; Cerrate, S.; Yan, F. Development of a standardized nutrient matrix for corn distillers dried grains with solubles. **International Journal of Poultry Science**. V.6, n.7, p. 478-483, 2007.
- Whitney, M.H.; Shurson, G.C. Growth performance of nurse piglets fed diets containing increasing levels of corn distiller's dried grains with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, 82: 122-128, 2004.
- Widmer, M.R.; McGinnis L.M.; Wulf, D.M.; Stein, H.H. Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, v1. 594-604, 2008.
- Wu-Haan, W.; Powers, W.; Angel, R.; Applegate, T.J. The use of distillers dried grains plus soluble as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. **Poultry Science**, v.89, p.1355-1359, 2010.
- Xu, G.; Baidoo, S.K.; Johnston, L.J.; Cannon, J.E.; Bibus, D.; Shurson, G.C. Effects of dietary corn dried distillers grains with solubles (DDGS) and DDGS withdrawal intervals, on pig growth performance, carcass traits, and fat quality. **Journal of Animal Science**, 86(Suppl. 2):52, 2008.

## 5. COPRODUTO SECO DE DESTILARIA COM SOLÚVEIS DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE COELHOS

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade e o desempenho zootécnico de coelhos Nova Zelândia Brancos, alimentados com resíduos secos de destilaria com solúveis (DDGS). Para o experimento de digestibilidade foram utilizados 20 coelhos Nova Zelândia Brancos alojados individualmente em gaiolas metabólicas. Os animais foram divididos em 2 tratamentos, sendo o tratamento controle (sem DDGS) e o tratamento teste, composto da dieta controle mais 30% de DDGS. As fezes foram coletadas diariamente e congeladas para posterior análises de proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria seca, energia bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Para o desempenho, foram utilizados 100 coelhos (50 machos e 50 fêmeas) em um fatorial 2x5 (2 sexos x 5 níveis de DDGS) com 5 repetições de 2 animais por unidade experimental. Os tratamentos foram 0, 6, 12, 18 e 24% de inclusão de DDGS na dieta. Os animais foram alojados aos 35 dias de idade e o experimento teve duração de 35 dias, sendo água e ração fornecidas à vontade. O DDGS utilizado neste experimento apresentou elevados coeficientes de digestibilidade, especialmente para proteína (74,10%) e extrato etéreo (81,51%), assim como apresentou elevados teores de proteína digestível (21,85%) e energia digestível (2.979kcal/kg) e um baixo valor de extrato etéreo (2,39%). Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre sexo e níveis de DDGS para as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça. O consumo de ração dos 35 aos 50 dias, dos 35 aos 70 dias e conversão alimentar dos 35 aos 70 dias quando submetidos ao teste de regressão ( $P<0,05$ ) tiveram efeito linear decrescente. Os rendimentos de carcaça com e sem cabeça obtiveram diferenças significativas ( $P<0,05$ ), porém não se adequaram às equações quando submetidas ao teste de regressão. Conclui-se que o DDGS possui elevada digestibilidade para coelhos, em especial para proteína e extrato etéreo, e que este quando utilizado em até 24% na dieta de coelhos melhora os parâmetros de consumo de ração e conversão alimentar, sem prejudicar o rendimento de carcaça.

**Palavras-chaves:** desempenho, etanol, produtividade, resíduo

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the digestibility and growth performance of rabbits New Zealand White fed distillers dried residues with solubles (DDGS). For the digestibility study 20 rabbits New Zealand White were individually housed in metabolic cages. The animals were divided into two treatments, being the control treatment (without DDGS) and the test treatment, which was a control diet plus 30% DDGS. Feces

were collected daily and frozen for future analysis of crude protein, ether extract, ash, dry matter, gross energy, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. For the performance 100 rabbits (50 males and 50 females) were used in a factorial 2x5 (2 sexes x 5 levels of DDGS) with 5 replicates of 2 animals each. The treatments were 0, 6, 12, 18 and 24% of DDGS inclusion in the diet. The animals were housed at 35 days old, the experiment lasted 35 days, with water and food provided *ad libitum*. The DDGS used in this experiment had high digestibility, particularly for protein (74.10%) and lipids (81.51%) and showed a high content of digestible protein (21.85%), digestible energy (2.979kcal /kg) and a low amount of ether extract (2.39%). There was no interaction ( $P > 0.05$ ) between sex and DDGS levels for the performance variables and carcass yield. Feed intake from 35 to 50 days, from 35 to 70 days and feed conversion from 35 to 70 days when subjected to regression test ( $P < 0.05$ ) had negative linear effect. Carcass yield with and without head showed significant differences ( $P < 0.05$ ), but did not fit the equations when subjected to regression testing. It was concluded that DDGS has high digestibility for rabbits in particular for protein and lipids, and when used up to 24% in rabbit diet improves the feed intake and feed conversion parameters without damaging the carcass yield.

**Keywords:** performance, ethanol, productivity, residue

## 5.1 Introdução

Nas últimas décadas, a produção de coelhos no Brasil tem apresentado um aumento considerável, possibilitado pelo aumento na produtividade com o uso de melhorias genéticas, ambientais e, principalmente, a melhora na nutrição desses animais (GILKA, 2007).

Semelhante às outras espécies animais, na cunicultura a alimentação corresponde a aproximadamente 70% dos custos da produção. A maioria das rações são formuladas utilizando-se como base o milho, trigo e a soja, alimentos esses que concorrem diretamente com a alimentação humana, elevando assim seu custo de produção (SILVA et al., 2000).

Na tentativa de diminuir os custos da alimentação, busca-se, cada vez mais, a utilização dos chamados alimentos alternativos que, geralmente, possuem boa qualidade nutricional quando comparados com os alimentos tradicionais, porém com um custo inferior. Estas matérias primas são, normalmente, oriundas do processamento do alimento tradicional e que, além da possibilidade de sua transformação em proteína animal para o consumo humano, o seu aproveitamento permite contribuir para redução de impactos ambientais causados por

descartes inadequados. Um coproduto com potencial para nutrição animal são os resíduos secos de destilaria contendo solúveis (DDGS), o qual tem como sua principal origem o processamento do milho para obtenção do etanol, e que deve ter um destino ecologicamente favorável e, se possível, agregando valor com sua incorporação em dietas para animais.

A composição química do DDGS é muito variada, dependendo do processamento e da qualidade do milho utilizado (LIU, 2009).

O DDGS possui um teor de proteína bruta entre 28 e 33%, e não apresenta fatores antinutricionais, com teor de 10,9 a 12,6% de gordura. Este coproduto possui níveis muito baixos de amido, pois a maior parte é convertida em etanol durante o processo de fermentação. O DDGS à base de milho contém ainda um teor de fibra bruta superior ao DDGS de trigo e a fibra em detergente neutro pode representar 29-39% do peso (LIM et al., 2011).

Um estudo realizado por Villamide et al. (1989) revelou que a digestibilidade da energia, FDA e proteína foram maiores em coelhos alimentados com DDGS em comparação com coelhos alimentados com o farelo de trigo. Recentemente, Bernal et al. (2010) mostraram que o DDGS pode ser incluído em rações para coelhos em terminação em até 20%, sem afetar o desempenho.

Estes produtos têm alto potencial para serem incluídos na formulação e fabricação de rações para coelhos, porque são caracterizados por possuírem boas fontes de energia digestível (3.756 kcal kg<sup>-1</sup> MS), proteína digestível (16,8-26,3%), gordura (7,2-14,4 %) e fibra solúvel (20-21,7%) (ALAGÓN et al., 2013), permitindo bom desempenho quando são incluídas em até 20% na dieta (YOUSSEF et al., 2012).

Deve-se destacar que as particularidades do trato digestório dos coelhos (cecofuncionais e cecotrofia) permitem ainda melhor utilização dos nutrientes deste coproduto quando comparados às demais espécies de animais não ruminantes. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a digestibilidade dos nutrientes do DDGS, assim como avaliar a sua inclusão em dietas sobre o desempenho produtivo de coelhos Nova Zelândia Brancos no período pós desmama ao abate.

## **5.2 Material e métodos**

Foram conduzidos dois experimentos, um para avaliar a digestibilidade e outro para avaliar o desempenho de coelhos Nova Zelândia Branco, no Setor de Cunicultura da Fazenda

Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, (UEM), localizada no Estado do Paraná (23°25'S, 51°57'W e em altitude de 550 metros), no período de outubro e novembro de 2013, com temperaturas médias de 25°C (com mínima de 14°C e máxima de 35°C) e umidade de 55% (com mínima de 32% e máxima de 81%) durante o período do experimento.

No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 20 coelhos da raça Nova Zelândia Branco (10 machos e 10 fêmeas), idade inicial de 45 dias, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo uma dieta-referência (Tabela 1) e uma dieta-teste, em que o DDGS foi incluído em nível de 30% em substituição à matéria natural (MN) da dieta-referência e dez repetições por tratamento.

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas, providas de bebedouros automáticos, comedouros semi-automáticos de chapa galvanizada e dispositivo para de coleta fezes. As gaiolas estavam em um galpão de alvenaria, com cobertura de telha de fibroamianto, pé direito de 3,8 m, piso de alvenaria, paredes laterais de 0,3m em alvenaria e o restante em tela e cortina de polipropileno para controle de ventos e temperatura.

O ensaio de digestibilidade teve a duração de 14 dias, sendo 10 dias para adaptação às gaiolas e às dietas e quatro dias para coleta de fezes, seguindo o Método de Referência Europeu para Experimentos de Digestibilidade *in vivo* (PEREZ et al., 1995).

Durante todo o período experimental, os animais foram alimentados à vontade, com livre acesso à água. As fezes de cada unidade experimental foram coletadas, no período da manhã, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer à temperatura de -10°C para posteriores análises.

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade e níveis dos nutrientes digestíveis, foi utilizada a fórmula proposta por Matterson et al. (1965).

Após a determinação dos nutrientes digestíveis do DDGS, foi realizado um segundo experimento para avaliar o desempenho de coelhos. Foram utilizados 100 coelhos da raça Nova Zelândia Branco (50 machos e 50 fêmeas), com 35 dias de idade (desmame), os quais foram alojados em gaiolas de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semiautomático em chapa galvanizada, localizadas em galpão de alvenaria com cobertura de telha francesa, pé-direito de 3,0 m, piso em alvenaria, paredes laterais de 50 cm em alvenaria e o restante em tela e cortina de polipropileno para controle da ventilação e temperatura. A temperatura média registrada no período experimental foi de 25°C, com máxima de 35°C e mínima de 14°C e umidade de 55%, com mínima de 32% e máxima de 81%.

Tabela 1. Composição percentual e química da dieta-referência utilizada para o ensaio de digestibilidade

Alimentos (%)	Quantidade
Farelo de trigo	24,00
Milho grão	22,00
Feno Coast Cross	19,47
Feno alfafa	18,30
Farelo de soja	14,00
Calcário	0,83
Sal comum	0,40
Fosfato bicálcico	0,29
Premix Vit+Min <sup>1</sup>	0,50
DL-Metionina 99%	0,15
Coxistac <sup>2</sup>	0,06
Total	100,00
Composição química com base na matéria natural	
Matéria seca <sup>3</sup>	88,80
Proteína bruta (%) <sup>3</sup>	17,38
Energia digestível (Mcal/Kg) <sup>3</sup>	2772
FDN (%) <sup>3</sup>	63,38
FDA (%) <sup>3</sup>	19,22
Fibra bruta (%) <sup>4</sup>	15,21
Cálcio (%) <sup>4</sup>	0,801
Fósforo total (%) <sup>4</sup>	0,501
Lisina total (%) <sup>4</sup>	0,755
Met+cistina total (%) <sup>4</sup>	0,604

<sup>1</sup>Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

<sup>2</sup>Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

<sup>3</sup>Valores analisados segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002).

<sup>4</sup>Valores calculados com base em Rostagno et. al (2011).

Após o término da coleta de fezes, essas foram quantificadas, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 horas e então moídas em moinho com peneira de 1 mm, e armazenadas em potes plásticos com tampa. Uma amostra da ração-referência e do DDGS foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Unioeste e, juntamente com as amostras de fezes, foram realizadas as análises de matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); matéria mineral (MM); extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), conforme metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental em esquema fatorial 2x5 (2 sexos x 5 níveis de DDGS) com 5 repetições, sendo dois animais por unidade

experimental. Os níveis de inclusão de DDGS foram de 0,0%, 6,0%, 12,0%, 18,0% e 24,0% de distribuídos em dois sexos, totalizando 10 tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas contendo níveis crescentes de DDGS para coelhos

Ingredientes (%)	Nível de inclusão do DDGS				
	0%	6%	12%	18%	24%
DDGS	0,00	6,00	12,00	18,00	24,00
Farelo de Soja (45%)	14,00	10,50	7,00	3,50	0,00
Milho	20,00	20,75	21,50	22,25	23,00
Farelo de Trigo	24,00	24,25	24,50	24,75	25,00
Feno de Alfafa	17,00	17,25	17,50	17,75	18,00
Feno de Coast Cross	22,60	18,80	15,00	11,20	7,40
Sal Comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Fosfato Bicálcico	0,29	0,22	0,15	0,07	0,00
Calcário Calcítico	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20
DL-Metionina (99%)	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20
L.Lisina-HCl (78%)	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24
Coccidiostático <sup>2</sup>	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Premix Vit + Min <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição química <sup>3</sup>					
Energia Digest. (Kcal/kg)	2,57	2,58	2,59	2,58	2,59
Proteína Bruta (%)	15,98	15,94	15,90	15,87	15,83
Fibra Bruta (%)	15,89	15,10	14,31	13,52	12,72
FDA (%)	18,60	17,98	17,37	16,75	16,13
FDN (%)	38,10	36,97	35,85	34,72	33,60
Fósforo Total (%)	0,50	0,51	0,52	0,54	0,55
Cálcio (%)	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78
Lisina Total (%)	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74
Met + Cis Total (%)	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60

<sup>1</sup> Nuvital, composição por kg do produto: vit. A - 600.000 UI; vit. D - 100.000 UI; vit. E - 8.000 mg; vit. K3 - 200 mg; vit. B1 - 400 mg; vit. B2 - 600 mg; vit. B6 - 200 mg; vit. B12 - 2.000 mcg; ácido pantotênico - 2.000 mg; colina - 70.000 mg; Fe - 8.000 mg; Cu - 1.200 mg; Co - 200 mg; Mn - 8.600 mg; Zn - 12.000 mg; I - 64 mg; Se - 16 mg; Metionina - 120.000 mg; antioxidante -20.000 mg.

<sup>2</sup> Princípio ativo à base de robenidina (6,6%).

<sup>3</sup> Valores calculados com base em Rostagno et. al (2011).

As rações foram formuladas para serem isoenergéticas, isoproteicas e isoaminoacídicas em metionina + cistina e lisina, de acordo com as recomendações de exigências nutricionais para coelhos em crescimento (DE BLAS e MATEOS, 2010). As rações experimentais foram peletizadas a seco e, durante todo o experimento, a alimentação e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Aos 30, 50 e 70 dias de idade, os animais foram pesados e o consumo de ração quantificado para realizar os cálculos de ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração nos períodos de 35 a 50 e de 35 a 70 dias de idade.

Ao final do experimento, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 8 horas. Em seguida, os animais foram atordoados com um golpe na região occipital, seguido da sangria através do corte da veia jugular. Foram obtidos os pesos da carcaça quente, com e sem cabeça, e do coração, fígado e rins. Para determinação das variáveis de rendimento e peso relativo de órgãos, os pesos destas variáveis foram divididas pelo peso final dos animais e, posteriormente, multiplicados por 100 para obtenção das percentagens das variáveis.

Após a tabulação dos dados, foi utilizado o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE INC, 2002) para realização de análise de variância, teste de homogeneidade e normalidade ( $\alpha=5\%$ ). Havendo significância estatística no nível de inclusão do DDGS, realizou-se análise de regressão polinomial.

Para verificar a interação entre sexo e níveis de DDGS, foi adotado o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + S_j + NS_{ij} + e_{ijk}$$

Sendo que:

$Y_{ijk}$  :observação;

$\mu$  : média geral do caráter;

$N_i$  : efeito do j-ésimo nível de DDGS;

$S_j$ : efeito do k-ésimo sexo dos animais;

$NS_{ij}$  : efeito da interação do j-ésimo nível de DDGS com o k-ésimo sexo dos animais;

$e_{ijk}$  : erro aleatório.

### 5.3 Resultados e discussão

Com os valores de coeficientes de digestibilidade de DDGS para coelhos (Tabela 3), destaca-se no DDGS a elevada digestibilidade da proteína (74,10%) e do extrato etéreo (81,51%), o que demonstra que este produto possui um elevado potencial para nutrição de coelhos.

Youssef et al. (2012) observaram resultados semelhantes para coelhos em fase de crescimento, em ração com inclusão de DDGS, onde o valor encontrado para coeficiente de

digestibilidade da proteína (CDPB) foi de 76,5% e o coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo(CDEE) foi de 84,5%, sendo corroborados por Ceveras e Fernández-Carmona (2010), que ressaltam que apesar do DDGS possuir uma elava digestibilidade para proteína, esses valores podem não indicar uma composição de aminoácidos muito favorável, tendo em vista que o processamento utilizado na obtenção do produto pode danificar a qualidade dos aminoácidos presentes no DDGS.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade e nutrientes digestíveis do DDGS determinados com coelhos Nova Zelândia Brancos, expressos na matéria seca

Itens	Total	Coef. digestib. (%)	Digestível
Matéria seca (%)	90,28	61,16 ±0,75	55,22
Proteína bruta (%)	29,49	74,10±0,62	21,85
FDN (%)	72,95	49,52±1,19	36,12
FDA (%)	18,77	16,07±1,89	3,01
Cinzas (%)	4,68	63,26±1,88	2,96
Extrato etéreo (%)	2,93	81,51±1,30	2,39
Energia bruta (kcal/kg)	4.824	61,75±0,68	2.979

A elevada digestibilidade do EE do DDGS foi confirmada por Batal e Dale (2006) e Pedersen et al. (2006), indicando que a alta digestibilidade do EE atua diretamente para manter o alto valor energético do DDGS.

O DDGS apresentou elevada concentração de fibras em sua composição (72,95% de FDN e 18,77% de FDA), além de sua digestibilidade não ser muito elevada (49,52% para FDN e 16,07% para FDA), porém na nutrição de coelhos isto possui menor importância, devido ao DDGS ser utilizado como fonte energética ou proteica e não como fonte de fibras, além do mais os coelhos, através do seu sistema digestório diferenciado, conseguem compensar essa menor qualidade das fibras.

Quanto à digestibilidade e qualidade fibrosa (FDN e FDA) do DDGS, resultados semelhantes foram encontrados por Gidenne et al. (2010), em coelhos em crescimento, do desmame até 70 dias de idade, e observaram que a digestibilidade das fibras do DDGS também foi inferior quando comparada com as dietas com farelos de soja e trigo, porém apesar da digestibilidade das fibras não ser muito elevada, isso não influencia no desempenho dos animais, pois os coelhos realizam a cecotrofia, que permite aos coelhos uma melhor digestão dos alimentos por eles passarem mais de uma vez pelo sistema digestório, fazendo que a menor digestibilidade das fibras não afete o desempenho dos animais.

O DDGS utilizado possui valores de nutrientes digestíveis (Tabela 3) elevados, destacando-se a energia digestível (2.979 kcal/kg) e proteína digestível (21,85%), porém

extrato etéreo digestível (2,39%) é considerado baixo, sendo este valor explicado devido ao DDGS ter sofrido desengorduração e, assim, ter seu valor de extrato etéreo reduzido.

O valor de ED obtido foi superior ao valor encontrado por Alagón et al. (2013), que obtiveram valor de ED de 2.775kcal/kg. Youssef et al. (2012), trabalhando com DDGS para coelhos, encontraram como média de ED 3.085kcal/kg, semelhantes aos obtidos neste trabalho. As diferenças entre os autores é explicada pela diferença na composição do DDGS, tendo em vista que os coeficientes de digestibilidade foram semelhantes.

A proteína digestível do DDGS utilizado (21,85%) é elevada, sendo superior à obtida por Alagón et al. (2013) e Youssef et al. (2012), os quais encontraram PD próximas a 16%. Este resultado demonstra que este DDGS pode ser utilizado como fonte proteica na dieta de coelhos, sendo que o elevado teor de PD pode também ser explicado pelo processamento do coproduto, o qual devido ao desengorduramento teve uma elevada no teor dos outros nutrientes, como por exemplo a proteína.

Segundo Batal e Dale (2006), os níveis de extrato etéreo do DDGS podem variar de 2,5% a 16%, o que indica uma grande variação na composição do DDGS, variação essa dependente do tipo de processamento e tipo de grão utilizado. Isto pode explicar a baixa quantidade de EED (2,39%), que apesar de baixo EED possui um coeficiente de variação elevado (81,51%), indicando que devido ao processamento ao qual o DDGS foi submetido já houve retirada em parte de sua gordura, diminuindo assim seu percentual no alimento.

A composição nutricional do DDGS utilizado possui uma boa digestibilidade e alta qualidade nutricional, mas esses valores muitas vezes não são encontrados em outros DDGS, como demonstrado em outros trabalhos. Isso é explicado justamente pela falta de padronização no processamento e homogeneidade na obtenção do DDGS, permitindo que as composições do mesmo apresentem elevada variação. Este coproduto, além de poder variar de acordo com o tipo de material utilizado, pode variar conforme a sua forma de obtenção, que no caso do utilizado neste trabalho sofreu o processo de desengorduração, diminuindo assim a quantidade de gordura e, por consequência, energia do alimento, tendo portanto valores muitas vezes inferiores quando comparados com DDGS, que não sofreram este procedimento e por outro lado teve a quantidade de proteína elevada devido à retirada da gordura.

Spiehs et al. (2002) afirmaram que o DDGS possui inúmeras qualidades em termos nutricionais, porém devido às diferentes formas de obtenção do DDGS e por este ser proveniente de diferentes produtos (milho, trigo, sorgo e entre outros) não é possível haver uma padronização na qualidade, sendo necessário muito cuidado na utilização deste produto nas dietas de animais, em especial os monogástricos.

Não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de DDGS utilizados e sexo nas variáveis de desempenho avaliadas (Tabela 4). Dentro dos níveis não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) para peso vivo médio (PV) e ganho de peso médio (GP), indicando que o uso de até 24% de DDGS não prejudica o desempenho dos animais, resultados esses semelhantes aos encontrados por Bernal-Barragn et al. (2010), os quais concluíram que a adição de DDGS em até 30% na dieta de coelhos não afeta o seu GP e PV.

O consumo de ração de 35 a 50 e de 35 a 70 dias de idade apresentou efeito linear ( $P<0,05$ ), sendo que com o aumento dos níveis de DDGS nas rações, os animais reduzem o consumo de ração. Esses valores, quando realizadas regressões, ajustaram-se em regressões lineares decrescentes (Figura 1) com elevada confiabilidade, indicando que com o aumento da inclusão do DDGS nas dietas o consumo da ração melhora proporcionalmente.

Os resultados para consumo de ração encontrados neste trabalho assemelham-se aos obtidos por Youssef et al. (2012), os quais observaram efeito linear decrescente no consumo de ração de coelhos alimentados com níveis crescente de DDGS em até 30% nas dietas. Chelminska e Kowalska (2013) observaram redução no consumo de ração para coelhos alimentados com 10% de inclusão de DDGS.

Tabela 4. Médias de peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de coelhos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de DDGS

Inclusão DDGS (%)	Peso vivo (g)			Consumo ração (g)		Ganho peso (g)		CA (g/g)	
	Dias			Dias		Dias		Dias	
	35	50	70	35 - 50	35 - 70	35 - 50	35 - 70	35 - 50	35 - 70
0 (controle)	845,8	1390,3	1909,0	1506,7	3883,9	544,5	1063,2	2,77	3,65
6	845,5	1383,5	1981,3	1394,9	3688,2	536,0	1133,8	2,60	3,25
12	846,5	1403,3	1970,5	1398,7	3558,1	556,7	1124,0	2,51	3,16
18	846,5	1365,5	1945,5	1338,2	3495,4	519,0	1099,0	2,57	3,18
24	843,0	1332,5	1973,5	1233,5	2929,6	489,5	1131,0	2,52	2,59
Machos	845,4	1381,8	1949,1	1390,3	3567,4	536,8	1104,1	2,59	3,23
Fêmeas	845,5	1375,0	1962,8	1364,0	3595,1	528,7	1116,5	2,58	3,22
Sexo	0,993	0,798	0,692	0,870	0,381	0,699	0,693	0,623	0,743
Inclusão	0,999	0,726	0,671	0,001	0,004	0,586	0,577	0,080	0,001
Interação	0,999	0,511	0,347	0,227	0,611	0,225	0,276	0,831	0,503
CV (%)	5,00	6,75	6,20	13,49	14,89	13,81	9,90	11,63	6,80

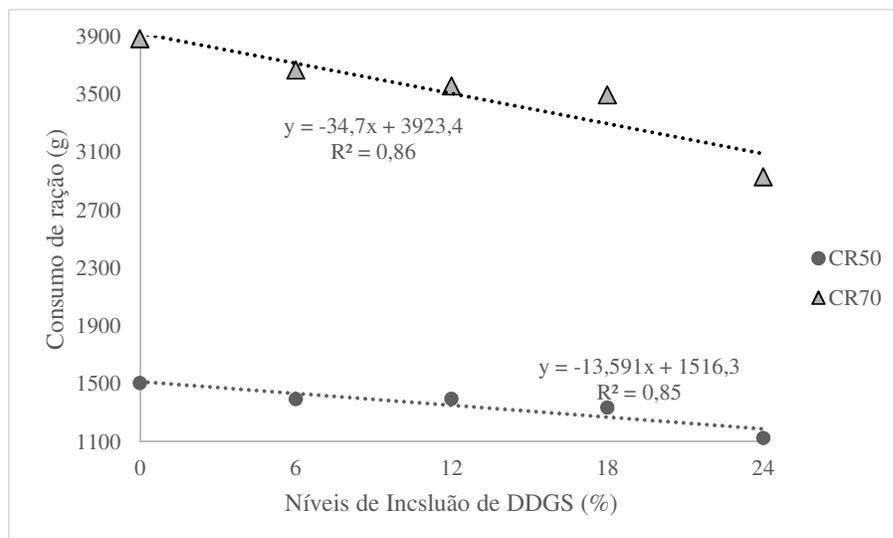


Figura 1. Consumo de ração dos 35 aos 50 dias (CR50) e consumo de ração dos 35 aos 70 dias (CR70) de coelhos alimentados com níveis crescentes de DDGS.

O DDGS, por ser um coproduto industrial, sofre diversos tratamentos químicos e físicos que podem afetar a palatabilidade do mesmo, em especial pela adição de minerais como o sódio (CROMWELL et al., 1993) ou devido ao elevado aquecimento que acaba por queimar o coproduto diminuindo sua palatabilidade (YOUSSEF et al., 2012), sendo que os coelhos possuem uma capacidade sensorial avançada, e pequenas variações nas dietas podem afetar o consumo destes animais (Kuenzel, 1989). Assim, a palatabilidade pode explicar a diferença estatística encontrada para o consumo de ração, sendo que o aumento do DDGS na dieta diminui a palatabilidade da ração e conseqüentemente o consumo de ração é reduzido.

A conversão alimentar dos 35 aos 50 dias não apresentou diferença ( $P > 0,05$ ), indicando que a inclusão do DDGS não influenciou o desempenho dos animais durante este período. Dos 35 aos 70 dias, foi observada uma melhora linear na CA dos animais, que tiveram o coproduto incluído em suas dietas, sendo que os dados, quando submetidos ao teste de regressão ( $P < 0,05$ ), apresentaram efeito linear decrescente (Figura 2) com elevado grau de confiabilidade, indicando que o aumento do resíduo na dieta dos animais reduz proporcionalmente a CA dos mesmos.

Os resultados de CA assemelham aos obtidos por Chelminska e Kowalska (2013), que verificaram melhora nos valores de CA a partir da inclusão de 10% de DDGS. Trabalhando com 4 níveis de inclusão de DDGS (0, 10, 20 e 30%) para coelhos, Youssef et al. (2012) e Bernal-Barragn et al. (2010) observaram o mesmo efeito linear para CA, indicando que o aumento na inclusão do resíduo na dieta dos animais melhora proporcionalmente a CA.

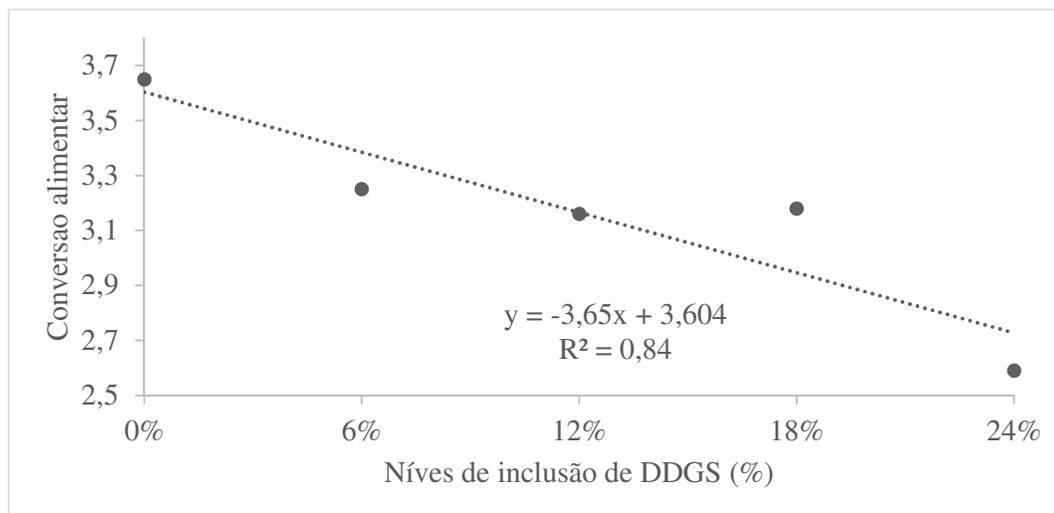


Figura 2. Conversão alimentar dos 35 aos 70 dias de coelhos alimentados com DDGS.

A inclusão de DDGS na dieta de coelhos mostrou-se possível em até 24%, sem afetar o ganho de peso dos animais, e ainda melhorar a CA, sendo esse fator um dos mais importantes na produção animal, indicando que com o uso do DDGS os animais consomem menos ração para alcançar o mesmo peso dos animais que consomem as rações comumente utilizadas na cunicultura, tornando a produção mais eficiente.

Não foi observada interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de DDGS utilizados e sexo nas variáveis de rendimento (Tabela 4). A inclusão do DDGS na dieta de coelhos não afeta o peso da carcaça inteira (PCC) e o peso da carcaça sem a cabeça (PCSC). Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Vázquez et al. (2013), os quais trabalhando com inclusão de DDGS (0, 10, 20 e 30%) na dieta de coelhos não verificaram diferenças nos pesos das carcaças.

O rendimento de carcaça com cabeça (RCC) e sem cabeça (RCSC) apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ), porém quando submetidas ao teste de regressão estes não ajustaram adequadamente as equações, indicando que a inclusão de até 24% do coproduto na dieta de coelhos não prejudica o rendimento de carcaça dos animais.

Chelminska e Kowalska (2013) encontraram que o uso de DDGS acima de 10% prejudica o rendimento de carcaça dos animais, porém em suas pesquisas os animais foram abatidos somente aos 96 dias de idade, diferente dos 70 dias deste experimento, o que pode explicar a diferença entre os rendimentos, tendo em vista que o rendimento de carcaça está relacionado com a idade dos animais e quanto maior a idade maior a possibilidade de encontrar diferença nos rendimentos de carcaça (DALLE, 2002).

Tabela 5. Rendimento de carcaça e peso relativo de órgãos de coelhos alimentados com níveis crescentes de DDGS.

Níveis DDGS (%)	PCC (g)	PCSC (g)	RCC (%)	RCSC (%)	FIG (%)	RIM (%)	COR (%)
0	1052,0	947,8	55,04	49,56	4,87	1,05	0,04
6	1069,4	966,0	54,07	48,82	5,11	1,14	0,06
12	1073,1	976,2	54,44	49,49	5,10	1,11	0,04
18	1060,3	960,1	54,45	49,29	4,97	1,07	0,05
24	1063,1	932,9	53,87	47,61	5,17	1,13	0,06
Machos	1058,6	957,4	54,31	49,12	5,00	1,10	0,45
Fêmeas	1058,3	956,7	53,92	48,74	5,13	1,10	0,44
Níveis	0,787	0,654	0,017	0,006	0,365	0,370	0,270
Sexo	0,980	0,970	0,170	0,180	0,400	0,800	0,160
Interação	0,360	0,270	0,510	0,420	0,700	0,460	0,300
CV (%)	9,22	9,69	3,32	3,61	15,65	11,89	13,39

PCC – peso da carcaça com cabeça; PCSC – peso da carcaça sem cabeça; FIG – peso relativo do fígado; RIM – peso relativo do rim; COR – peso relativo do coração; RCC – rendimento da carcaça com cabeça; RCSC – rendimento da carcaça sem cabeça.

Vázquez et al. (2013) e Bernal-Barragn et al. (2010), ao testarem a inclusão de DDGS (0, 10, 20 e 30% de inclusão), observaram que o coproduto não afeta o rendimento de carcaça dos animais, indicando que o DDGS poderia ser utilizado em até 30% na dieta de coelhos.

O DDGS pode conter uma grande quantidade de gordura, a qual é altamente digestível para coelhos, o que pode causar efeito negativo no rendimento de carcaça, pois os animais acabam depositando mais gordura do que proteína, afetando negativamente o rendimento de carcaça (CHELMINSKA & KOWALSKA, 2013). A baixa quantidade de gordura do DDGS utilizado ajuda a explicar o fato de não terem sido encontradas diferenças entre os rendimentos de carcaça, tendo em vista que os animais depositaram mais proteína que gordura.

Ao avaliar os pesos relativos de rim, fígado e coração, foi observado que não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de inclusão do DDGS. Estes resultados diferem de Vázquez et al. (2013), que encontraram um maior tamanho do fígado nos coelhos alimentados com DDGS, porém estes resultados podem ser explicados pelo alto teor de gordura das amostras de DDGS, fato este que não foi observado no presente experimento, devido ao DDGS ter sido submetido à retirada de gordura durante sua obtenção.

Petkova et al. (2011) observaram que o DDGS com elevado teor de gordura pode afetar o tamanho dos órgãos dos animais, em especial o fígado, indicando que a maior quantidade de gordura dos DDGS faz com que o fígado seja mais exigido, aumentando de

tamanho para poder suportar o excesso de gordura, porém esta hiperplasia não afeta a saúde dos animais, que conseguem se adaptar facilmente a essas alterações.

#### 5.4 Conclusão

O DDGS possui elevada digestibilidade para coelhos, principalmente para proteína bruta (74,10%) e extrato etéreo (81,51%), e possui elevado teor de energia digestível (2979kcal/kg), demonstrando que o DDGS é rico em proteína e altamente energético.

A utilização de DDGS em ração para coelhos Nova Zelândia Brancos, de 35 a 70 dias de idade, pode ser de até 24%, melhorando a conversão alimentar sem afetar o rendimento de carcaça.

#### 5.5 Referências bibliográficas

- Alagón, G.; Arce, O.N.; Martínez-Paredes, E.; Ródenas, L.; Pascual J.J.; Cervera C. Digestible value of two rabbit feedstuffs in two climatic environments. **World Rabbit Science Association**. 3, 1025-1027, 2013.
- Batal, A.B.; Dale, N.M. True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with soluble. **Journal of Applied Poultry Research**. 15, 89-95, 2006.
- Bernal-Barragn, H.Y.; Vazquez-Pedroso, M.; Valerivi Nevaro, C.A.; Hernandez-Martinez, M.A.; Cerillo-Soto, A.S.; Juarez-Reyes, E.; Gutierrez-Ornelas. Substitution of sorghum and soybean meal by distillers dried grains with soluble in diets for fattening rabbits. **Journal of Animal Science**. Vol. 88, 368-376, 2010.
- Cervera, C.; Fernández-Carmona, J. Nutrition and the climatic environment. **The Nutrition of the Rabbit**. 34, 267- 284, 2010.
- Chelminska, A.; Kowalska, D. The effectiveness of maize DDGS in rabbit diets. **Animal Science**. 13, 571–585, 2013.
- Cromwell, G.L.; Herkelman, K.L.; Stahly, T.S. Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, 71: 679–686, 1993.
- Dalle, Z.A. **Review**. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. **Livestock Production Science**. 75:11, 2002.

- De Blas, C.; Mateos, G. G. Feed formulation. In: DE BLAS, C.; WISEMAN, J. (Ed.). **The nutrition of the rabbit**. 2<sup>nd</sup> ed. Madrid, p. 222-232, 2010.
- Fastinger, N.D.; Latshaw, J.D.; Mahan, D.C. Amino acid availability and true metabolizable energy content of corn distillers dried grains with solubles in adult Cecectomized Roosters. **Poultry Science**. 85, 1212–1216, 2006.
- Gidenne, T.; Carabaño, R.; Garcia, J.; De Blas, C. Fibre digestion. **The Nutrition of the Rabbit**. 35, 66-82, 2010.
- Gilka, M.A.C.A. **Valor bruto da produção agropecuária paranaense de 2005**. Curitiba: SEAB/DERAL/DEB, 84p. 2007.
- Kuenzel, W.J. Neuroanatomical substrates involved in the control of food intake. **Poultry Science**. 68, 7: 926–937, 1989.
- Lim, C.; Li, E.; Klesius, P.H.. Distiller's dried grains with solubles as an alternative protein source in diets of tilapia. **Reviews in Aquaculture**, 3, 172-178, 2011.
- Liu, KS. Effect of particle size distribution, compositional and color properties of ground corn on quality of distillers dried grains with solubles (DDGS). **Bioresource Technology**, 100, 4433–4440, 2009.
- Matterson, L.D.; Potter, L.M.; Stutz, N.W. The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens storrs. **Connecticut: University of Connecticut – Agricultural Experiment Station**, p.11, 1965.
- Pedersen, C.; Boersma, M.G.; Stein, H.H. Digestibility of energy and phosphorus in 10 samples of Distillers dried grains with solubles fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, 85, 1168-1176, 2006.
- Perez, J.M.; Lebas, F.; Gidenne, T.; Maertens, L.; Xiccato, G.; Parigi-Bini, R; Zotte, A.D; Cossu, M.E.; Carazzolo, A.; Villamide, M.J; Carabaño, R.; Fraga, M.J.; Ramos, M.A.; Cervera, C.; Blas, E.; Fernandez, J.E. European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. **World Rabbit Science**, v.3, p.41 - 43, 1995.
- Petkova, M.; Grigorova, S.; Abadjieva, D. Biochemical and physiological changes in growing rabbits fed different sources of crude fiber. **Biotechnology in Animal Husbandry**. 27, 1367-1378, 2011.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de Alimentos e exigências nutricionais**. 3<sup>a</sup> Ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p. Editora UFV.
- SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.0. Cary, Statistical Analysis System Institute, 513p. 2002.
- Silva, H.O.; Fonseca, R.A.; Filho, R.S.G. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 29, 823-829, 2000.

- Silva, D.J.; Queiroz, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- Spiehs, M.J.; Whitney, M.H.; Shurson, G.C. Nutrient data base for distillers dried grains with soluble produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. **Journal of Animal Science**, 8, 2639-2645, 2002.
- Vázquez, Y.; Bernal, H.; Valdiviém M.; Gutiérrez, E.; Castellanos, L.M.; Hernández, C.A.; Juárez, A.; Cerrillo, M.A. Use of dehydrated distillery grains with solubles in diets for fattening rabbits. **Cuban Journal of Agricultural Science**. 47, 45-49, 2013.
- Villamide, M.G.; De Blas, J.C.; Carabano, R. Nutritive value of cereal by products for rabbits. 2. Wheat bran, corn gluten feed and dried distillers grains and solubles. **Journal of Applied Rabbit Research**, 12: 152, 1989.
- Youssef, A.W.; Soha, S.A.E.; El-Gawad, A.H.A.; Eman, F.E.; Ali, H.M. Effect of Inclusion of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGs) on the Productive Performance of Growing Rabbits. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**, 12 (3): 321-326, 2012.
- Widyaratne, G.P.; Zijlstra R.T. Nutritional value of wheat and corn Distillers dried grains with soluble: Digestibility and digestible content of energy, amino acids and phosphorus, Nutrient excretion and growth performance of grower-finisher pigs. **Canadian Journal of Animal Science**. 87, 103-114, 2006.